Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

PROGRAMA PARA LA GESTIÓN SANITARIA EN LA ACUICULTURA

Definir los indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos y estandarización y normalización del reporte del uso de fármacos y mortalidades

Proyecto ID1697-226-IN17

INFORME FINAL

Gobierno de Chile

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

SERNAPESCA

SalmonChile

ABRIL 2018

EPIVET
ANALYSIS & SOLUTIONS

INFORME FINAL

Proyecto ID1697-226-IN17

Definir los indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos y estandarización y normalización del reporte del uso de fármacos y mortalidades

ABRIL **2018**

REQUIRENTE

SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA

EJECUTOR

Consultora EpiVet E.I.R.L.
Fernando Mardones Loyola
Director Proyecto

AUTORES

Fernando Mardones - Epivet
Carolina Asencio - Epivet
Joaquín Escobar-Dodero – Epivet
Manuel Lepe - Epivet
Daniel Rubio - Epivet
Natalia Zimin-Veselkoff - Epivet
Valentina Vera – U. de Chile - UNTEC
Catalina Araya – U. de Chile - UNTEC
Leticia Algarra - U. de Chile - UNTEC
Eileen Malo –U. de Chile - UNTEC

Índice de Contenidos

I. Lista de acrónimos y abreviaturas 24

II. Resumen Ejecutivo 25

III. Executive Summary 29

IV. Introducción 32

V. Objetivos del estudio 36

5.1. Objetivo General 36

5.2. Objetivos específicos 36

5.3. Actividades y productos 36

VI. Metodología 39

6.1. Descripciones conceptuales previas del estudio 40

6.1.1. Mortalidades 40

6.1.2. Antimicrobianos y antiparasitarios 44

6.1.3. Sistema Integral de Fiscalización de la Acuicultura (SIFA) y modelos de datos 45

6.1.4. ACS y Macrozona 50

6.2. Tratamiento de información 54

6.2.1. Algoritmo de identificación y rectificación de información de ciclos productivos 54

6.2.2. Resultados algoritmo identificación y rectificación de ciclos productivos 60

6.2.3. Tratamiento de información por objetivo 61

6.3. Indicadores por objetivo 67

6.3.1. Objetivo N° 1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda. 68

6.3.2. Objetivo N° 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar 70

6.3.3. Objetivo N° 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce 82

6.4. Modelos matemáticos 88

5.4.1 Modelo de tendencia 88

5.4.2 Modelo de agrupación 90

VII. Resultados por objetivo 96

7.1. Objetivo N°1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda 96

7.1.1. Análisis consumo de antibióticos 96

7.1.2. Análisis consumo de antiparasitarios 110

7.2. Objetivo N° 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar.....118
7.2.1 Análisis de tendencias de mortalidades a nivel ciclo productivo por especie.....119
7.2.2 Análisis de tendencias por causal de mortalidad a nivel ciclo productivo por especie.....138
7.2.3 Análisis de tendencias de mortalidades a nivel territorial por ACS.....182
7.2.4. Análisis de tendencias mortalidad semanal total, secundarias y macrozonas 295
7.2.5. Alertas de riesgo 310
7.3. Objetivo N° 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce 321
7.3.1 Análisis estadístico y validación de información 322
7.3.2 Análisis descriptivos de pisciculturas 324
7.3.3. Análisis de tendencias mortalidad primaria y secundaria 361
7.4. Objetivo N° 4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado. 383
7.4.1 Brechas de información de uso de fármacos 384
7.4.2. Brechas de información de mortalidades 390
7.4.3. Resumen brechas de uso de fármacos y mortalidades.....396
7.4.4 Resultados Priorización de Brechas.....400
7.4.5 Priorización de brechas para el uso de fármacos.....401
7.4.6 Priorización de brechas de declaración de mortalidad 402
7.5. Objetivo N°5: Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo.....403
7.5.1 Implementación de mejoras en la planilla de tratamiento del módulo de tratamiento de SIFA para centros de cultivo a través de la implementación de validadores.....403
7.5.2. Propuesta de mejoras para captura de información mediano – largo plazo.....409
7.6. Objetivo N° 6: Transferencia tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.....412
7.6.1 Reporte del Taller de Transferencia 412
7.6.2. Actividad práctica para evaluación de Brechas 415
7.6.3. Resultados de la priorización de brechas 417
7.7. Bases de datos consolidadas 422
VIII. Conclusiones y recomendaciones 423
8.1. Objetivo N°1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda. 423
8.2. Objetivo N°2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua de mar....426

8.3. Objetivo N°3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce. 429

8.4. Objetivo N°4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado. 434

8.5. Objetivo N°5: Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo.....436

8.6. Objetivo N° 6: Transferencia tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.....437

8.7. Conclusiones Generales.....438

IX. Bibliografía 439

X. Anexos.....440

10.1. Anexo N°1: Algoritmo para cálculo de ciclos productivos 440

10.1.1. Identificar ciclos 440

10.1.2. Rectificar inconsistencias 443

10.1.3. Obtener siembra.....450

10.1.4. Guardar ciclos en base de datos.....452

10.1.5. Anexo N°1.1: Valores y constantes establecidas Algoritmo ciclos productivos.....454

10.1.6. Anexo N°1.2: Tablas de códigos Algoritmo ciclos productivos 456

10.2. Anexo N°2: Fechas periodos productivo último y penúltimo cerrado por ACS.....458

10.3. Anexo N°3: Análisis número de individuos máximo y peso promedio agua dulce 460

10.3.1. Análisis para validación número de individuos máximo 460

10.3.2. Análisis para validación de peso promedio.....468

Índice de Tablas

Tabla 1. Estadísticas rectificación de información de ciclos productivos. 60
Tabla 2. Origen información agua mar 62
Tabla 3. Tabla de peso promedio por etapa T1, T2 y T3 63
Tabla 4. Origen información agua dulce 65
Tabla 5. Descripción del uso de antibióticos (kg) por especie y periodos productivos 97
Tabla 6. Análisis estadístico del uso de antibióticos (kg) por ciclo productivo 99
Tabla 7. Análisis del uso de antibióticos (kg) por etapa productivo según especie 101
Tabla 8. Análisis de los porcentajes de uso de antibióticos (kg) por etapa productivo según especie . 102
Tabla 9. Análisis del uso de antibióticos y variación por ACS en ambos periodos productivos 105
Tabla 10. Resultado del análisis de tratamientos antiparasitarios en el periodo de tiempo 2011-2017 110
Tabla 11. Ranking de tratamientos de antiparasitarios por Macrozona en el periodo de tiempo 2011-2017 113
Tabla 12. Numero de Tratamientos de antiparasitarios por ACS en el periodo de tiempo 2011-2017 (solo se incluyen ACS con consumo de antiparasitarios) 114
Tabla 13. Ranking de Ciclos productivos por tratamiento de antiparasitarios. El ranking propuesto es el valor equivalente a la cantidad de tratamientos que obtuvieron un grupo de ciclos de producción. El ranking 1 simboliza los ciclos con menor consumo, el ranking 2 con un consumo moderado y el ranking 3 con un consumo atípico o considerado como extremo. 117
Tabla 14. Análisis estadísticos de mortalidad total a nivel de ciclo productivo 138
Tabla 15. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de salmón del Atlántico. 139
Tabla 16. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de trucha arcoíris 140
Tabla 17. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de salmón coho 141
Tabla 18. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria a nivel de ciclos productivos 142
Tabla 19. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico. 143
Tabla 20. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris 144
Tabla 21. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho 145
Tabla 22. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental a nivel de ciclos productivos 146
Tabla 23. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico 147
Tabla 24. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris 148
Tabla 25. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho 149
Tabla 26. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación a nivel de ciclos productivos. 150
Tabla 27. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico 151
Tabla 28. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris 152
Tabla 29. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho 153
Tabla 30. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas a nivel de ciclos productivos 154

Tabla 31. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón del Atlántico 155
Tabla 32. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de trucha arcoíris 156
Tabla 33. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón coho 157
Tabla 34. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores a nivel de ciclos productivos 158
Tabla 35. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de salmón del Atlántico 159
Tabla 36. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de trucha arcoíris 160
Tabla 37. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de salmón coho 161
Tabla 38. Análisis estadísticos de mortalidad sin causa aparente a nivel de ciclos productivos 162
Tabla 39. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de salmón del Atlántico 163
Tabla 40. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de trucha arcoíris 164
Tabla 41. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de salmón coho 165
Tabla 42. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico a nivel de ciclos productivos..... 166
Tabla 43.Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de salmón del Atlántico 167
Tabla 44. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de trucha arcoíris 168
Tabla 45. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de salmón coho 169
Tabla 46. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados a nivel de ciclos productivos 170
Tabla 47. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de salmón del Atlántico 171
Tabla 48. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de trucha arcoíris 172
Tabla 49. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de salmón coho 173
Tabla 50. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes a nivel de ciclos productivos 174
Tabla 51. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de salmón del Atlántico 175
Tabla 52. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de trucha arcoíris . 176
Tabla 53. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de salmón coho.... 177
Tabla 54. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros a nivel de ciclos productivos 178

Tabla 55. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de salmón del Atlántico 179
Tabla 56. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de trucha arcoíris .. 180
Tabla 57. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de salmón coho..... 181
Tabla 58. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo 183
Tabla 59. Variación mortalidad total periodo productivo ACS..... 185
Tabla 60. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – Salmón del atlántico..... 195
Tabla 61. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – salmón del atlántico..... 196
Tabla 62. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – trucha arcoíris..... 198
Tabla 63. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – trucha arcoíris 199
Tabla 64. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – salmón coho 201
Tabla 65. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – salmón coho..... 202
Tabla 66. Análisis estadístico mortalidad por causas primarias dos últimos periodos productivos cerrados 204
Tabla 67. Análisis estadístico Mortalidad secundaria por periodo productivo..... 207
Tabla 68. Variación mortalidad secundaria periodo productivo ACS 208
Tabla 69. Análisis estadístico mortalidad secundaria de salmón del atlántico..... 213
Tabla 70. Mortalidad por causa secundaria - Salmón del atlántico..... 214
Tabla 71. Análisis estadístico mortalidad secundaria de trucha arcoíris 216
Tabla 72. Mortalidad por causa secundaria - Trucha arcoíris 217
Tabla 73. Análisis estadístico mortalidad secundaria de salmón coho 219
Tabla 74. Mortalidad por causa secundaria - Salmón coho 220
Tabla 75.Análisis estadístico mortalidad secundaria por causas 223
Tabla 76. Análisis estadístico distribución de mortalidad secundaria por causas..... 228
Tabla 77. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de salmón del atlántico 231
Tabla 78. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de Trucha arcoíris 235
Tabla 79. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de Salmón coho 239
Tabla 80. Análisis estadístico mortalidad SRS 243
Tabla 81. Mortalidad por SRS por ACS 244
Tabla 82 Análisis estadístico mortalidad BKD..... 250
Tabla 83. Mortalidad por BKD por ACS..... 251
Tabla 84. Análisis estadístico mortalidad IPN..... 257
Tabla 85.Mortalidad por IPN por ACS..... 258
Tabla 86.Análisis estadístico mortalidad Síndrome ictérico 264
Tabla 87. Mortalidad por Síndrome ictérico por ACS 265
Tabla 88. Análisis estadístico Mortalidad ambiental por periodo productivo 271
Tabla 89. Variación mortalidad ambiental periodo productivo ACS..... 272

Tabla 90.Análisis estadístico Mortalidad SCA por periodo productivo....276
Tabla 91. Variación mortalidad SCA periodo productivo ACS 277
Tabla 92. Análisis estadístico Mortalidad desadaptados/rezagados por periodo productivo 280
Tabla 93. Variación mortalidad desadaptados/rezagados periodo productivo ACS....281
Tabla 94. Tabla de peso promedio por etapa T1, T2 y T3 284
Tabla 95. Análisis estadísticos mortalidad total y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016 295
Tabla 96. Análisis estadísticos mortalidad secundaria y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016....296
Tabla 97. Porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria SRS....297
Tabla 98. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal sin causa aparente. 298
Tabla 99. Indicadores estadísticos mortalidad y biomasa por causal de mortalidad BKD. 299
Tabla 100. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria IPN. 300
Tabla 101. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria síndrome ictérico. 301
Tabla 102. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1X....302
Tabla 103. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2X....303
Tabla 104. Resumen indicadores estadísticos macrozona 3X....304
Tabla 105. Resumen indicadores estadísticos macrozona 4X....304
Tabla 106. Resumen indicadores estadísticos macrozona 5X....305
Tabla 107. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1XI....306
Tabla 108. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2XI....307
Tabla 109. Resumen indicadores estadísticos macrozona 3XI....307
Tabla 110. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1XII....308
Tabla 111. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2XII....309
Tabla 112. Análisis estadístico mortalidad agua dulce número de individuos por etapa 2010-2017 322
Tabla 113. Análisis estadístico mortalidad agua dulce peso promedio por etapa 2010-2017....322
Tabla 114. Pisciculturas Otorgadas y Operativas por región durante el periodo 2010 - 2017 331
Tabla 115. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región de Coquimbo....331
Tabla 116. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región de Valparaíso 334
Tabla 117. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región Metropolitana....337
Tabla 118. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región del Maule 340
Tabla 119. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región del Biobío 343

Tabla 120. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de La Araucanía 346
Tabla 121. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Los Ríos 349
Tabla 122. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Los Lagos 352
Tabla 123. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Aysén 355
Tabla 124. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Magallanes 358
Tabla 125. Promedio, mínimo y máximo de número de pisciculturas con presencia de causal primaria anual, 2012-2017. 374
Tabla 126. N° de pisciculturas promedio, porcentaje respecto a pisciculturas con declaración de mortalidad, mínimo y máximo con presencia de causales secundarias, 2012-2017. 377
Tabla 127. Priorización de brechas de uso de fármacos 401
Tabla 128. Priorización brechas de declaración de mortalidades. 402
Tabla 129. Validación columna "vía de administración" de la planilla de declaración de tratamientos. 405
Tabla 130. Validación de la columna "dosis" en la planilla de declaración de tratamientos. 406
Tabla 131. Validación de días de tratamiento en la planilla de declaración de tratamientos. 407
Tabla 132. Validación columna "carencia recomendada (UTA)" en la planilla de declaración de tratamientos 408
Tabla 133. Lista de asistentes al Taller de transferencia tecnológica, proyecto FIE ID1697-226-IN17. 412
Tabla 134. Brechas sometidas a evaluación en la actividad práctica realizada en el Taller de transferencia tecnológica 416
Tabla 135. Brechas declaración de mortalidades y uso de fármacos. 417
Tabla 136. Brechas mortalidades 418
Tabla 137. Brechas uso de fármacos 420
Tabla 138. Problemas ciclos productivos 442
Tabla 139. Ejemplo de semanas de ciclos productivo sin información 445
Tabla 140. Casos de inconsistencia entre semanas ciclo productivo 447
Tabla 141. Ejemplo de inconsistencia entre semanas de ciclo productivo 448
Tabla 142. Vista Listado Ciclos Productivos Engorda 452
Tabla 143. Vista Listado Semanas Productivas 453
Tabla 144. Parámetros para el cálculo de ciclos productivos, sistema de ciclos productivos. 454
Tabla 145. Rangos de validación peso promedio, N° peces y en programa de ciclos productivos. 455
Tabla 146. Tabla de código de especies de cultivo utilizadas en el programa de ciclos productivos ... 456
Tabla 147. Tabla de código de etapas de cultivo utilizadas en el programa de ciclos productivos 456
Tabla 148. Tabla de estados de ciclos productivos del programa de ciclos productivos 456
Tabla 149. Tabla de estados de semana productiva del sistema de ciclos productivos. 457
Tabla 150. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, salmón del atlántico en agua dulce 461

Tabla 151. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, salmón coho en agua dulce 462
Tabla 152. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, trucha arcoíris en agua dulce..... 463
Tabla 153.Estadísticas N° individuos máximo smolt, salmón del atlántico en agua dulce 464
Tabla 154. Estadísticas N° individuos máximo smolt, salmón coho en agua dulce 465
Tabla 155. Estadísticas N° individuos máximo smolt, trucha arcoíris en agua dulce..... 466
Tabla 156. Percentiles número de individuos máximo por especie y etapa..... 467
Tabla 157. Estadísticas peso promedio alevín, salmón del atlántico en agua dulce..... 469
Tabla 158. Estadísticas peso promedio alevín, salmón coho en agua dulce 470
Tabla 159. Estadísticas peso promedio alevín, trucha arcoíris en agua dulce..... 471
Tabla 160. Estadísticas peso promedio smolt, salmón del atlántico en agua dulce..... 472
Tabla 161. Estadísticas peso promedio smolt, salmón coho en agua dulce..... 473
Tabla 162. Estadísticas peso promedio smolt, trucha arcoíris en agua dulce 474
Tabla 163. Percentiles peso promedio por especie y etapa. 475

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Ejemplo visualización Spagueti Plot ACS 3A....64
Gráfico 2. Curva de mortalidad total de trucha en ACS 3A....89
Gráfico 3. Curvas de mortalidad total especie salmón coho a nivel nacional....90
Gráfico 4. Dendrograma de agrupamiento jerárquico aglomerativo....91
Gráfico 5. Resultados usando índices Dunn, Silhouette y David-Bouldin, especie coho....94
Gráfico 6. Curvas de mortalidad total, salmón coho, nivel nacional....95
Gráfico 7. Barplot uso total de antibióticos por especie en últimos dos periodos productivos....97
Gráfico 8. Barplot uso de antibióticos por periodo productivo según especie....98
Gráfico 9. Boxplot uso de antibióticos por especie por ciclo productivo....99
Gráfico 10. Boxplot uso de antibióticos por periodo productivo según especie....100
Gráfico 11. Barplot uso de antibióticos por etapa productiva según especie y periodo productivo....102
Gráfico 12. Barplot uso de antibióticos por ACS de la décima región según especie y periodo productivo....103
Gráfico 13. Barplot uso de antibióticos por ACS de la undécima región según especie y periodo productivo....104
Gráfico 14. Barplot uso de antibióticos por ACS de la duodécima región según especie y periodo productivo....104
Gráfico 15. Barplot de variación de uso de antibióticos entre periodos productivos según ACS de la décima región....108
Gráfico 16. Barplot de variación de uso de antibióticos entre periodos productivos según ACS de la undécima y duodécima región....109
Gráfico 17. Tratamientos Antiparasitarios por Año. Las cantidades de tratamientos antiparasitarios según la escala temporal analizada, evidencia una tendencia decreciente en el consumo de antiparasitarios con relación a la mediana anual....111
Gráfico 18. Tratamientos Antiparasitarios Parciales por Año. Observando el patrón de los tratamientos parciales a escala temporal, se observa de forma similar la tendencia decreciente en las medianas..112
Gráfico 19. Tratamientos Antiparasitarios por Macrozona. Diferencias en las cantidades de tratamientos a nivel espacial tomando como unidad de análisis la Macrozona....113
Gráfico 20. Tratamientos Antiparasitarios por Ciclo Productivo. Frecuencia de la cantidad de tratamientos antiparasitarios excluyendo valores iguales a cero, lo que permite observar la frecuencia pico entre los valores de consumo de antiparasitarios (7 a 14 tratamientos)....115
Gráfico 21. Curva de cantidad de tratamiento según duración ciclo....115
Gráfico 22. Curvas de mortalidad total de coho a nivel nacional....120
Gráfico 23. Curvas de mortalidad total de coho a nivel nacional....121
Gráfico 24. Curvas de mortalidad secundaria de coho a nivel nacional....122
Gráfico 25. Curvas de mortalidad secundaria de coho a nivel nacional....122
Gráfico 26. Curvas de mortalidad SRS de coho a nivel nacional....123
Gráfico 27. Curvas de mortalidad SRS de coho a nivel nacional....123
Gráfico 28. Curvas de mortalidad BKD de coho a nivel nacional....124

Gráfico 29. Curvas de mortalidad BKD de coho a nivel nacional....124
Gráfico 30. curvas de mortalidad total de salar a nivel nacional....126
Gráfico 31. Curvas de mortalidad total de salar a nivel nacional....127
Gráfico 32. Curvas de mortalidad secundaria de salar a nivel nacional....127
Gráfico 33. Curvas de mortalidad secundaria de salar a nivel nacional....128
Gráfico 34. Curvas de mortalidad SRS de salar a nivel nacional....128
Gráfico 35. Curvas de mortalidad SRS de salar a nivel nacional....129
Gráfico 36. Curvas de mortalidad BKD de salar a nivel nacional....130
Gráfico 37. Curvas de mortalidad BKD de salar a nivel nacional....130
Gráfico 38. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de salar a nivel nacional....131
Gráfico 39. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de salar a nivel nacional....131
Gráfico 40. Curvas de mortalidad total de trucha a nivel nacional....132
Gráfico 41. Curvas de mortalidad total de trucha a nivel nacional....133
Gráfico 42. Curvas de mortalidad secundaria de trucha a nivel nacional....133
Gráfico 43. Curvas de mortalidad secundaria de trucha a nivel nacional....134
Gráfico 44. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de trucha a nivel nacional....134
Gráfico 45. Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional....135
Gráfico 46. Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional....135
Gráfico 47. Curvas de mortalidad BKD de trucha a nivel nacional....136
Gráfico 48. Curvas de mortalidad BKD de trucha a nivel nacional....136
Gráfico 49. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de trucha a nivel nacional....137
Gráfico 50. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos....138
Gráfico 51. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos....138
Gráfico 52. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón de Atlántico....139
Gráfico 53. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón de Atlántico....139
Gráfico 54. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de trucha arcoíris....140
Gráfico 55. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de trucha arcoíris....140
Gráfico 56. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón coho....141
Gráfico 57. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón coho....141
Gráfico 58. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos....142
Gráfico 59. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos....142
Gráfico 60. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico....143
Gráfico 61. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico....143
Gráfico 62. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris....144
Gráfico 63. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris....144
Gráfico 64. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho....145
Gráfico 65. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho....145
Gráfico 66. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos....146
Gráfico 67. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos....146
Gráfico 68. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico....147

Gráfico 69. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico 147
Gráfico 70. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris.....148
Gráfico 71. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris.....148
Gráfico 72. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho.....149
Gráfico 73. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho 149
Gráfico 74. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos.....150
Gráfico 75. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos 150
Gráfico 76. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico 151
Gráfico 77. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico 151
Gráfico 78. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris.....152
Gráfico 79. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris 152
Gráfico 80. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho 153
Gráfico 81. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho.....153
Gráfico 82. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos.....154
Gráfico 83. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos 154
Gráfico 84. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón del Atlántico.....155
Gráfico 85. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón del Atlántico 155
Gráfico 86. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos trucha arcoíris 156
Gráfico 87. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos trucha arcoíris.....156
Gráfico 88. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón coho.....157
Gráfico 89. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón coho 157
Gráfico 90. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos 158
Gráfico 91. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos.....158
Gráfico 92. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón del Atlántico 159
Gráfico 93. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón del Atlántico.....159
Gráfico 94. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos trucha arcoíris.....160
Gráfico 95. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos trucha arcoíris 160
Gráfico 96. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón coho 161
Gráfico 97. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón coho.....161
Gráfico 98. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos 162
Gráfico 99. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos 162
Gráfico 100. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón del Atlántico 163
Gráfico 101. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón del Atlántico....163
Gráfico 102. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos trucha arcoíris.....164
Gráfico 103. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos trucha arcoíris 164
Gráfico 104. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón coho 165
Gráfico 105. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón coho.....165
Gráfico 106. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos.....166
Gráfico 107. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos 166
Gráfico 108. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón del Atlántico....167

Gráfico 109. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón del Atlántico ... 167
Gráfico 110. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos trucha arcoíris 168
Gráfico 111. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos trucha arcoíris 168
Gráfico 112. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón coho 169
Gráfico 113. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón coho 169
Gráfico 114. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos 170
Gráfico 115. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos 170
Gráfico 116. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón del Atlántico..... 171
Gráfico 117. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón del Atlántico 171
Gráfico 118. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos trucha arcoíris 172
Gráfico 119. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos trucha arcoíris 172
Gráfico 120. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón coho 173
Gráfico 121. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón coho 173
Gráfico 122. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos 174
Gráfico 123. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos 174
Gráfico 124. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón del Atlántico 175
Gráfico 125. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón del Atlántico 175
Gráfico 126. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos trucha arcoíris 176
Gráfico 127. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos trucha arcoíris 176
Gráfico 128. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón coho 177
Gráfico 129. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón coho 177
Gráfico 130. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos 178
Gráfico 131. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos 178
Gráfico 132. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón del Atlántico 179
Gráfico 133. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón del Atlántico 179
Gráfico 134. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos trucha arcoíris 180
Gráfico 135. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos trucha arcoíris 180
Gráfico 136. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón coho 181
Gráfico 137. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón coho 181
Gráfico 138. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados 183
Gráfico 139. Mortalidad total último periodo productivo cerrado por ACS 191
Gráfico 140. Cosecha salmónidos por especie 2010 al 2016 – Anuario Estadístico Sernapesca 194
Gráfico 141. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – salmón del atlántico 195
Gráfico 142. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – trucha arcoíris 198
Gráfico 143. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – salmón coho 201
Gráfico 144. Mortalidad causas primarias por ACS en penúltimo periodo productivo 205
Gráfico 145. Mortalidad causas primarias por ACS en último periodo productivo 206
Gráfico 146. Mortalidad secundaria ACS últimos dos periodos productivos cerrados 207
Gráfico 147. Mortalidad secundaria por ACS - Salmón del atlántico 213

Gráfico 148. Mortalidad secundaria por ACS - Trucha arcoíris 216
Gráfico 149. Mortalidad secundaria por ACS - Salmón coho 219
Gráfico 150. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo 224
Gráfico 151. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo 225
Gráfico 152. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS 226
Gráfico 153. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS 227
Gráfico 154. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto mortalidad secundaria para el último periodo productivo 229
Gráfico 155. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto mortalidad secundaria para el último periodo productivo 230
Gráfico 156. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Salmón Atlántico 232
Gráfico 157. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Salmón Atlántico 233
Gráfico 158.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS – Salmón Atlántico 233
Gráfico 159.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS – Salmón Atlántico 234
Gráfico 160.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Trucha arcoíris 236
Gráfico 161.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Trucha arcoíris 237
Gráfico 162.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS – Trucha arcoíris 237
Gráfico 163. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS – Trucha arcoíris 238
Gráfico 164.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Salmón coho 240
Gráfico 165. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Salmón coho 241
Gráfico 166.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS– Salmón coho 241
Gráfico 167. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS– Salmón coho 242
Gráfico 168. Mortalidad SRS últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 243
Gráfico 169. Mortalidad SRS - Salmón del atlántico 246

Gráfico 170. Mortalidad SRS - Trucha arcoíris 246
Gráfico 171. Mortalidad SRS - Salmón coho..... 246
Gráfico 172. Mortalidad BKD últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 250
Gráfico 173. Mortalidad BKD - Salmón del atlántico 253
Gráfico 174. Mortalidad BKD - Trucha arcoíris 253
Gráfico 175. Mortalidad BKD - Salmón coho 253
Gráfico 176.Mortalidad IPN últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 257
Gráfico 177. Mortalidad IPN - Salmón del atlántico..... 260
Gráfico 178. Mortalidad IPN - Trucha arcoíris 260
Gráfico 179. Mortalidad IPN - Salmón coho 260
Gráfico 180. Mortalidad Síndrome Ictérico últimos dos periodos productivos cerrados por ACS..... 264
Gráfico 181. Mortalidad Síndrome ictérico - Salmón coho..... 267
Gráfico 182. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 271
Gráfico 183. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - salmón del atlántico 274
Gráfico 184. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Trucha arcoíris 274
Gráfico 185.Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón coho 275
Gráfico 186.Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 276
Gráfico 187. Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón del atlántico..... 279
Gráfico 188.Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Trucha arcoíris 279
Gráfico 189. Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón coho 279
Gráfico 190.Mortalidad desadaptados/rezagados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS 280
Gráfico 191. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón del atlántico 283
Gráfico 192. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - Trucha arcoíris 283
Gráfico 193. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - Salmón coho 284
Gráfico 194. Promedio de mortalidad total por etapa por especie por periodo productivo por ACS. 285
Gráfico 195. Distribución de mortalidad total por etapa por especie por periodo productivo por ACS. 286
Gráfico 196. Promedio de mortalidad secundaria por etapa por especie por periodo productivo por ACS. 287
Gráfico 197. Distribución de mortalidad secundaria por etapa por especie por periodo productivo por ACS. 288

Gráfico 198. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón del atlántico 289
Gráfico 199.Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón del atlántico 289
Gráfico 200. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Trucha arcoíris 290
Gráfico 201. Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS – Trucha arcoíris..... 290
Gráfico 202. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón coho 291
Gráfico 203. Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS – Salmón coho..... 291
Gráfico 204. ACS con variación positiva de mortalidad por causas principales 292
Gráfico 205. ACS con variación positiva rango superior (rojo y morado) de mortalidad por causas principales..... 292
Gráfico 206. Mortalidad total y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016..... 295
Gráfico 207.Mortalidad secundaria y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016 296
Gráfico 208. Biomasa y mortalidad semanal, causal secundaria SRS, semana 33 del 2012 a la semana 20 de 2016. 297
Gráfico 209. Biomasa y mortalidad semanal, causal sin causa aparente. 298
Gráfico 210. Biomasa y porcentaje mortalidad BKD semanal 299
Gráfico 211. Biomasa y mortalidad semanal causal secundaria IPN 300
Gráfico 212. Biomasa y mortalidad semanal, causal secundaria síndrome ictérico. 301
Gráfico 213. Biomasa y mortalidad total macrozona 1X 302
Gráfico 214. Biomasa y mortalidad total macrozona 2X 303
Gráfico 215. Biomasa y mortalidad total macrozona 3X 303
Gráfico 216. Biomasa y mortalidad total macrozona 4X 304
Gráfico 217. Biomasa y mortalidad total macrozona 5X 305
Gráfico 218. Biomasa y mortalidad total macrozona 1XI 306
Gráfico 219. Biomasa y mortalidad total macrozona 2XI 306
Gráfico 220. Biomasa y mortalidad total macrozona 3XI 307
Gráfico 221. Biomasa y mortalidad total macrozona 1XII 308
Gráfico 222. Biomasa y mortalidad total macrozona 2XII 309
Gráfico 223. Probabilidad de reporte de SRS en ciclos de cultivo. 311
Gráfico 224. Probabilidad de reporte de BKD en ciclos de cultivo..... 311
Gráfico 225. Probabilidad de reporte de IPN en ciclos de cultivo..... 312
Gráfico 226. Probabilidad de reporte de mortalidad subclasificada como productiva en ciclos de cultivo. 313
Gráfico 227. Reporte de mortalidad subclasificada como productiva y mortalidad de SRS. 313
Gráfico 228. Correlaciones entre nivel de mortalidad SCA y SRS según especies de cultivo. 314
Gráfico 229. Distribución y estadísticas asociadas a la duración del ciclo de producción según especies 315
Gráfico 230. Función de supervivencia de Klapan-Meier para SRS 316
Gráfico 231. Función de supervivencia de Klapan-Meier para IPN 317
Gráfico 232. Función de supervivencia de Klapan-Meier para BKD 317

Gráfico 233. Curvas de mortalidad por SRS de trucha en ACS 3A 318
Gráfico 234. Curvas de mortalidad por SRS trucha arcoíris a nivel nacional 319
Gráfico 235 Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional..... 320
Gráfico 236. Número de Pisciculturas Otorgadas por Región 2010 -2017..... 325
Gráfico 237. Pisciculturas Operativas a Nivel Nacional periodo 2010-2017 326
Gráfico 238. Porcentaje de Operación de Pisciculturas Otorgadas por Región 2010 -2017 326
Gráfico 239. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas 327
Gráfico 240. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Coquimbo 332
Gráfico 241. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Coquimbo 332
Gráfico 242. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 – 2017 en la región de Valparaíso 334
Gráfico 243. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Valparaíso 335
Gráfico 244. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región Metropolitana 337
Gráfico 245. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región Metropolitana..... 338
Gráfico 246. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región del Maule.. 340
Gráfico 247. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región del Maule..... 341
Gráfico 248. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región del Biobío . 344
Gráfico 249. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región del Biobío..... 344
Gráfico 250. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región La Araucanía 347
Gráfico 251. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de La Araucanía 347
Gráfico 252. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010-2017 en la Región de Los Ríos 349
Gráfico 253. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Los Ríos..... 350
Gráfico 254. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Los Lagos 353
Gráfico 255. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Los Lagos..... 353
Gráfico 256. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Aysén .. 355
Gráfico 257. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Aysén..... 356
Gráfico 258. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 – 2017 en la Región de Magallanes 358
Gráfico 259. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Magallanes 359
Gráfico 260. Causales primarias declaradas, 2010-2017. 362
Gráfico 261. Causales primarias declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017 364
Gráfico 262. Causales primarias declaradas, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017..... 364
Gráfico 263. Causales primarias declaradas, salmón coho, alevín, 2010-2017. 364
Gráfico 264. Causales primarias declaradas, salmón coho, smolt, 2010-2017. 364
Gráfico 265. Causales primarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017..... 364
Gráfico 266. Causales primarias declaradas, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017. 364

Gráfico 267. Frecuencia de declaración y porcentaje causales de mortalidad primaria, 2017 365
Gráfico 268. Causales de mortalidad primarias declaradas. 2017. 365
Gráfico 269. Causales primarias declaradas, 2017. 366
Gráfico 270. Causales de mortalidad primaria declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2017. 367
Gráfico 271. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón del atlántico, smolts, 2017. 367
Gráfico 272. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón coho, alevín, 2017. 367
Gráfico 273. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón coho, smolts, 2017. 367
Gráfico 274. Causales de mortalidad primarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2017. 367
Gráfico 275. Causales de mortalidad primaria, trucha arcoíris, smolts, 2017. 367
Gráfico 276. Causales secundarias declaradas, 2010-2017. 368
Gráfico 277. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017. 369
Gráfico 278. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, 2010-2017. 369
Gráfico 279. Causales secundarias declaradas, salmón coho, alevín, 2010-2017. 369
Gráfico 280. Causales secundarias declaradas, salmón coho, smolt, 2010-2017. 369
Gráfico 281. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017. 369
Gráfico 282. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, 2010-2017. 369
Gráfico 283. Causales secundarias declaradas, 2017. 370
Gráfico 284. Causales de mortalidad secundaria declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2017. 371
Gráfico 285. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, smolt, 2017. 371
Gráfico 286. Causales de mortalidad secundarias declaradas, salmón coho, alevín, 2017. 371
Gráfico 287. Causales secundarias declaradas, salmón coho, smolt, 2017. 371
Gráfico 288. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2017. 371
Gráfico 289. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, smolt, 2017. 371
Gráfico 290. Pisciculturas con presencia de causales primarias, 2010-2017. 373
Gráfico 291. Pisciculturas con presencia de causales primarias, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017. 375
Gráfico 292. Pisciculturas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017. 375
Gráfico 293. Pisciculturas con presencia de causal primaria, salmón coho, alevín, 2010-2017. 375
Gráfico 294. Pisciculturas con presencia de causales primarias, salmón coho, smolts, 2010-2017. 375
Gráfico 295. Pisciculturas con presencia de causales primarias, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017. 375
Gráfico 296. Pisciculturas con presencia de causales primarias, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017. 375
Gráfico 297. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, 2010-2017. 376
Gráfico 298. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017. 378
Gráfico 299. Pisciculturas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017. 378
Gráfico 300. Pisciculturas con presencia de causal secundaria, salmón coho, alevín, 2010-2017. 378
Gráfico 301. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, salmón coho, smolts, 2010-2017. 378
Gráfico 302. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017. 378

Gráfico 303. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017. 378
Gráfico 304. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017. 380
Gráfico 305. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017. 380
Gráfico 306. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón coho, alevín, 2010-2017. 380
Gráfico 307. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón coho, smolt, 2010-2017. 380
Gráfico 308. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017. 380
Gráfico 309. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017. 380
Gráfico 310. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017. 382
Gráfico 311. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017. 382
Gráfico 312. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón coho, alevín, 2010-2017. 382
Gráfico 313. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón coho, smolt, 2010-2017. 382
Gráfico 314. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017. 382
Gráfico 315. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017. 382
Gráfico 316. Gráfico de cuadrantes para 9 implementaciones y su relación con la necesidad factible de implementación en plazos y el nivel de impacto en la reducción de brechas en mortalidades en SIFA 419
Gráfico 317. Gráfico de cuadrantes para 11 brechas y su relación con la necesidad factible de implementación en plazos y el nivel de impacto en la reducción de brechas en mortalidades en SIFA 421
Gráfico 318. Percentiles N° individuos máximo alevín, salmón del atlántico en agua dulce 461
Gráfico 319. Percentiles N° individuos máximo alevín, salmón coho en agua dulce 462
Gráfico 320. Percentiles N° individuos máximo alevín, trucha arcoíris en agua dulce..... 463
Gráfico 321.Percentiles N° individuos máximo smolt, salmón del atlántico en agua dulce 464
Gráfico 322.Percentiles N° individuos máximo smolt, salmón coho en agua dulce 465
Gráfico 323. Percentiles N° individuos máximo smolt, trucha arcoíris en agua dulce..... 466
Gráfico 324. Percentiles peso promedio alevín, salmón del atlántico en agua dulce. 469
Gráfico 325. Percentiles peso promedio alevín, salmón coho en agua dulce. 470
Gráfico 326. Percentiles peso promedio alevín, trucha arcoíris en agua dulce. 471
Gráfico 327. Percentiles peso promedio smolt, salmón del atlántico en agua dulce..... 472

Gráfico 328. Percentiles peso promedio smolt, salmón coho en agua dulce.....473
Gráfico 329. Percentiles peso promedio smolt, trucha arcoíris en agua dulce. 474

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura del Informe 32
Figura 2. Aplicación de la vigilancia de enfermedades 34
Figura 3. Categorización mortalidad primaria y secundaria 40
Figura 4. Interfaz de acceso al sistema SIFA. 45
Figura 5. Modelo de Datos módulo de mortalidades SIFA 47
Figura 6. Modelo de datos módulo de tratamientos y vacunaciones sistema SIFA. 49
Figura 7. Esquema descanso sanitario coordinado 53
Figura 8. Actividades realizadas por el algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos 54
Figura 9. Actividad "Obtener concesiones vigentes" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos. 55
Figura 10. Actividad "Identificar ciclos" del algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos. 55
Figura 11. Actividad "Rectificar inconsistencias" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos. 56
Figura 12. Actividad "Obtener siembras" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos. 57
Figura 13. Actividad "Guardar ciclos en base de datos" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos. 58
Figura 14. Modelo de datos sistema ciclos productivos 59
Figura 15. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Problemas en la captura de información 384
Figura 16. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Errores de declaración 386
Figura 17. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Problemas transversales 387
Figura 18. Esquema Brechas de información de mortalidades – Problemas en la captura de información 390
Figura 19. Esquema Brechas de información de mortalidades – Errores en la declaración 393
Figura 20. Esquema Brechas de información de mortalidades – Problemas en la captura de información 394
Figura 21. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos - Problema captura de información 396
Figura 22. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos – Errores de declaración 396
Figura 23. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos – Problemas transversales 397
Figura 24. Esquema Resumen brechas de mortalidades - Problema captura de información 398
Figura 25.Esquema Resumen brechas de mortalidades - Errores de declaración 398
Figura 26. Esquema Resumen brechas de mortalidades - Problemas transversales 399
Figura 27. Hoja de ruta de mejoramiento captura de información de tratamientos 410
Figura 28. Hoja de ruta de mejoramiento captura de información de mortalidades 411
Figura 29. Programa Taller de transferencia tecnológica, proyecto FIE ID1697-226-IN17 414
Figura 30. Cuadro resumen respecto a análisis de causales de mortalidad primaria en agua dulce. ... 430

Figura 31. Cuadro resumen análisis de causales de mortalidad secundaria en agua dulce. 430
Figura 32. Campo N° de individuos máximo en planilla de declaración de mortalidades. 460
Figura 33. Campo peso promedio en planilla de declaración de mortalidades. 468

Índice de Mapas

Mapa 1. Mapa ACS y macrozonas X y XI Región 51
Mapa 2. Mapa ACS y macrozonas XII Región 52
Mapa 3. Mortalidad total por ACS - X Región 188
Mapa 4. Mortalidad total por ACS - XI Región 189
Mapa 5. Mortalidad total por ACS - XII Región 190
Mapa 6. Mapa ACS sobre mediana mortalidad total último periodo productivo cerrado – X y XI Región 192
Mapa 7. Mapa ACS sobre mediana mortalidad total último periodo productivo cerrado – XII Región 193
Mapa 8. Mortalidad secundaria por ACS - X Región 210
Mapa 9. Mortalidad secundaria por ACS - XI Región 211
Mapa 10. Mortalidad secundaria por ACS - XII Región 212
Mapa 11. Mortalidad SRS por ACS – X Región 247
Mapa 12. Mortalidad SRS por ACS – XI Región 248
Mapa 13.Mortalidad SRS por ACS – XII Región 249
Mapa 14. Mortalidad BKD por ACS - X Región 254
Mapa 15.Mortalidad BKD por ACS - XI Región 255
Mapa 16. Mortalidad BKD por ACS - XII Región 256
Mapa 17. Mortalidad IPN por ACS - X Región 261
Mapa 18. Mortalidad IPN por ACS - XI Región 262
Mapa 19. Mortalidad IPN por ACS - XII Región 263
Mapa 20. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - X Región 268
Mapa 21. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - XI Región 269
Mapa 22. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - XII Región 270
Mapa 23. ACS con variación positiva superior de mortalidad por causas principales - X Región 293
Mapa 24. ACS con variación positiva superior de mortalidad por causas principales - XI Región 294
Mapa 25. Distribución de Pisciculturas a nivel nacional 324
Mapa 26. Concentración de las Pisciculturas Otorgadas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesorregión sur austral 328
Mapa 27. Concentración de las Pisciculturas Operativas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesoregión sur austral 329
Mapa 28. Concentración Anual de las Pisciculturas Operativas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesoregión sur austral 330
Mapa 29. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Coquimbo 333
Mapa 30. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Valparaíso 336
Mapa 31. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región Metropolitana 339
Mapa 32. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región del Maule 342
Mapa 33. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región del Biobío 345
Mapa 34. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de La Araucanía 348
Mapa 35. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Los Ríos 351

Mapa 36. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Los Lagos 354
Mapa 37. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Aysén 357
Mapa 38. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Magallanes 360

I. Lista de acrónimos y abreviaturas

1) **ACS:** Agrupación de concesiones de salmónidos
2) **CAM:** Certificado de autorización de movimiento
3) **CSM:** Certificado sanitario de movimiento
4) **FAN:** Florecimiento de Algas Nocivas
5) **RNA:** Registro Nacional de Acuicultura
6) **PSGM:** Programa sanitario general de manejo de mortalidades
7) **RESA:** Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de la Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas
8) **SERNAPESCA:** Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
9) **SIFA:** Sistema Integrad o de Fiscalización de Acuicultura
10) **SUBPESCA:** Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
11) **Siep:** base de datos donde se registra la información de operación, abastecimiento y existencias mensualmente, antes del funcionamiento del sistema SIFA.

II. Resumen Ejecutivo

Este documento corresponde al informe final del proyecto ID1697-226-IN17 titulado "Definir los indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos y estandarización y normalización del reporte del uso de fármacos y mortalidades". Para nuestro conocimiento, son pocos los países que tienen implementado un sistema de captura de información y nivel de reporte en forma rutinaria y a nivel nacional. Se pueden mencionar, por ejemplo, las actividades ganaderas en Francia, Suiza y España. Por lo tanto, la información reportada en este informe es un apoyo importante para la evaluación del actual sistema de vigilancia reporte del uso de fármacos y mortalidades. El proyecto fue ejecutado por EPIVET en conjunto con el equipo del Programa Cluster y Territorio del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, además consultores de la Fundación para la Transferencia Tecnológica UNTEC.

El informe está basado en el análisis de la información reportada por los productores de salmón para el periodo que comprende desde enero del 2011 hasta diciembre del 2017. Esta información ha sido capturada y almacenada en el Sistema Integrado de Fiscalización de Acuicultura (SIFA) al que el equipo investigador tuvo acceso. A partir de la integración y manipulación de datos se generaron nuevas bases de datos que consolidaron esta información y desde la cual se realizaron los análisis descriptivos y la generación de indicadores reportados en este informe.

El informe constituye un hito en las actividades de la vigilancia y monitoreo de enfermedades en nuestro país. En primer lugar, el reporte obligatorio de parte de los productores de información sanitario-productiva es una excepción a nivel mundial, no solo en la producción de salmón, sino que como parte de la producción de proteína y futuras actividades de monitoreo. En segundo lugar, es la primera vez que se logra capturar la información a nivel de ciclo de producción, definiendo e individualizando dichos ciclos. Esta nueva mirada de ciclo de cultivo es crucial por cuanto se entrega una mirada sanitaria y productiva de gran valor con indicadores de referencia para la producción de salmones a la unidad de producción primaria y epidemiológica. Finalmente, por primera vez se entregan valores de referencia en muchos aspectos, lo que permitirán la evaluación continua de las actividades de monitoreo y vigilancia.

Este informe entrega indicadores de salud para la salmonicultura como herramientas prácticas para la medición y el monitoreo de la situación general de la industria nacional, cuya preocupación tiene énfasis en las dos enfermedades más importantes para la industria como son la piscirickettsiosis y la infestación parasitaria causada por *Caligus rogercresseyi*. Un indicador resume o simplifica datos relevantes acerca del estatus o evolución de un número de fenómenos o síntomas. Este indicador puede asumir formas cuantitativas o cualitativas (nominal u ordinal), donde cada uno entrega información parcial de un aspecto de la cadena de producción del salmón, y el monitoreo de cada indicador permite llevar a cabo análisis de tendencia de ese aspecto en particular. Los indicadores reportados debieran permitir medir el nivel de salud animal de la población de salmones de cultivo al final de cada año calendario y monitorear su evolución en el tiempo. Por último, los indicadores presentados se expresan a nivel del ciclo de producción, la agrupación de concesiones de salmones (ACS) y macrozonas.

El informe reporta las actividades y análisis donde se identifican las tendencias de mortalidades en agua de mar por especie, etapa productiva y causa, entregando una mirada territorial y epidemiológica

a la información sanitaria entregada por la autoridad. Los resultados del estudio por objetivo específico dan cuenta de:

1. Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.
2. Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar.
3. Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce.
4. Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado.
5. Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA, respecto a la captura de información de centros de cultivo.
6. Transferencia Tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

El estudio obtiene indicadores de un total de 1.007 ciclos de producción, donde la especie salmón del atlántico constituye el 54% de estos ciclos. Como una forma fácil de comprender la utilidad de este estudio, hemos puesto los siguientes ejemplos que caracterizan el sistema productivo histórico del salmón de cultivo en Chile, según especie. Un centro de cultivo de esta especie siembra en promedio 940 mil peces con un peso promedio de 140 gramos. La duración de un ciclo de producción es en promedio de 76 semanas (±17 meses) con un peso de cosecha promedio de 5,1 kilogramos. El promedio de mortalidad total para la especie es de 17,4%, con un promedio de un 3,12% por causas secundarias. Dentro de las causas secundarias, la principal condición que afecta a la especie es la piscirickettsiosis o SRS. La mortalidad promedio atribuida a esta enfermedad es de un 2,39%, es decir, un 76,6% de la mortalidad secundaria esperable. La probabilidad que un ciclo de producción de salmón del atlántico reporte mortalidad atribuible a SRS es de un 97,5% y el tiempo medio desde la siembra de smolt al reporte de mortalidad por SRS es de 17 semanas. Finalmente, el consumo promedio de antimicrobianos para combatir principalmente esta enfermedad es de 2 toneladas.

Para el caso del salmón coho, un centro de cultivo siembra en promedio 925 mil peces con un peso promedio de 178 gramos. La duración de un ciclo de producción es en promedio de 43 semanas (±9-10 meses) con un peso de cosecha promedio de 3,4 kilogramos. El promedio de mortalidad total para la especie es de 10%, con un promedio de un 1,4% por causas secundarias. Dentro de las causas secundarias, la principal condición que afecta a la especie es la piscirickettsiosis o SRS. La mortalidad promedio atribuida a esta enfermedad es de un 0,5%, es decir, un 36% de la mortalidad secundaria esperable. La probabilidad que un ciclo de producción de salmón coho reporte mortalidad atribuible a SRS es de un 83,5% y el tiempo medio desde la siembra de smolt al reporte de mortalidad por SRS es de 19 semanas. Finalmente, el consumo promedio de antimicrobianos para combatir principalmente esta enfermedad es de 1 tonelada.

Finalmente, y para el caso de la trucha arcoíris, un centro de cultivo siembra en promedio 1.026.000 peces con un peso promedio de 220 gramos. La duración de un ciclo de producción es en promedio de 49 semanas (±11 meses) con un peso de cosecha promedio de 2,8 kilogramos. El promedio de mortalidad total para la especie es de 17%, con un promedio de un 5,12% por causas secundarias. Dentro de las causas secundarias, la principal condición que afecta a la especie es la piscirickettsiosis o

SRS. La mortalidad promedio atribuida a esta enfermedad es de un 4,36%, es decir, un 85,2% de la mortalidad secundaria esperable. La probabilidad que un ciclo de producción de trucha arcoíris reporte mortalidad atribuible a SRS es de un 94% y el tiempo medio desde la siembra de smolt al reporte de mortalidad por SRS es de 19 semanas. Finalmente, el consumo promedio de antimicrobianos para combatir principalmente esta enfermedad es de, al igual que el salmón coho, 1 tonelada.

Lo anterior permite obtener una visión robusta de la situación sanitaria productiva de la industria. La situación del salmón coho con respecto a las otras dos especies aparece como privilegiada. Esta especie aparece con un ciclo de producción más corto, con menores niveles de mortalidad total y secundaria y aunque el tiempo medio de reporte de SRS sea similar con las otras especies, la mortalidad atribuible por SRS es mucho menor comparado con las otras especies. Más aún, los pesos de cosecha del salmón coho son superiores a los reportados para la trucha arcoíris (a igualdad de duración de ciclo de producción). A primera vista, el salmón coho aparece como una especie idónea para nuestro país, sin embargo, surge la pregunta del por qué los niveles de antibióticos consumidos para esta especie son proporcionalmente similares a los niveles de consumo de las otras dos especies.

Cada uno de estos indicadores se reportan con sus respectivas medidas de centralidad o ubicación (promedio, mediana, mínimo y máximo), estimadores de dispersión (desviación estándar o rango intercuartil) y grados de precisión y confianza (intervalo de confianza). A su vez, estos indicadores se presentan estratificados por región administrativa, ACS y macrozonas.

Esperamos que este informe final sea utilizado como un documento de referencia tanto para los productores como para la autoridad, pero también para los distintos grupos de investigación tanto nacionales e internacionales, y el público en general. Creemos que a partir de estos indicadores se podrán definir nuevas metas, así como adaptaciones de la nueva normativa para una vigilancia y monitoreo más eficiente de las enfermedades que afectan a la industria. El resultado a largo plazo es que en conjunto logremos posicionar a Chile líder en la producción sustentable en el cultivo del salmón.

III. Executive Summary

This document corresponds to the final report of the project ID1697-226-IN17 entitled "Define the indicators for integrated health management in the culture of salmonids and standardization and normalization of the report of the use of drugs and mortalities". To our knowledge, there are few countries that have implemented a system of information capture and reporting level routinely and nationally. It can be mentioned, for example, livestock activities in France, Switzerland and Spain. Therefore, the information reported in this document is an important support for the evaluation of the current surveillance system of the report of the use of drugs and mortalities. The project was executed by EPIVET in conjunction with the Cluster and Territory Program team of the Industrial Engineering Department of the University of Chile, as well as consultants from the UNTEC Technology Transfer Foundation.

The report is based on the analysis of the information reported by the salmon producers for the period from january 2011 to december 2017. This information has been captured and stored in the Integrated Aquaculture Inspection System (SIFA) to which the investigative team had access. From the integration and manipulation of data, new databases were generated that consolidated this information and from which the descriptive analyzes and the generation of indicators reported in this report were made.

The report constitute a milestone in the activities of surveillance and monitoring of diseases in our country. In the first place, the mandatory reporting by producers of health-productive information is an exception worldwide, not only in the production of salmon, but also as part of the production of protein and future monitoring activities. Secondly, it is the first time that information has been captured at the production cycle level, defining and individualizing these cycles. This new vision of the production cycle is crucial because it provides a high-quality health and production perspective with reference indicators for the production of salmon to the primary and epidemiological production unit. Finally, for the first time, reference values are delivered in many aspects, which will allow the continuous evaluation of monitoring and surveillance activities.

This report provides health indicators for salmon farming as practical tools for measuring and monitoring the general situation of the national industry, whose concern has an emphasis on the two most important diseases for the industry such as piscirickettsiosis and parasitic infestation caused by *Caligus rogercresseyi*. An indicator summarizes or simplifies relevant data about the status or evolution of a number of phenomena or symptoms. This indicator can assume quantitative or qualitative forms (nominal or ordinal), where each one provides partial information on one aspect of the salmon production chain, and the monitoring of each indicator allows carrying out trend analysis of that particular aspect. The reported indicators should allow to measure the level of animal health of the population of farmed salmon at the end of each calendar year and monitor its evolution over time. Finally, the indicators presented are expressed at the level of the production cycle, the grouping of salmon concessions (ACS) and macrozones.

The document reports the activities and analysis where mortalities trends in sea water are identified by species, productive stage and cause, giving a territorial and epidemiological view to the health information provided by the authority. The results of the study by specific objective show:

1. Determination of historical indicators of antimicrobial and antiparasitic consumption in seawater fattening centers.
2. Determination of historical indicators of mortalities in seawater.
3. Determination of historical indicators of mortalities in freshwater.
4. Identification of gaps of drug use information (antimicrobials and antiparasitic) and mortalities, based on the analysis performed.
5. Proposal of validators in the treatments and mortalities module of SIFA, regarding the capture of information from farming centers.
6. Technological transfer of the results and products to the National Fisheries Service and Aquaculture.

The study obtains indicators of a total of 1007 production cycles, where the Atlantic salmon species constitutes 54% of these cycles. As an easy way to understand the usefulness of this study, we have put the following examples that characterize the historical production system of farmed salmon in Chile, by species. A farming center of this species may restock on average 940 thousand fish with an average weight of 140 grams. The duration of a production cycle is on average 76 weeks (± 17 months) with an average harvest weight of 5.1 kilograms. The average total mortality for the species is 17.4%, with an average of 3.12% due to secondary causes. Within the secondary causes, the main condition that affects the species is piscirickettsiosis or SRS. The average mortality attributed to this disease is 2.39%, that is, 76.6% of the expected secondary mortality. The probability that an Atlantic salmon production cycle will report mortality attributable to SRS is 97.5% and the mean time from stocking the smolt to the SRS mortality report is 17 weeks. Finally, the average consumption of antimicrobials to fight mainly this disease is 2 tons.

In the case of coho salmon, a farming center may restock an average of 925 thousand fish with an average weight of 178 grams. The duration of a production cycle is on average 43 weeks (± 9-10 months) with an average harvest weight of 3.4 kilograms. The average total mortality for the species is 10%, with an average of 1.4% due to secondary causes. Within the secondary causes, the main condition that affects the species is piscirickettsiosis or SRS. The average mortality attributed to this disease is 0.5%, that is, 36% of the expected secondary mortality. The probability that a production cycle of coho salmon reports mortality attributable to SRS is 83.5% and the average time from stocking smolt to reporting mortality by SRS is 19 weeks. Finally, the average consumption of antimicrobials to fight mainly this disease is 1 ton.

Finally, in the case of rainbow trout, a culture center may restock an average of 1.026.000 fish with an average weight of 220 grams. The duration of a production cycle is on average 49 weeks (± 11 months) with an average harvest weight of 2.8 kilograms. The average total mortality for the species is 17%, with an average of 5.12% due to secondary causes. Within the secondary causes, the main condition that affects the species is piscirickettsiosis or SRS. The average mortality attributed to this disease is 4.36%, that is, 85.2% of the expected secondary mortality. The probability that a production cycle of rainbow trout will reporrt mortality attributable to SRS is 94% and the average time from the stocking of smolt to the report of mortality by SRS is 19 weeks. Finally, the average consumption of antimicrobials to fight mainly this disease is, like the salmon coho, 1 ton.

This allows obtaining a robust view of the productive health situation of the industry. The situation of coho salmon with respect to the other two species appears as privileged. This species appears with a shorter production cycle, with lower levels of total and secondary mortality and although the mean time of reporting of SRS is similar with the other species, the mortality attributable to SRS is much lower compared with the other species. Moreover, the harvest weights of coho salmon are higher than those reported for rainbow trout (with equal production cycle duration). At first sight, coho salmon appears as a suitable species for our country, however, the question arises as to why the levels of antibiotics consumed for this species are proportionally similar to the consumption levels of the other two species.

Each of these indicators are reported with their respective measures of centrality or location (average, median, minimum and maximum), dispersion estimators (standard deviation or interquartile range) and degrees of precision and confidence (confidence interval). In turn, these indicators are presented stratified by administrative region, ACS and macrozones.

We hope that this final report will be used as a reference document both for producers and for the authority, but also for the different national and international research groups and people in general. We believe that based on these indicators, new goals can be defined, as well as adaptations of the new regulations for a more efficient surveillance and monitoring of the diseases that affect the industry. The long-term result is that together we can achieve to position Chile as the leader in sustainable production in salmon farming.

IV. Introducción

El presente documento corresponde al informe final del proyecto "*Definir los indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos y estandarización y normalización del reporte del uso de fármacos y mortalidades*" solicitado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca). El objetivo de este proyecto es estandarizar el reporte del uso de fármacos y mortalidades, y definir indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos.

El estudio plantea como desafío analizar la información de ciclos productivos, sin embargo, actualmente no se cuenta con la identificación de inicio y término de forma automatizada. Esto conllevó desarrollar un algoritmo de cálculo con implementación informática que definió estas fechas y adicionalmente rectificó la información inconsistente. Por consiguiente, se contará con una base de datos robusta para generar los productos esperados.

La estructura del informe presentado sigue la siguiente lógica que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Estructura del Informe

En la primera sección se despliegan los objetivos del estudio, detallando cada uno de sus objetivos específicos que conducirán hacia la concreción de objetivo general. Se puntualiza sobre temas como antimicrobianos y antiparasitarios, tendencias de mortalidades en agua de mar y en agua dulce, descripción de las brechas de información en relación con el uso de fármacos y mortalidades. Además, dentro de los objetivos se plantea la propuesta de validadores para la mejora en el proceso de captura de datos y por último el objetivo de transferencia tecnológica a la institución mandante.

La segunda sección aborda el esquema metodológico que permitirá alcanzar los objetivos planteados en la primera sección. Este capítulo aborda las definiciones conceptuales, aspectos centrales del tratamiento de la información utilizada y la generación de indicadores.

En la tercera sección se abordan los resultados del estudio, detallando las temáticas en función de aspectos espaciales y temporales (unidad geográfica, ciclos y periodos productivos), sanitarios (enfermedades) como productivos (especie y etapa).

En la última sección y a modo de corolario, se detallan tanto las conclusiones y recomendaciones como parte de la discusión de los resultados.

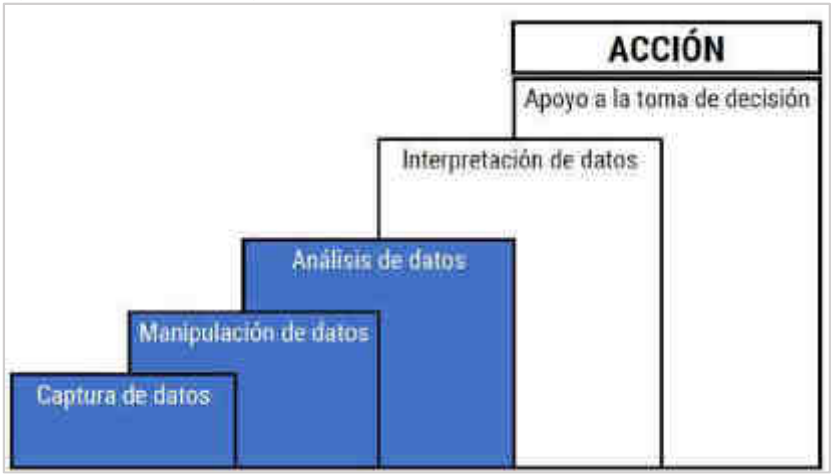
El equipo consultor del presente estudio lo componen diversas esferas del conocimiento, abarcando disciplinas tales como epidemiología, ingeniería y geografía que hace posible generar resultados robustos en tratamiento de información, representación territorial y análisis de resultados.

Este proyecto se desarrolló en estrecha colaboración con Sernapesca y el equipo del Programa FIE V014, denominado "*Programa para la Gestión Sanitaria en la Acuicultura*" como contraparte de la asesoría, con reuniones regulares de trabajo para el diseño, análisis y evaluación de los productos contemplados.

Acerca de la vigilancia de enfermedades

La vigilancia de enfermedades es la investigación continua de una población determinada para la detección de la ocurrencia de una enfermedad, que requiere de una acción determinada. Esto involucra la recolección sistemática continua, análisis e interpretación de datos de salud animal, lo cual es esencial para la planificación, implementación y evaluación de sistemas de salud animal, y que a su vez tenga una diseminación en forma oportuna. La aplicación de los datos de vigilancia es esencial para la prevención y control. Un sistema de vigilancia requiere de una capacidad funcional para la recolección de datos, análisis y su diseminación. La Figura 2 esquematiza la aplicación de la vigilancia de enfermedades. Las áreas coloreadas de azul corresponden a las secciones reportadas en este informe.

Figura 2. Aplicación de la vigilancia de enfermedades



Acerca de los indicadores de salud

Este informe entrega indicadores de salud para la salmonicultura como herramientas prácticas para la medición y el monitoreo de la situación general de la industria nacional, con énfasis en las dos enfermedades más importantes para la industria como son la piscirickettsiosis y la infestación parasitaria causada por *Caligus rogercresseyi*. Los indicadores permitirán medir el nivel de salud animal de la población de salmones de cultivo al final de cada año calendario y monitorear su evolución en el tiempo.

El sistema de información de fiscalización de la acuicultura (SIFA) recibe información en forma regular de parte de los productores de salmón para monitorear y controlar la salud de los peces y las actividades relacionadas con los operadores. La abundante información que se genera a partir del SIFA es compleja y, por lo tanto, sería de difícil manejo incorporar todos los resultados de los análisis como indicadores.

Por esta razón, hemos seleccionado y profundizado en un número selecto de indicadores de riesgo que pueden ayudar al proceso de toma de decisión.

Un indicador resume o simplifica datos relevantes acerca del estatus o evolución de un número de fenómenos o síntomas. Un indicador puede asumir formas cuantitativas o cualitativas (nominal u ordinal), donde cada indicador entrega información parcial de un aspecto de la cadena de producción del salmón, y el monitoreo de cada indicador permite llevar a cabo análisis de tendencia de ese aspecto en particular.

Los indicadores de salud de peces presentados en este informe no son indicadores de rendimiento o performance productiva, en el sentido que estos indicadores no están diseñados para evaluar el nivel de rendimiento bajo un cierto número de actividades ni tampoco el rendimiento del servicio veterinario oficial. Los indicadores presentados son básicamente descriptivos en su naturaleza y están definidos para la comunicación y el apoyo en el proceso de toma de decisiones.

Para la selección de los indicadores, se consideraron los siguientes criterios (Baert et al., 2011):

- *Medibilidad*: los indicadores deben ser cuantitativamente medibles, ya que el objetivo es seguir las tendencias en el tiempo.

- *Independencia*: los indicadores deben ser independientes. Distintos indicadores no deben medir aspectos similares de la cadena de producción de salmones.

- *Fiabilidad*: los indicadores deben ser sólidos, confiables y lo más insensibles posible al sesgo.

- *Disponibilidad*: los datos utilizados en el indicador deben estar disponibles en informes, documentos o bases de datos.

- *Representatividad*: todo el conjunto de indicadores debe incluir las diversas categorías de riesgos para la salud de salmones dentro del alcance del sistema de vigilancia.

- Falta de ambigüedad en la formulación: debe existir una relación inequívoca entre el indicador y el estado general de la salud de salmones.

- *Durabilidad*: los indicadores ya han sido medidos durante un largo período de tiempo, y se espera que sean seguidos durante muchos años más.

Los indicadores de salud de salmones son definidos al primer nivel de producción primaria, es decir, el centro de cultivo de salmones durante la fase engorda en mar para las tres especies de cultivo (i.e., salmón del atlántico o salar, salmón coho y trucha arcoíris).

V. Objetivos del estudio

5.1. Objetivo General

Estandarizar el reporte del uso de fármacos y mortalidades, y definir indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos

5.2. Objetivos específicos

1) Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.
2) Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar.
3) Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce.
4) Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado.
5) Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA, respecto a la captura de información de centros de cultivo.
6) Transferencia Tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

5.3. Actividades y productos

Objetivo 1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.

Actividades

- Evaluar los tipos de tratamientos antimicrobianos y antiparasitarios y las tendencias de su uso en función del tiempo cronológico y ciclos de producción.
- Comparar el uso de antimicrobianos entre diferentes poblaciones de especies (salmón del atlántico o salar, salmón coho y trucha arcoíris) y escala espacial (ACS y Macrozona).
- Comparar el uso de los distintos principios activos.
- Identificación de productores con menores consumos de antibiótico por ciclo productivo.

Productos

- Valores de referencia para tratamientos y tendencias del uso de antimicrobianos y antiparasitarios.
- Valores de referencia para el consumo de antimicrobianos y antiparasitarios según especies y zonas geográficas.
- Ranking de ciclos de producción con menores consumos de antimicrobianos y antiparasitarios.

Objetivo 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar

Actividades

- Identificar tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa con foco en ciclo productivo.
- Comparar mortalidades entre diferentes poblaciones de especies (salmón del atlántico o salar, salmón coho y trucha arcoíris) y escala espacial (ACS y Macrozona).
- Identificar alertas de riesgo por etapa productiva.

Productos

- Tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa con foco en ciclo productivo.
- Alertas de riesgo por etapa productiva.

Objetivo 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce

Actividades

- Identificar tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa.
- Comparar mortalidades entre diferentes poblaciones de especies (salar, coho y trucha).

Productos

- Tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa.

Objetivo 4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado

Actividades

- Levantamiento de brechas de información de uso de antimicrobianos y antiparasitarios, y reporte de mortalidades en base al análisis realizado a través de entrevistas a los encargados del módulo de tratamientos del Sernapesca.
- Análisis de las brechas levantadas identificando temáticas que deben ser priorizadas.
- Identificar mejoramientos del módulo de mortalidades de SIFA respecto a la captura y validación de información de centros de cultivo que permita un monitoreo en distintas temporalidades

Productos

- Levantamiento de brechas de información de uso de antimicrobianos y antiparasitarios y reporte de mortalidades.
- Brechas priorizadas.

Objetivo 5: Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo

Actividades

- Identificar y definir contenidos de la planilla de tratamientos que deben ser mejorados implementando validadores. Esto se realizará en conjunto con los encargados del módulo de tratamientos del Sernapesca y expertos en el uso de información de antimicrobianos a través de talleres internos.
- Priorización de los mejoramientos detectados y evaluación de la factibilidad de implementación.
- Diseño conceptual que contenga las mejoras priorizadas y factibles de implementar en el corto plazo, tanto a nivel de la planilla de tratamientos como en las bases de datos.
- Implementación de las mejoras en la planilla de tratamientos y bases de datos.
- Propuesta de mejoras para la captura de información de tratamientos para mediano – largo plazo.

Productos

- Implementación de mejoras en la planilla de tratamiento del módulo de tratamiento de SIFA para centros de cultivo a través de la implementación de validadores.
- Propuesta de mejoras para la captura de información de tratamientos para mediano – largo plazo.

Objetivo 6: Transferencia Tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

Actividades

- Taller de transferencia tecnológica donde se presenten los desarrollos y productos del proyecto al Sernapesca.

Productos

- Base de datos consolidada
- Taller de trasferencia tecnológica donde se presenten los desarrollos y productos del proyecto al Sernapesca realizado.

VI. Metodología

La metodología del presente estudio considera las siguientes etapas:

1. **Definiciones conceptuales previas del estudio**
    a. Mortalidad
    b. Antimicrobianos y antiparasitarios
    c. SIFA y modelos de datos
    d. Agrupaciones de concesiones de salmónidos (ACS) y macrozona
    e. Descanso sanitario coordinado y periodo productivo
2. **Tratamiento de información**
    i. Algoritmo de identificación de ciclos productivos y validación y rectificación de información
    ii. Tratamiento de información por objetivo
        a. Variables - Origen de información
        b. Temporalidad
        c. Escala Territorial
3. **Indicadores**
    i. Indicadores Mortalidades
        a) Mortalidad agua mar ciclo productivo
        b) Mortalidad agua mar semanal
        c) Mortalidad agua mar ACS
        d) Mortalidad agua dulce
    ii. Indicadores antimicrobianos y antiparasitarios

4. **Modelos matemáticos**
    a. Modelos de tendencia
    b. Modelos de clasificación

A continuación, se desarrolla cada una de estas etapas.

6.1. Descripciones conceptuales previas del estudio

6.1.1. Mortalidades

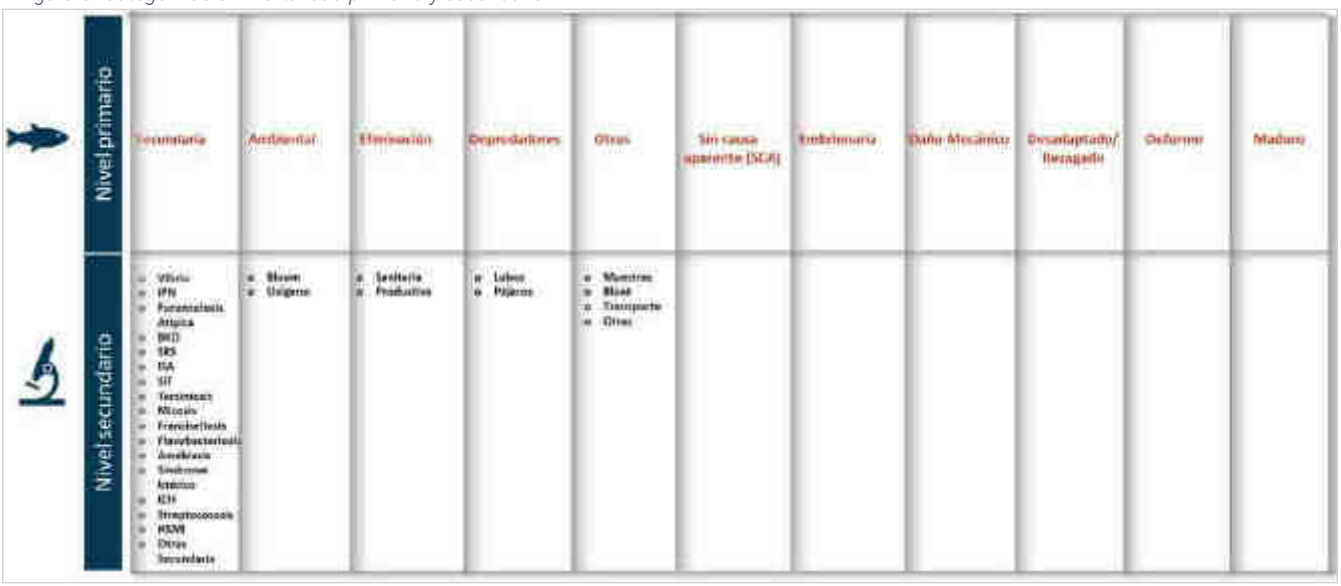
El Programa Sanitario General de Mortalidades (PSGM) establece que la mortalidad se define como "muertes producidas en una población de especies hidrobiológicas de cultivo durante un tiempo determinado"[1].

Los titulares de los centros de cultivo deben proporcionar la información de mortalidades semanalmente a lo más el tercer día hábil de la semana siguiente, completando una planilla Excel que posteriormente se debe registrar en el Sistema Integral de Fiscalización de la Acuicultura (SIFA), del cual se describirá en mayor profundidad en el apartado 6.1.3

Es importante mencionar que la causal secundaria está considerada como parte del nivel primario, por lo tanto en el estudio se presentará de forma agregada como parte del análisis de causales primarias, y posteriormente esta causal se desagregará para realizar un análisis desagregado y en mayor profundidad de esta causal.

Las categorías a declarar se resumen en la Figura 3, que está a continuación.

Figura 3. Categorización mortalidad primaria y secundaria



La descripción en detalle de cada categoría puede ser revisada en el siguiente capítulo.

[1] Res. Ex N°1468. 2012. Programa sanitario general de manejo de mortalidades y su sistema de clasificación estandarizado conforme a categorías preestablecidas (PSGM).

6.1.1.1. Glosario mortalidades

El Programa sanitario general de manejo de mortalidades y su sistema de clasificación estandarizado conforme a categorías preestablecidas (PSGM), Res. Ex N°1468/ 2012 con modificaciones Res. Ex N°731/2018 establece las categorizaciones de mortalidades junto con su definición:

I. Causas primarias

1) **Ambiental:** corresponde a aquellos peces que mueren por causas asociadas a eventos ambientales. Esta categoría contempla dos subclasificaciones específicas: "Bloom" ,cuando la causa se asocie a Florecimiento de Algas Nocivas (FAN) y "Oxígeno", cuando la causa se asocie a bajas de oxígeno.
   En cualquiera de los casos anteriores, éstos deberán estar relacionados con reportes consignados en los registros del centro de cultivo.
2) **Embrionaria:** corresponde a aquellas mortalidades producidas durante los períodos de incubación, eclosión y alevín con saco.
3) **Daño Mecánico:** corresponde a aquellos peces que murieron a causa de un trauma asociado a eventos climáticos, mecánicos u operativos en centros de cultivo, tales como, apriete contra mallas o estructuras sólidas de la unidad de cultivo, muertes por asfixia debido a disminución del nivel de agua en estanques, entre otros. De estos eventos deberá quedar registro en el centro de cultivo.
4) **Deforme:** corresponde a aquellos peces muertos en que sólo se evidencia externamente la característica de deformidad de alguna de sus estructuras, tales como, deformidad de columna, de cola, de mandíbula, de opérculos o de arcos branquiales, como principal característica a la que se le atribuye causa de muerte.
5) **Maduro:** corresponde a aquellos peces muertos que tienen manifiestas características de madurez sexual, como cambio de color, visualización de gónadas o dimorfismo sexual.
6) **Eliminación:** esta causa contempla dos subclasificaciones: "Sanitaria' que corresponde a peces muertos producto de la eliminación por parte del centro de cultivo como consecuencia de la aplicación de medidas de control sanitarias para alguna enfermedad en particular o bien, como consecuencia de medidas aplicadas según lo establecido en los programas de vigilancia y control específicos que correspondan; y "Productiva", corresponde a peces que durante manejos de la unidad de cultivo, tales como vacunaciones, graduaciones, tratamientos inyectables, traspasos, selecciones etc., se eliminan activamente por mala condición productiva (lesiones, deformaciones, peces pequeños fuera de rango de peso del grupo o unidad de cultivo). De estos manejos deberá haber registro en el centro de cultivo.
7) **Otros:** corresponde a mortalidades cuyas causas no están clasificadas dentro de las otras categorías, pudiendo ser alguna de las siguientes cuatro subclasificaciones: "Muestras", cuando los peces son extraídos como muestra para análisis de laboratorio, análisis anatomopatológico, u otro tipo de análisis, "Bloat", cuando los peces presentan una severa distensión abdominal, de causa no infecciosa, debido a presencia de líquido en el estómago, "Transporte", cuando los peces mueren por distintas causas no infecciosas durante actividades de transporte, y "Otros", cuando la causa no corresponde a ninguna de las categorías anteriores, situación en la que se deberá individualizar la causa asociada.

8) **Desadaptado/Rezagado:** corresponde a aquellos peces muertos cuyas características principales son ser delgados, largos, de condición corporal deficiente y, que no crecieron durante las primeras fases de cultivo o que posteriormente por alguna razón dejaron de hacerlo. Se incluyen en esta categoría aquellos peces que no esmoltificaron adecuadamente.
9) **Depredadores:** corresponde a aquellos peces muertos como consecuencia de ataques por depredación. Se divide en las siguientes dos subclasificaciones: "Ataque de lobos" que corresponde a aquellos peces muertos con evidencia de daño asociado a mordedura de lobos u otros predadores similares, y que se asocian a avistamientos de lobos o ataques en la unidad de cultivo, de lo cual deberá haber registro en el centro de cultivo y "Ataque de pájaros", que corresponde a aquellos peces muertos por heridas cortopunzantes superficiales o profundas, uni o bilaterales en cuerpo y/o en base de cavidades branquiales.
10) **Sin causa aparente:** corresponde a aquellos peces muertos que de acuerdo con la observación externa tienen características de peces sanos y donde sólo con esta observación no se puede atribuir algún origen específico como la causa definitiva de muerte. También caben en esta definición, aquellos peces muertos que, por sus características externas, son asociados a patologías infecciosas.

Las mortalidades provisionalmente clasificadas como sin causa aparente quedarán sujetas a la clasificación de nivel secundario que posteriormente se realice. Sin perjuicio de lo anterior, parte de la mortalidad se podrá mantener en esta clasificación, sólo cuando no sea posible identificar la causa de muerte por alguno de los procedimientos o antecedentes disponibles, dentro del plazo requerido de entrega de información señalado en el punto iv. del PSGM.

II. Causas secundarias

1) **Vibriosis:** conjunto de enfermedades causadas por diferentes especies de bacterias del género *Vibrio*.
2) **IPN:** enfermedad infecciosa causada por el virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa.
3) **Furunculosis atípica:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Aeromonas salmonicida* atípica (Asa).
4) **Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD):** enfermedad infecciosa causada por el agente Renibacterium salmoninarum
5) **Síndrome Rickettsial Salmonídeo o Piscirickettsiosis (SRS):** enfermedad infecciosa causada por el agente *Piscirickettsia salmonis*.
6) **ISA:** enfermedad infecciosa causada por el virus de la Anemia Infecciosa del Salmón.
7) **SIT (Síndrome idiopático de la trucha):** Enfermedad de etiología desconocida, que afecta a la especie trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorda y que se caracteriza por la presentación consecutiva de los siguientes signos clínicos: exoftalmia bilateral, ano protruido, ascitis e hidropericardio, entre otros.
8) **Flavobacteriosis:** enfermedad infecciosa causada por un grupo bacteriano Cytophaga Flavobacterium-Flexibacter, siendo el agente etiológico más conocido *Flavobacterium psychrophilum*.

9) **Yersiniosis:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Yersinia ruckeri*. También conocida como Enfermedad de la Boca Roja.
10) **Micosis:** enfermedad infecciosa causada por hongos de los géneros *Saprolegnia* y *Exophiala*, entre otros.
11) **Amebiasis branquial:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Neoparamoeba spp*.
12) **Ictericia o Síndrome Ictérico del Salmón coho:** enfermedad de etiología desconocida que afecta al Salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*).
13) **Francisellosis:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Francisella spp*.
14) **HSMI:** Enfermedad causada por el agente *Piscine reovirus*, que cuenta con un diagnóstico de la técnica de PCR positivo asociado a lesiones características de la enfermedad por diagnóstico de Histología con o sin signos clínicos en los peces.
15) **Otras Enfermedades:** se incluirán en esta categoría, todas aquellas mortalidades no indicadas en la lista anterior, pero atribuibles a otras infecciones emergentes, parasitismos internos, trastornos metabólicos o fisiológicos y otras causas conocidas. En estos casos se deberá individualizar la causa asociada.
16) **ICH[2]:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Ichthyophthirius multifilliis*. También es conocida como Enfermedad del Punto Blanco.
17) **Estreptococosis[3]:** enfermedad infecciosa causada por el agente *Streptococcus phocae*.

[2] Definición de la Res. Ex N°1468/ 2012 del PGSM, pero no incluida en la Res.Ex.731 del PGSM, ya que actualmente no se declara.

[3] Definición de la Res. Ex N°1468/ 2012 del PGSM, pero no incluida en la Res.Ex.731 del PGSM, ya que actualmente no se declara.

6.1.2. Antimicrobianos y antiparasitarios

6.1.2.1. Glosarios antimicrobianos

1) **Antimicrobiano:** designa una sustancia natural, semisintética o sintética, que, en concentración in vivo, da muestras de actividad antimicrobiana (mata o inhibe el desarrollo de microorganismos). Se excluye de esta definición de antihelmínticos y las sustancias clasificadas en la categoría de los desinfectantes o los antisépticos.
2) **Antiparasitario:** tipo de antimicrobiano comúnmente de origen sintético, que puede matar o retrasar el crecimiento de diferentes clases de endoparásitos (helmintos, amebas, protozoos) o ectoparásitos (garrapatas, pulgas, piojos, copépodos, artrópodos). Para el objeto del presente informe se refiere específicamente a los principios activos de uso veterinario destinados al control del copépodo *Caligus rogercresseyi*.
3) **Tratamiento:** es el intento de remediación a una infección antimicrobiana después del diagnóstico veterinario. Se entiende que para diferentes clases de agentes infecciosos se opte por aplicar una terapia de un principio activo específico a una dosis determinada en un periodo de tiempo establecido.
4) **Tratamiento total:** se refiere a la aplicación del tratamiento al número total de jaulas y módulos en un centro de producción de cualquiera de las especies de Salmon en cultivo.
5) **Tratamiento parcial:** se refiere a la aplicación del tratamiento a una cantidad menor del número total de jaulas y módulos en un centro de producción de cualquiera de las especies de Salmon en cultivo.
6) **Baño antiparasitario:** técnica de aplicación de un antiparasitario que consiste en la dilución del principio activo en jaulas asiladas del medio marino, para tener un efecto directo sobre la carga parasitaria externa, principalmente piojo de mar.
7) **Fármaco extra-etiqueta:** corresponde al uso de un fármaco en condiciones distintas a las previstas en la etiqueta, en cuanto a dosis, duración de tratamiento, vía de administración o especie u otros
8) **Nombre comercial:** corresponde al nombre comercial del fármaco a utilizar.
9) **Principio activo:** corresponde al fármaco a utilizar y en la concentración en que se encuentra.
10) **Laboratorio:** corresponde al laboratorio farmacéutico que produce el fármaco.
11) **Vía de administración:** corresponde a la vía por donde se administra el fármaco (oral/inyectable/inmersión).
12) **Dosis recomendada:** corresponde a la dosis que recomienda el laboratorio farmacéutico para salmónidos.
13) **Periodo de carencia:** corresponde a el periodo en unidades térmicas acumuladas (UTA) recomendado para la eliminación total del fármaco en los peces tratados.
14) **Unidad de cantidad de producto:** corresponde a la unidad en que se encuentra el producto (kilogramos (Kg)/litros (Lt)/partes por millón (PPM)/ mililitros (ml)).
15) **Unidad de principio activo:** corresponde a la unidad en que se encuentra el principio activo (kilogramos (kg)/litros (lt)).

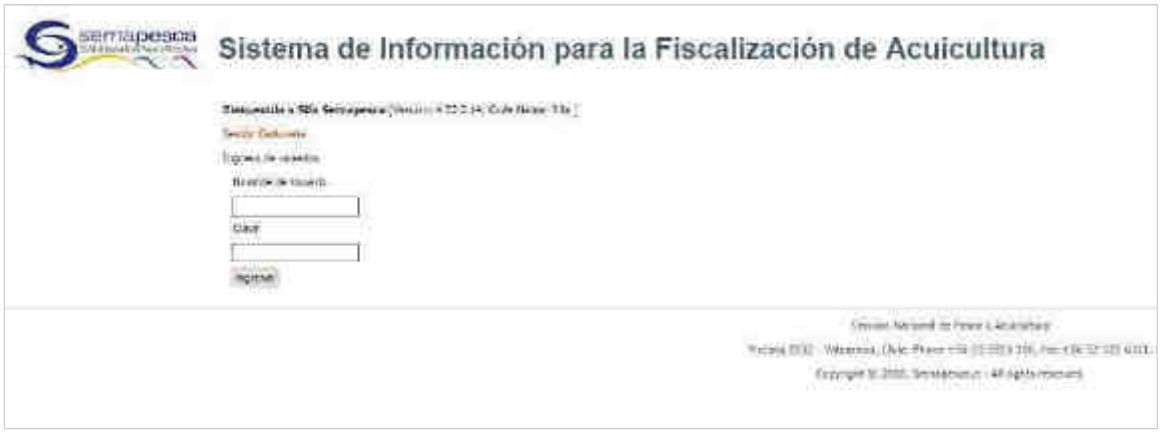
6.1.3. Sistema Integral de Fiscalización de la Acuicultura (SIFA) y modelos de datos

El Sistema Integral de Fiscalización de la Acuicultura, en adelante SIFA, es una plataforma informática que actualmente posee 9 módulos disponibles para centros de cultivos y laboratorios de diagnóstico, los cuales se describen sucintamente a continuación:

a) **RNA:** Registro Nacional de Acuicultura, despliega los datos del centro, tal como titulares, especies autorizadas, coordenadas, entre otros, con acceso de sólo lectura.
b) **Estructuras:** Módulo en que los centros de agua de mar y de agua dulce declaran sus unidades de cultivo, redes y otras estructuras.
c) **Existencias:** módulo en que los centros de agua de mar y de agua dulce hacen recepción de los movimientos que llegan al centro, y pueden consultar por su saldo.
d) **Mortalidades**: módulo en que los centros de agua de mar y agua dulce realizan sus declaraciones semanales de mortalidades.
e) **Caligus:** módulo en que los centros de agua de mar realizan sus declaraciones semanales de caligus.
f) **Declaración de Laboratorios:** modulo en que los laboratorios declaran sus resultados.
g) **Tratamientos y Vacunaciones:** módulo en que los centros de mar y los centros de agua de mar declaran mensualmente sus tratamientos y vacunaciones.
h) **Solicitud de CSM**: módulo en que centros de agua de mar y centros de agua dulce registran sus solicitudes de Certificado sanitario de movimiento.
i) **Solicitud CAM:** módulo en que centros de agua de mar y de agua dulce registran sus solicitudes de certificado de autorización de movimiento.

El sistema se encuentra disponible en la dirección http://sifa.sernapesca.cl/acuicultura_sernapesca/inicio, y para poder ingresar se debe contar con un usuario y contraseña proporcionados por el Servicio Nacional de Pesca. La interfaz para logearse al sistema se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. Interfaz de acceso al sistema SIFA.



Para los análisis que se incluyen en este documento se utilizaron como información base la registrada en los módulos de mortalidades y módulo de tratamientos y vacunaciones.

a) Módulo de Mortalidades

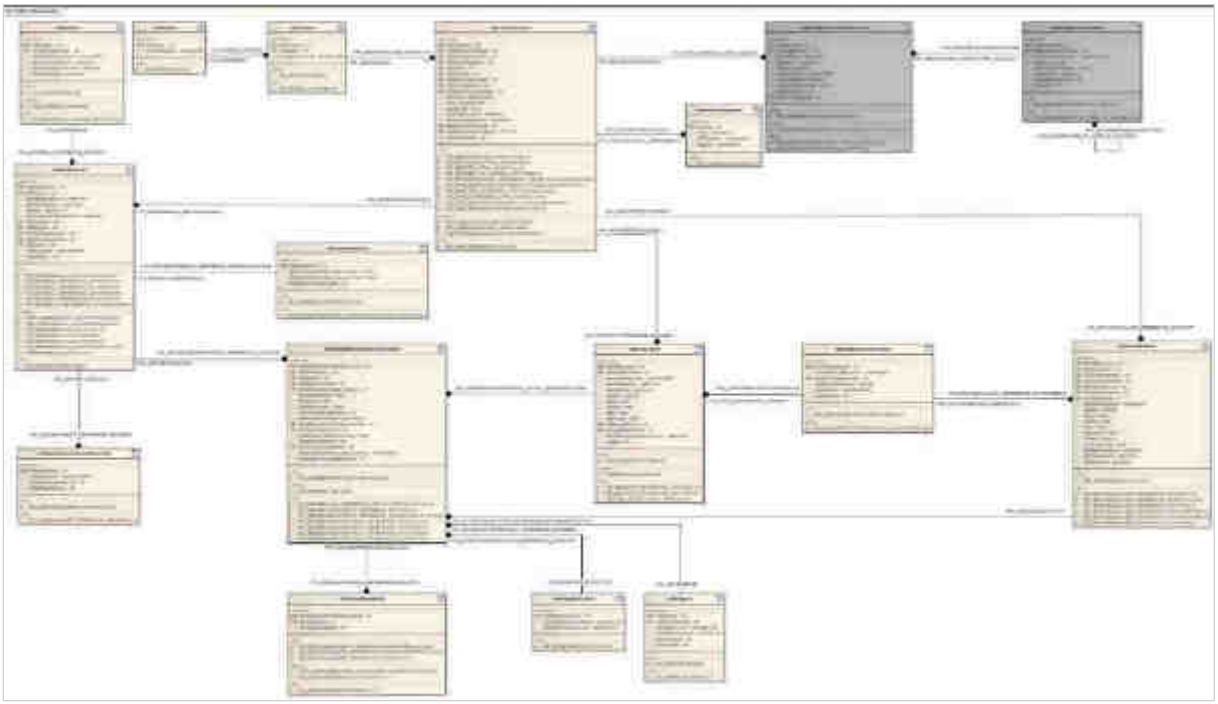
La declaración de mortalidades tiene frecuencia semanal y se debe declarar por SIFA dentro de los 3 primeros días hábiles de la semana siguiente. Este módulo está integrado con los módulos de existencias, estructuras, solicitud CSM y CAM, ya que descuenta saldo de la existencia semanal.

En la declaración de mortalidades el titular debe registrar los siguientes campos:

a) **Código del centro:** corresponde al código del centro de cultivo
b) **Periodo:** corresponde a la semana a declarar.
c) **¿Tuve Autoabastecimiento y/o importaciones en el periodo?:** se registra Si, si tuvo autoabastecimiento o "No" en caso contrario. Aplica sólo a centros de agua dulce.
d) **¿Declare todos mis autoabastecimientos y/o importaciones en el periodo?:** se registra Si, si declaró todos sus autoabastecimientos u importaciones, y No en caso contrario. Aplica sólo a centros de agua dulce.
e) **Sin mortalidad en el periodo:** check que se marca cuando el centro no tuvo mortalidad la semana a declarar.
f) **Especie:** corresponde a la especie con mortalidad.
g) Tipo Propiedad: corresponde al tipo de propiedad (propia – terceros – otros centros) de la mortalidad.
h) **Unidad de cultivo o grupo de peces:** corresponde a la unidad de cultivo con mortalidad en caso de agua de mar, y a grupo de peces en caso de agua dulce.
i) **Etapa de cultivo:** corresponde a la etapa de cultivo de la especie con mortalidad.
j) **Actividad Productiva:** corresponde a la actividad productiva que se estaba llevando a cabo con los peces muertos.
k) **N° de individuos máximo:** corresponde al número de individuos máximo en la semana.
l) **Peso Promedio:** corresponde al peso promedio de los peces muertos, expresado en gramos.
m) **Densidad:** corresponde a la densidad en la unidad de cultivo o grupo de peces expresado en kilogramos por metro cúbico.
n) **N° de peces muertos por causal:** por cada una de las causales de mortalidad descritas en el apartado 4.1.2.1.1., existe un campo donde se deben ingresar el N° de peces muertos por dicha causal.

El modelo de datos del módulo de mortalidades se describe en la Figura 5, que también se adjunta a este informe como "Anexo Digital N°1 Modelo de datos de mortalidades" en caso de que se requiera realizar zoom sobre alguna tabla particular.

Figura 5. Modelo de Datos módulo de mortalidades SIFA



b) Módulo de tratamientos y vacunaciones

La declaración de tratamientos y vacunaciones posee frecuencia mensual y se debe declarar por SIFA dentro de los 10 primeros días hábiles del mes siguiente a través de una planilla Excel que debe ser completada por el usuario y subida por éste a SIFA.

La planilla de declaración se compone de una hoja donde se declaran los tratamientos y otra donde se declaran las vacunaciones. En este estudio se analizó solamente la información de la hoja de tratamientos.

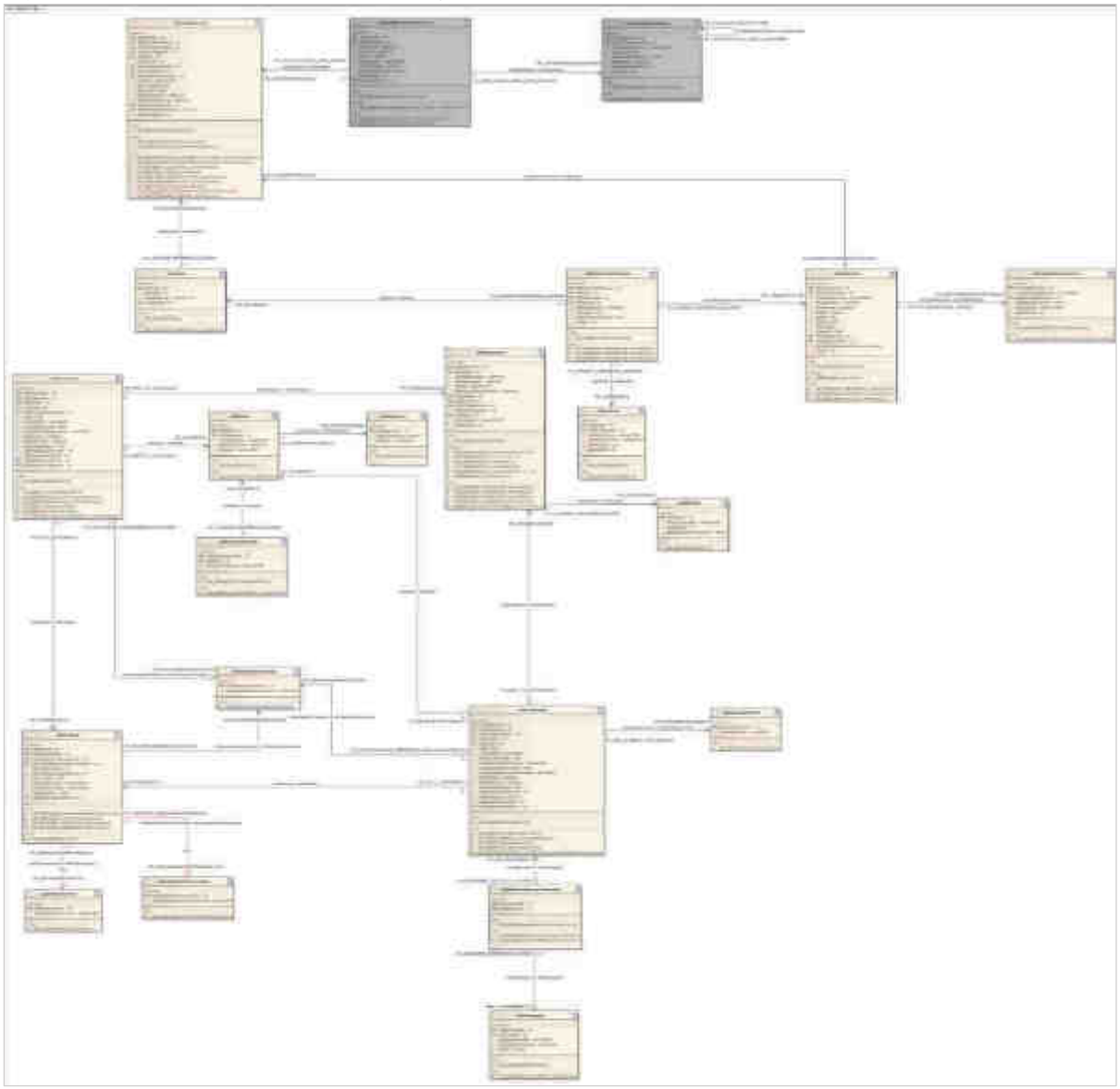
En la declaración de tratamientos el titular debe registrar los siguientes campos:

a) **Rut empresa operadora:** corresponde al rut de la empresa que opera el centro, si aplica.
b) **Nombre empresa operadora:** corresponde al nombre de la empresa que opera el centro, si aplica.
c) **Código centro:** corresponde al código del centro de cultivo.
d) **Periodo:** corresponde al mes declarado.
e) **¿Sin tratamiento?:** Se marca con una X si no hubo tratamientos en el periodo seleccionado.
f) **Especie:** corresponde a la especie de los peces en tratamiento.
g) **Nombre grupo:** corresponde al nombre del grupo de los peces en tratamiento.
h) **Identificación jaula o estanque tratado:** corresponde a la unidad de cultivo de los peces en tratamiento.
i) **Tipo de estructura:** corresponde al tipo de unidad de cultivo de los peces en tratamiento.

j) **N° peces tratados:** corresponde al número de peces en tratamiento.
k) **Peso promedio en los peces:** corresponde al peso promedio en gramos de los peces en tratamiento.
l) **Diagnóstico:** corresponde a las enfermedades tratadas.
m) **Rut veterinario responsable:** corresponde al rut del médico veterinario tratante.
n) **Nombre veterinario responsable:** corresponde al nombre del veterinario tratante.
o) **Folio PMV:** corresponde al folio PMV
p) **Fecha emisión:** corresponde a la fecha de emisión de la receta.
q) **Producto y unidades de medida:** corresponde al producto farmacéutico aplicado y unidades de medida del tratamiento aplicado.
r) **Vía de administración:** corresponde a la vía de administración del producto farmacéutico para tratar los peces.
s) **Dosis:** corresponde a la dosis aplicada
t) **Cantidad producto administrado**: corresponde a la cantidad de producto administrado.
u) **Fábrica de alimento:** corresponde al nombre de la fábrica de alimento.
v) **Fecha de inicio tratamiento:** corresponde a la fecha de inicio del tratamiento.
w) **Fecha término tratamiento:** corresponde a la fecha de término del tratamiento.
x) **T° promedio agua:** corresponde a la temperatura del agua en grados Celsius
y) **Carencia recomendada:** corresponde a la carencia recomendada en UTA
z) **Fecha probable de cosecha:** corresponde a la fecha de cosecha de los peces tratados.

El modelo de datos del módulo de tratamiento y vacunaciones se describe en la Figura 6, que también se adjunta como "Anexo Digital N°2: Modelo de datos tratamientos y vacunaciones", en caso de que se requiera realizar zoom sobre alguna tabla particular.

Figura 6. Modelo de datos módulo de tratamientos y vacunaciones sistema SIFA.



6.1.4. ACS y Macrozona

La Ley general de Pesca y Acuicultura (art. 2°, 52, LGPA, modificación 2016) define las agrupaciones de concesiones como:

"Conjunto de concesiones de acuicultura que se encuentran dentro de un área apta para el ejercicio de la acuicultura en un sector que presenta características de inocuidad epidemiológicas, oceanográficas, operativas o geográficas que justifican su manejo sanitario coordinado por grupo de especies hidrobiológicas, así declarado por la Subsecretaría. El Servicio establecerá períodos de descanso coordinado y medidas profilácticas y tratamientos terapéuticos para los centros que cultiven el grupo de especies respectivo, de conformidad con el reglamento a que se refiere el artículo 86. En los casos que corresponda conforme al grupo de especies hidrobiológicas, por resolución del Servicio, se establecerán programas de vigilancia bacteriológica, química y toxicológica, de conformidad con el reglamento que se dicte en virtud del artículo 122 letra b) de esta ley. La prestación de servicios a los centros de cultivo respectivos, así como la operación de centros de acopio de peces, quedarán sometidas a las medidas coordinadas…"

Se pueden diferenciar dos motivaciones para la creación de las ACS, primeramente, promover el trabajo coordinado entre los centros de cultivo participantes de la misma ACS con el fin de reducir el riesgo sanitario, proceso que se plasma en el "plan de manejo sanitario" que son acuerdos de los titulares de las agrupaciones de concesiones sobre medidas productivas o logísticas a ser implementadas coordinadamente por la ACS o de medidas sanitarias adicionales dispuestas por la normativa vigente. Una segunda motivación, fue aplicar medidas a esa escala para contener la propagación del brote de una enfermedad.

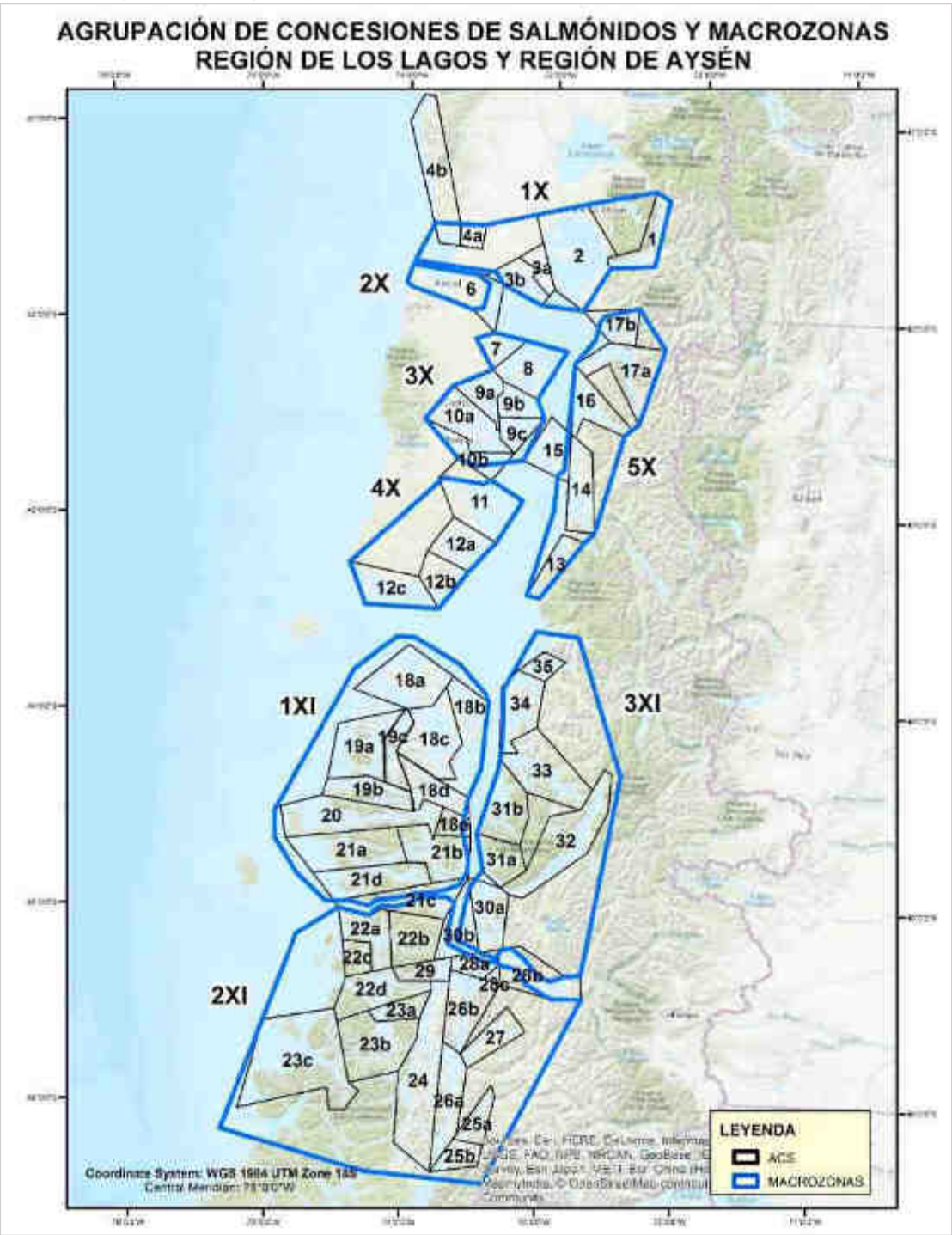
Actualmente, se cuenta con 82 ACS que, se distribuyen en 24 ACS en la X Región de Los Lagos, 37 ACS en la XI Región de Aysén y 21 ACS en la XII Región de Magallanes. Estas ACS agrupan las 1.353 concesiones otorgadas de salmónidos.

Una segunda unidad territorial de contención es la macrozona, esta figura se crea en el Reglamento Sanitario (RESA) donde las macrozonas están compuestas por 2 o más agrupaciones de concesiones. Estas son establecidas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con el fin de contener brotes de enfermedades en las regiones de Los Lagos y Aysén[4]. Actualmente, existen 10 macrozonas, que se distribuyen en: 5 macrozonas en la X Región de Los Lagos, 3 macrozonas en la XI Región de Aysén y 2 macrozonas en la XII Región de Magallanes.

El ordenamiento territorial de cada unidad se puede visualizar en los Mapa 1 y Mapa 2, que contiene la ACS y macrozona.

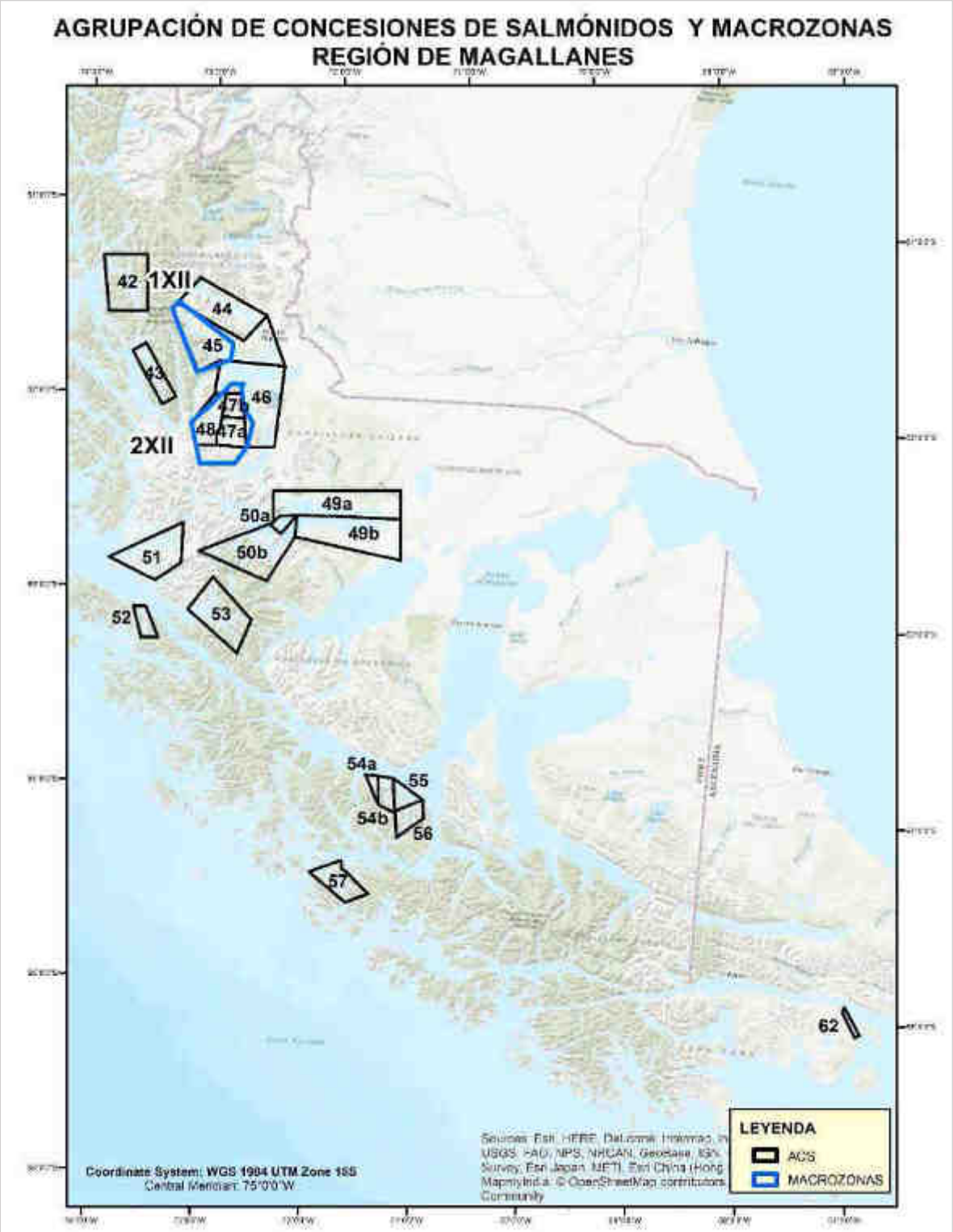
[4] D.S N°319 de 2001.2016. Reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas.

Mapa 1. Mapa ACS y macrozonas X y XI Región



Fuente: Elaboración propia

Mapa 2. Mapa ACS y macrozonas XII Región



Fuente: Elaboración propia

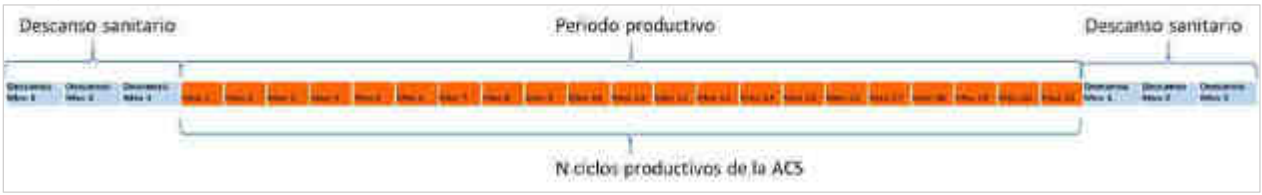
6.1.4.1.1. Periodo productivo

El periodo productivo se establece en el D.S. N.º 319 de 2001 Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas y sus modificaciones, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, artículo 58 G que define el concepto de descanso sanitario coordinado:

"Las agrupaciones de concesiones deberán someterse a un descanso sanitario coordinado de tres meses, entre periodos productivos. En la fijación del período de descanso deberá considerarse el ciclo biológico de las diversas especies cultivadas por los centros de cultivo de la agrupación en el período anterior. Excepcionalmente podrá fijarse un período de dos meses de descanso durante el verano cuando más de la mitad de las concesiones hayan operado sobre Salmón coho Oncorhynchus kisutch el período anterior..."

El siguiente esquema (Figura 7) ejemplifica un descanso sanitario coordinado junto con un periodo productivo de régimen 21+3. El periodo productivo se puede definir como el intervalo de tiempo que una ACS puede operar, este intervalo es clave en los análisis de este estudio de ACS, ya que define el marco de operación de la ACS a nivel temporal.

Figura 7. Esquema descanso sanitario coordinado



Cabe destacar que en un periodo productivo se pueden desarrollar un ciclo productivo de salmón del atlántico, y en el caso de salmón coho y trucha arcoíris entre uno y dos ciclos productivos.

Para efectos de los análisis del presente estudio la unidad temporal de periodo productivo de la ACS conlleva describir el comportamiento de los ciclos productivos cerrados de esta unidad territorial. Esto permite realizar un análisis comparativo entre periodos productivos cerrados de una ACS, por consiguiente, entre ciclos productivos cerrados. Es importante distinguir, que el análisis de ciclo productivo cerrado no es posible realizarlo en temporalidad anual ya que los ciclos productivos quedarían truncados, ya que un ciclo se puede desarrollar en años diferentes.

6.2. Tratamiento de información

6.2.1. Algoritmo de identificación y rectificación de información de ciclos productivos

El presente estudio tiene como foco el análisis de ciclos productivos, sin embargo, esta temporalidad no se encuentra disponible de forma automatizada en el sistema de captura de información de Sernapesca, SIFA, por consiguiente, se tuvo que diseñar un algoritmo que permitirá determinar la fecha de inicio y término de ciclo productivo de cada centro de cultivo.

En la presente sección se describe el algoritmo realizado para estimar los ciclos productivos de todas las concesiones vigentes de engorda de salmónidos. Además, para los ciclos de engorda detectados, se realizó validación y rectificación de información.

El algoritmo se basa en las declaraciones de mortalidad semanales, realizadas vía SIFA.

El algoritmo se ha implementado en Microsoft Visual Studio, utilizando lenguaje de programación C#. La información se almacena en sistema de base de datos SQL Server Express.

6.2.1.1. Actividades definidas en el algoritmo

A continuación, en la Figura 8, hay un diagrama que grafica las actividades que realiza el algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos que abarca desde la obtención de información desde varios orígenes de datos, el procesamiento de esta información y posterior registro en una base de datos de los resultados generados. Luego se realizará por cada una de estas actividades, una descripción somera acerca de lo que se hace cada una de ellas. Para revisar cada una de las etapas con mayor detalle, se sugiere ir a el Anexo N°1: Algoritmo para cálculo de ciclos productivos.

Figura 8. Actividades realizadas por el algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos

Cada una de las actividades que efectúa el algoritmo, se describe a continuación:

1) *Obtener concesiones vigentes (Figura 9)*

El cálculo de ciclos se realizó tomando en consideración solamente el universo de centros de cultivos vigentes registrados en el listado de concesiones vigentes de engorda publicado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, disponible en la página web de la institución.

Figura 9. Actividad "Obtener concesiones vigentes" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos.

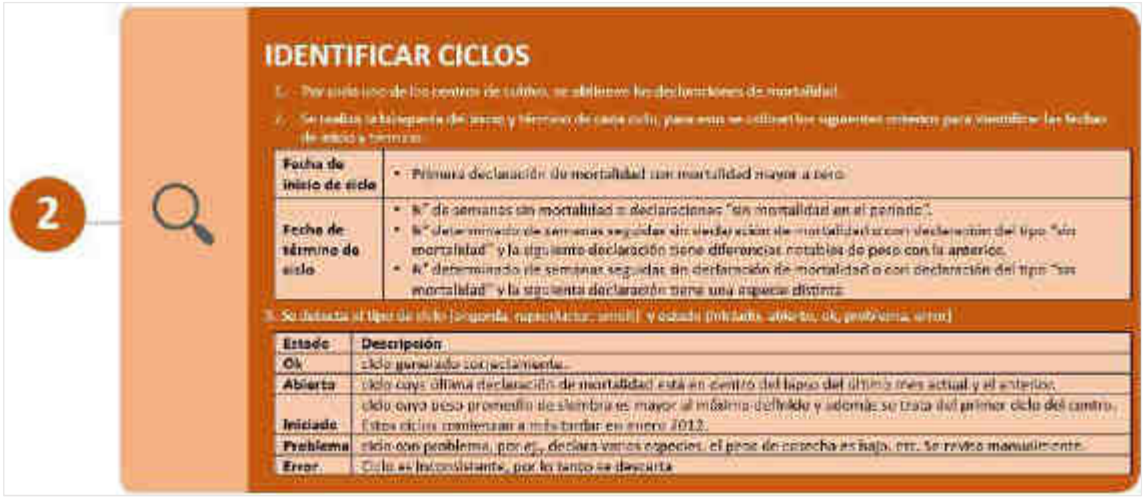
2) *Identificar ciclos (Figura 10)*

El objetivo principal del programa es obtener automáticamente todos los ciclos productivos según el universo de concesiones vigentes de engorda de salmónidos.

Aparte de registrar el ciclo productivo, por cada uno es éstos, se identificarán y almacenarán las semanas productivas. El término semana productiva se refiere a cada una de las semanas contenidas en el periodo de tiempo que dura el ciclo productivo. Las semanas productivas contendrán la información relevante de la semana, como el número de semana dentro del ciclo, si existe o no declaración de mortalidad, el identificador de la declaración de mortalidad en caso de que exista, entre otros. La idea de esta semana productiva es posteriormente ir completándola con todas las variables productivas posibles, de manera que se pueda almacenar el número de peces al inicio y término de semana, peces ingresados, cosechados y otros indicadores de interés.

El cálculo de ciclos productivos se realiza en base a la metodología expuesta en el Anexo N°1

Figura 10. Actividad "Identificar ciclos" del algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos.

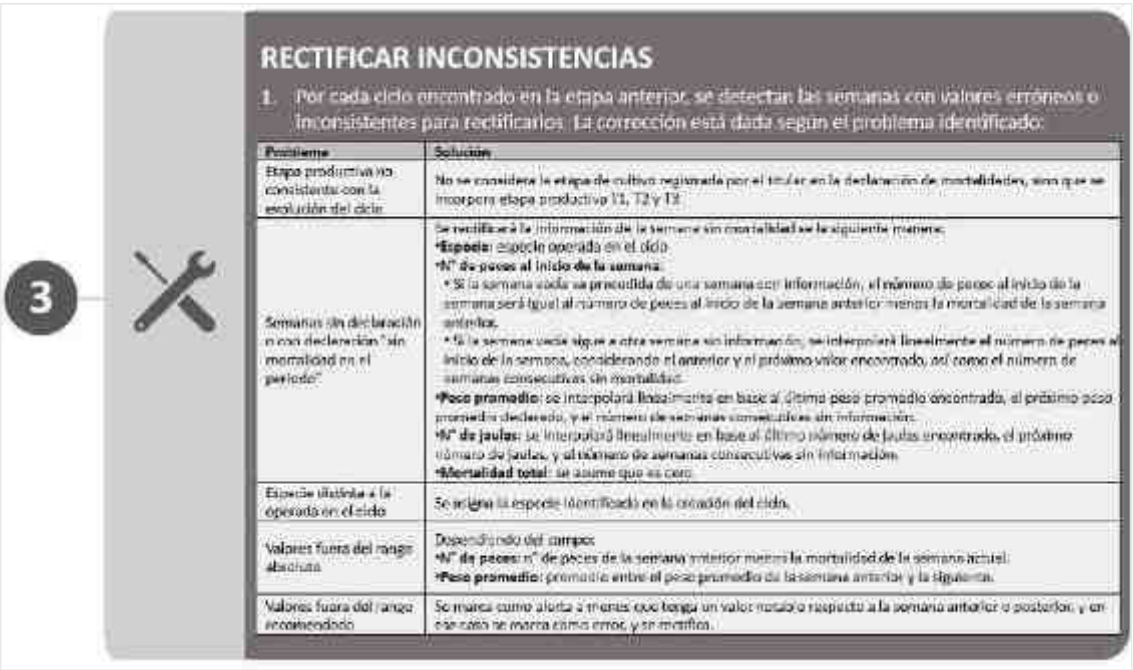


3) *Rectificar inconsistencias (Figura 11)*

El objetivo de la validación y rectificación de información es detectar las semanas con información errónea o inconsistente, y posteriormente reemplazar el valor erróneo por una aproximación coherente con el contexto. En la Figura 11, se especifican cada uno de los problemas detectados en esta etapa, y qué solución se le dio a cada uno de estos, que van desde información que el sistema no registra por regla de negocio, y otras en el usuario que declara en la plataforma comete errores en el registro de la información en la planilla Excel de declaración.

La validación y rectificación de información se realiza en base a la metodología expuesta en detalle *en el Anexo N°1.*

Figura 11. Actividad "Rectificar inconsistencias" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos.



3

RECTIFICAR INCONSISTENCIAS

1. Por cada ciclo encontrado en la etapa anterior, se detectan las semanas con valores erróneos o inconsistentes para rectificarlos. La corrección está dada según el problema identificado:

Problema	Solución
Etapa productiva no consistente con la evolución del ciclo	No se considera la etapa de cultivo registrada por el titular en la declaración de mortalidades, sino que se incorpora etapa productiva T1, T2 y T3.
Semanas sin declaración o con declaración "sin mortalidad en el periodo"	Se rectifica la información de la semana sin mortalidad de la siguiente manera: •**Especie**: especie operada en el ciclo. •**N° de peces al inicio de la semana**: • Si la semana vacía se precedida de una semana con información, el número de peces al inicio de la semana será igual al número de peces al inicio de la semana anterior menos la mortalidad de la semana anterior. • Si la semana vacía sigue a otra semana sin información, se interpolará linealmente el número de peces al inicio de la semana, considerando el anterior y el próximo valor encontrado, así como el número de semanas consecutivas sin mortalidad. •**Peso promedio**: se interpolará linealmente en base al último peso promedio encontrado, el próximo peso promedio declarado, y el número de semanas consecutivas sin información. •**N° de jaulas**: se interpolará linealmente en base al último número de jaulas encontrado, el próximo número de jaulas, y el número de semanas consecutivas sin información. •**Mortalidad total**: se asume que es cero.
Especie distinta a la operada en el ciclo	Se asigna la especie identificada en la creación del ciclo.
Valores fuera del rango absoluto	Dependiendo del campo: •**N° de peces**: n° de peces de la semana anterior menos la mortalidad de la semana actual. •**Peso promedio**: promedio entre el peso promedio de la semana anterior y la siguiente.
Valores fuera del rango recomendado	Se marca como alerta a menos que haya un valor notorio respecto a la semana anterior o posterior, y en ese caso se marca como error, y se rectifica.

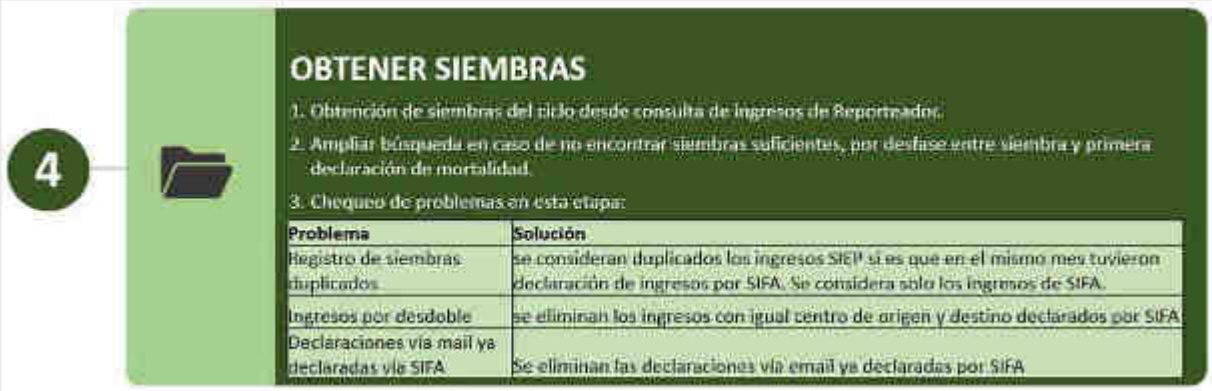
4) *Obtener siembras (Figura 12)*

El objetivo de la obtención de información de siembra es identificar las declaraciones de siembra realizadas por el centro asociadas al ciclo productivo de engorda detectado, la cual se obtiene desde el sistema Reporteador de Sernapesca. Con esta información obtendremos la fecha de inicio real del ciclo, la que se corresponderá con la primera fecha de siembra encontrada, además del número de peces total sembrados en el ciclo, utilizado para determinar el porcentaje de mortalidad total del mismo. Si no se encuentran siembras en el periodo en análisis, se comienza a ampliar búsqueda de siembras, ya que, en algunas ocasiones, las declaraciones de mortalidad pueden experimentar un desfase entre la primera declaración de mortalidad y la siembra realizada.

En esta actividad igualmente se detectaron problemas los cuáles se exponen en la Figura 12 junto a la solución implementada.

La obtención de declaraciones de siembra por ciclo productivo se realiza en base a la metodología expuesta en detalle en el Anexo N° 1.

Figura 12. Actividad "Obtener siembras" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos.



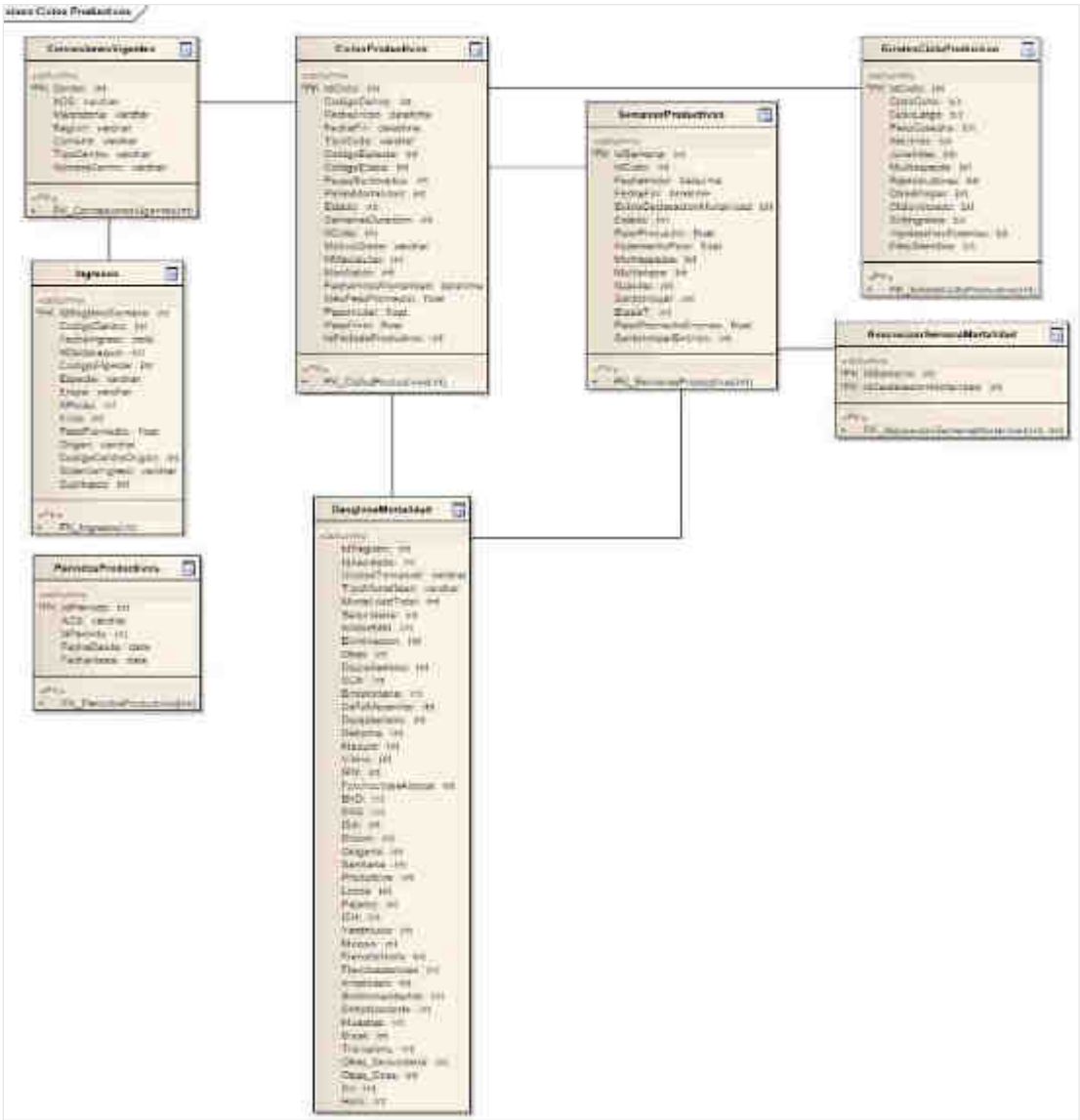
5) Guardar ciclos en base de datos (Figura 13)

El programa guarda la información de ciclos productivos, semanas productivas y su asociación con la declaración de mortalidad en tablas de base de datos. En la Figura 14 se puede ver el modelo de datos de la aplicación de ciclos productivos, donde se puede consultar las tablas que contiene la aplicación y los campos que son almacenados.

Toda la información obtenida en el proceso de cálculo automático se almacena en base de datos, generándose las vistas descritas en el Anexo N° 1.

Figura 13. Actividad "Guardar ciclos en base de datos" algoritmo de identificación, rectificación y validación de ciclos productivos.

Figura 14. Modelo de datos sistema ciclos productivos



6.2.2. Resultados algoritmo identificación y rectificación de ciclos productivos

La aplicación del algoritmo de ciclos productivos y validación y rectificación de información dio como resultado la detección de 1.860 ciclos productivos entre los años 2010 y 2017, de los cuales se excluyeron para los análisis del estudio los ciclos abiertos e iniciados. Los ciclos abiertos son aquellos que a diciembre 2017 aún no finalizaban su ciclo productivo (302 ciclos productivos), en tanto los ciclos iniciados son aquellos que se iniciaron antes de la fecha de análisis del estudio, por lo tanto, son ciclos cortados (89 ciclos productivos). Por consiguiente, se obtuvo un universo total para el análisis de 1.469 ciclos productivos.

Los 1.469 ciclos productivos se validaron y rectificó su información, alcanzando el porcentaje de rectificación de información el 31,2%. Este porcentaje equivale al número de ciclos que al menos tuvo una rectificación de información, ya que un ciclo puede tener varios tipos de rectificación, que corresponden a los presentados a continuación en la Tabla 1. En esta tabla se describen cada uno de estos motivos y la cantidad de ciclos afectados por cada uno de estos motivos en número y porcentaje.

Tabla 1. Estadísticas rectificación de información de ciclos productivos.

Problema	***Descripción***	***Cantidad de ciclos afectados***	***Porcentaje***
Peso Cosecha	*El peso de cosecha es menor al mínimo establecido*	*132*	*8,9%*
Alevines	*El ciclo contiene 5 o más declaraciones de etapa alevín*	*4*	*0,27%*
Juveniles	*El ciclo contiene 5 o más declaraciones de etapa juvenil*	*315*	*21,4%*
Otras Etapas	*El ciclo contiene otras etapas (ovas, semillas, gametos o larvas)*	*5*	*0,3%*
Ciclo Iniciado	*Es el primer ciclo del centro y el peso de la primera declaración de mortalidad es superior al peso máximo de siembra*	*89*	*6,1%*
Sin Ingresos	*No se encuentran ingresos para el ciclo*	*10*	*0,7%*
Ingresos Insuficientes	*Se encuentran ingresos para el ciclo, pero son menores que el saldo máximo encontrado*	*321*	*21,9%*
Peso Siembra	*El peso de la primera declaración es mayor al peso máximo de siembra*	*90*	*6,1%*

La base de ciclos productivos que se utilizó en el presente estudio está adjunta a este estudio y se encuentra disponible para ser revisada en el Anexo Digital N°3 Ciclos Productivos Definitivos.

6.2.3. Tratamiento de información por objetivo

6.2.3.1. Objetivo N° 1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.

6.2.3.1.1 Origen de información

El origen de la información que se utilizó tiene origen principal en el Sistema Integrado de Fiscalización de Acuicultura (SIFA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, complementado por el Registro Nacional de Acuicultura (RNA), e información de concesiones de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Específicamente el dato se extrajo de las celdas de la planilla de MS Excel utilizada para reportes de tratamientos farmacológicos y no farmacológicos.

6.2.3.1.2 Temporalidad

La temporalidad del análisis de consumo de antiparasitarios está basada en datos para el periodo 2011-2017. La captura de información de mortalidad vía SIFA se inició en 2010 en modo piloto, siendo en 2011 cuando todos los centros empezaron a declarar obligatoriamente. La fecha de descarga de la información fue el 26 de diciembre de 2017, resultando en aproximadamente ~24.000 registros de tratamientos a analizar. La información contenida en SIFA se actualiza retroactivamente, por consiguiente, un análisis de datos con descarga posterior a la fecha indicada previamente puede presentar variaciones.

6.2.3.1.3. Escala Territorial

La territorialidad en el consumo de antiparasitarios se abordó por regiones, macrozonas y ACS.

6.2.3.1.4. Metodología

Para estimar las tendencias del uso de antiparasitarios se realizó un conteo (valores íntegros mayores o iguales a cero) de la cantidad de tratamientos antiparasitarios en cada ciclo de producción. Los registros de tratamientos antiparasitarios de cada centro de producción fueron ordenados cronológicamente según su fecha (entre 2011-2017) en base al algoritmo de ciclos productivos. Se agrupó el conglomerado de registros por ciclo productivo, para realizar conteos de la cantidad de tratamientos según la cantidad de jaulas incluidas en diferentes periodos de tiempo. Debido a la variabilidad en los registros se cuantifico la cantidad de tratamientos por ciclo de forma 'manual' sin operaciones matemáticas que permitieran un proceso operativo con los datos. Diferentes registros de tratamiento antiparasitario se consideran como la unidad del conteo, si estos coincidían en la fecha. Posteriormente se estimó la cantidad de jaulas del tratamiento, categorizando como tratamientos totales a los que contenían todas las jaulas de los módulos según código SIEP de SIFA para la fecha correspondiente, y tratamientos parciales a los que contenían una cantidad menor a la totalidad de jaulas de los módulos por centro productivo.

El total de ciclos productivos considerados en el análisis fueron un total de 1.007, de los cuales 361 ciclos productivos obtuvieron un valor de cero para el conteo de tratamientos antiparasitarios, y 641 ciclos productivos obtuvieron valores entre 1 y 26 tratamientos. Lo anterior generó tres categorías para la

variable tratamiento antiparasitario, siendo el conteo de tratamientos totales, el conteo de tratamientos parciales y la sumatoria de los tratamientos.

Descripciones de variable

La variable conteo de tratamientos antiparasitarios (0, 1, 2, 3… 26) se analizó según su frecuencia por diferentes características (especie, año, macrozona) resultando en la sumatoria de los conteos según la característica de elección (e.g. 345 tratamientos para el año 2012) y representado en las gráficas con una figura de barra. Dependiendo la característica de análisis se estimó la sumatoria de los conteos (e.g. 34, 567) o el porcentaje que dicho conteo representó sobre el total de unidades (e.g. 41%, 15.8%). En algunos casos se implementó el uso de gráficos de cajas para observar la variabilidad de los conteos (e.g. variabilidad de tratamientos por año). Además, se realizó estadística descriptiva que comprendió en algunos casos promedio, mediana, moda y cuartiles.

6.2.3.2 Objetivo N° 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar

6.2.3.2.1 Origen de información

El origen de la información que se utilizará se describe en la Tabla 2, el origen principal es del Sistema Integrado de Fiscalización de Acuicultura (SIFA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, complementado por Registro Nacional de Acuicultura (RNA), e información de concesiones de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Tabla 2. Origen información agua mar

Variable	*Origen*
Concesiones vigentes de salmónidos	*Subpesca*
Coordenadas geográficas de concesiones de agua mar	*RNA Sernapesca*
Mortalidad agua mar	*SIFA Sernapesca*
Especie	*SIFA Sernapesca*
Etapa	*Cálculo Estudio*

Las especies objetivo son:

- Salmón del atlántico
- Salmón coho
- Trucha arcoíris

Las etapas de desarrollo objetivo, que se describen en la Tabla 3, será T1, T2, T3, establecidas por el peso promedio. No se consideró la etapa de cultivo declarada por los titulares ya que presenta inconsistencia en la información, por ejemplo, se declaran adultos cuando son smolts, esto podría conducir a conclusiones erradas.

Tabla 3. Tabla de peso promedio por etapa T1, T2 y T3

	Peso Promedio Etapa (gramos)		
Especie	***T1***	***T2***	***T3***
Salmón del atlántico	*]0,1500]*	*]1500,3000]*	*>3000*
Salmón coho	*]0,1000]*	*]1000,2000]*	*>2000*
Trucha arcoíris	*]0,1000]*	*]1000,2000]*	*>2000*

6.2.3.2.2 Temporalidad

La temporalidad del análisis de mortalidad de agua mar es para el periodo 2010-2017. Cabe destacar que la captura de información de mortalidad vía SIFA se inició en 2010 en modalidad piloto, siendo recién en 2011 cuando todos los centros empezaron a declarar obligatoriamente. La fecha de descarga de la información fue el 26 de diciembre de 2017, es importante destacar este punto ya que la información contenida en SIFA se actualiza retroactivamente, por consiguiente, un análisis de datos con descarga posterior a la fecha indicada previamente puede presentar variaciones.

Por otro lado, la información de concesiones y coordenadas geográficas está actualizada a diciembre 2017.

6.2.3.2.3. Escala Territorial

En tanto, a nivel territorial se utilizará la siguiente escala:

- Nacional
- Región
- Macrozona
- ACS

6.2.3.2.4. Metodología

Para realizar el análisis de la mortalidad de los centros de agua de mar, fue necesario crear un programa informático para identificar los ciclos productivos de los centros de cultivo, ya que esta información no es registrada por Sernapesca, y la implementación de esta aplicación requirió diseñar un algoritmo para

identificar y rectificar información, ya que ocurre que en algunas ocasiones en SIFA las declaraciones son ingresadas con algunas inconsistencias, ya que el sistema no cuenta con validadores de información.

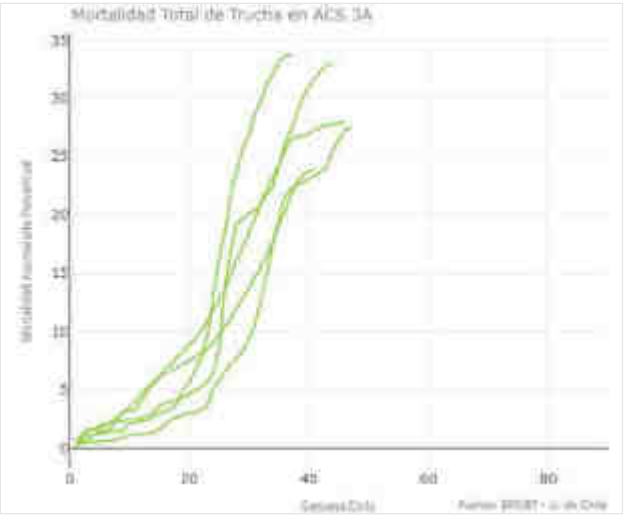
A partir de esta base de datos se realizó el análisis de la mortalidad, calculando porcentaje de mortalidad, biomasa, y análisis de las causales que generan mayor impacto en la industria, agrupada según ciclo, ACS, macrozona, etc.

Visualización de mortalidades en agua de mar

Las herramientas de visualización están destinadas a complementar la expertiz de un campo determinado, en este caso el estudio de mortalidad al interior de los ciclos productivos de mar, y proporcionar una visión general para ayudar a los usuarios a formular preguntas críticas y postular posteriormente hipótesis y respuestas. Es esta la razón de la importancia de una correcta visualización del comportamiento de mortalidades en los centros durante un ciclo productivo.

Para visualizar comportamiento de los distintos tipos de mortalidades de cada ciclo se utilizan las figuras denominadas *Espagueti Plot*. En vez de resumir la información de un número elevado de ciclos productivos, se representa la totalidad de estos en un solo gráfico sin perder representación mediante el cálculo de índices descriptivos. A continuación, en el Gráfico 1 se presenta un ejemplo de visualización para los ciclos productivos de trucha arcoíris ubicados en la ACS 3A.

Gráfico 1. Ejemplo visualización Spagueti Plot ACS 3A



En el Gráfico 1, el eje *X* representa el numera de semana del ciclo productivo, el eje *Y* el nivel de mortalidad total alcanzada. Cada curva verde grafica la mortalidad acumulada de un ciclo productivo desde su siembra hasta su cosecha.

Presentar un resumen de información con este tipo de visualización ayuda a un entendimiento del contexto más rápido y más fácil, siendo uno capaz de formular hipótesis, preguntas críticas o alertas con solo mirar una figura.

6.2.3.3. Objetivo N° 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce

6.2.3.3.1. Origen de información

El origen de la información de agua dulce que se utilizará se describe en la Tabla 4, donde la fuente principal es del Sistema Integrado de Fiscalización de Acuicultura (SIFA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, complementado por Registro Nacional de Acuicultura (RNA), e información de concesiones vigentes de agua dulce que fue proporcionada por Sernapesca.

Tabla 4. Origen información agua dulce

Variable	***Origen***
Concesiones de pisciculturas	*Sernapesca*
Coordenadas geográficas de concesiones de agua dulce	*RNA Sernapesca*
Mortalidad agua dulce	*SIFA Sernapesca*
Especie	*SIFA Sernapesca*
Etapa	*SIFA Sernapesca*

Las especies objetivo son:

- Salmón del atlántico
- Salmón coho
- Trucha arcoíris

Las etapas de desarrollo objetivo son:

- Alevín
- Smolt

6.2.3.3.2. Temporalidad

La temporalidad del análisis de mortalidad de agua dulce abarca el periodo 2010-2017.

En el año 2010 comenzó la declaración de mortalidad a través de la plataforma SIFA, por medio de una etapa de marcha blanca donde se fue incorporando gradualmente a las pisciculturas para declarar por esta vía. Por esta razón el volumen de declaraciones es baja con respecto a las pisciculturas operativas en ese año, comenzando a regularizarse esto en el año 2011, y ya para el año 2012, un gran porcentaje de pisciculturas operativas ya se encontraban declarando en SIFA.

El análisis realizado para agua dulce considera información descargada al 24 de enero de 2018, por lo que una nueva descarga de datos en otras fechas puede entregar variaciones en los resultados con respecto a este estudio.

6.2.3.3.3 Escala Territorial

En tanto, a nivel territorial en agua dulce se utilizará la siguiente escala:

- Nacional
- Región
- Comuna

Estos niveles territoriales se aplicaron de acuerdo con los tipos de análisis realizados e impacto en éstos. En este caso, a nivel de operación se realizó un análisis territorial a nivel de región y comuna, y en el caso de los análisis estadísticos de mortalidad, se consolidó a nivel nacional, pero desglosado por especie y etapa.

6.2.3.3.4 Metodología

Se obtuvo la información de mortalidad de pisciculturas desde SIFA, y en primer lugar se analizó el estado de la información registrada centrándose en peso promedio y número de individuos máximo. Durante ese análisis se pudo identificar que los datos tienen demasiada variabilidad, debido a que no existen validadores en el registro de la declaración de mortalidades, por lo que no se puede identificar que valores demasiado grandes o demasiado pequeños corresponden a error o efectivamente a casos reales, por lo que se decidió realizar los análisis considerando solamente la presencia de la causal de mortalidad en la semana declarada para la piscicultura, por esta razón los indicadores utilizados corresponden a frecuencia de declaración de una causal, n° de pisciculturas con presencia de la causal, y prevalencia semanal. Además, se realizó un análisis territorial, identificando el universo de pisciculturas otorgadas y de éstas cuáles se encuentran efectivamente operando, para esto se identificó como piscicultura otorgada a aquella registrada en el listado de pisciculturas entregado por Sernapesca, y en el caso de piscicultura operativa se identificó como el centro que tiene al menos una declaración de mortalidad o un movimiento en Siep.

6.3. Indicadores por objetivo

El control de la salud animal y la prevención de brotes de enfermedades animales es vital para la economía y la seguridad del suministro de alimentos del país. La producción de salmones saludable ayuda a garantizar un suministro seguro de alimentos y a mantener los precios al consumidor estables. Animales sanos garantizan:

- Suministros de alimentos más seguros
- Mayor productividad animal
- Reducción del impacto ambiental
- Uso reducido de antibióticos
- Mejora el bienestar de los animales

Para garantizar un sistema sano, es necesario definir indicadores sanitarios que sinteticen o simplifiquen datos relevantes sobre el estado o la evolución de una serie de fenómenos o síntomas asociados, principalmente, con aspectos sanitarios, aunque también de tipo productivo. Cada indicador proporciona información sobre un aspecto parcial de la cadena de la producción de salmones y el monitoreo de cada indicador permite lograr un análisis de tendencia de este aspecto particular.

Los indicadores de salud animal idealmente deberían responder tanto como sea posible a las siguientes características (Depoorter et al 2015):

- Medibilidad: los indicadores deben ser medibles cuantitativamente ya que el objetivo es seguir las tendencias a lo largo del tiempo. Este es en gran parte lo reportado en este informe.

- Independencia: los indicadores deben ser independientes. Diferentes indicadores no deberían medir aspectos similares de la cadena de producción animal.

- Confiabilidad: los indicadores deben ser sólidos, confiables y, en la medida de lo posible, insensibles al sesgo.

- Disponibilidad: los datos utilizados en el indicador deben estar fácilmente disponibles en informes, documentos o bases de datos.

- Representante para la salud animal: el conjunto completo de indicadores debe incluir las diversas categorías de peligros para la salud animal dentro del alcance del sistema de monitoreo.

- Falta de ambigüedad en la formulación: debe existir una relación inequívoca entre el indicador y el estado general de la salud animal medido desde el sistema de monitoreo de salud.

- Durabilidad: los indicadores ya se han medido durante un largo período de tiempo, y se espera que se seguirán más durante los próximos años.

En definitiva, el monitoreo regular de la salud de los centros de producción es un componente indispensable de los programas de gestión de producción y salud (HHPM) (Brand et al., 2001). El monitoreo permite una evaluación de si los diferentes elementos del proceso de producción están bajo control y funcionan correctamente. Esta información se obtiene al realizar observaciones planificadas regulares o mediciones de estos elementos (Noordhuizen et al., 2008). El primer obstáculo es, por lo tanto, identificar indicadores que permitan dicho monitoreo.

A continuación, se presentan los indicadores definidos para el presente estudio.

6.3.1. Objetivo N° 1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.

6.3.1.1. Consumo antimicrobianos

1) **Tratamientos antimicrobianos:** cantidad de principio activo antimicrobiano aplicado asociado a una fecha coincidente por centro productivo SIEP, agrupando o no el total de jaulas por centro productivo

Consumo de antibióticos por ciclo productivo

$$AB(C_i) = \sum_{i=1}^{n} C_{i,s}\,, \qquad C_i = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$AB(C_i)$: $Uso\ total\ de\ antibióticos\ \ del\ ciclo\ productivo\ i$

$C_{i,s}$: $Uso\ total\ de\ antibióticos\ del\ ciclo\ productivo\ i\ en\ la\ semana\ s$

Consumo de antibióticos por ciclo productivo en cada etapa productiva

$$AB(C_{i,}T) = \sum_{i=1}^{n} C_{i,s,}T\,, \qquad C_i = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}, \quad T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

$AB(C_{i,}T)$: $Uso\ total\ de\ antibióticos\ de\ la\ etapa\ T\ en\ ciclo\ productivo\ i$

$C_{i,t}$: $Uso\ total\ de\ antibióticos\ del\ ciclo\ productivo\ i\ en\ la\ semana\ s\ en\ la\ etapa\ t$

Consumo de antibióticos por periodo productivo por ACS

$$AB(P_Z) = \sum_{i=1}^{n} AB_{c_{i,z}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$AB(P_Z)$: $Consumo\ de\ antibióticos\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z}$: $Ciclo\ productivo\ i\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$AB_{C_{i,z}}$: $Consumo\ de\ antibióticos\ en\ ciclo\ productivo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

Consumo de antibióticos por periodo productivo por ACS respecto a la especie sembrada

$$AB(P_Z, e) = \sum_{i=1}^{n} AB_{c_{i,z,e}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$AB(P_Z, e)$: $Consumo\ de\ antibióticos\ de\ la\ especie\ e\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$AB_{C_{i,z,e}}$: $Consumo\ de\ antibióticos\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

6.3.1.2. Consumo antiparasitarios

Los indicadores utilizados para la determinación del consumo de antiparasitarios se definieron basados en la estructura de la información encontrada en las planillas asociadas al Sistema Integrado de Fiscalización de Acuicultura (SIFA). Estos indicadores se describen a continuación:

2) **Tratamientos antiparasitarios:** cantidad de veces que se aplicó un principio activo antiparasitario asociado a una fecha coincidente por centro productivo SIEP, agrupando o no el total de jaulas por centro productivo y resultando en un valor número integro. (e.g 1, 2, 3… etc.)

Consumo de antiparasitarios (CA)

$$CA = C1 + C1 + C3 \dots Cn$$

$$C = conteo\ de\ informes\ antiparasitario\ asociados\ a\ un\ determinado\ SIEP\ y\ fecha$$

6.3.2. Objetivo N° 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar

Los indicadores definidos para el presente estudio se dividieron según escala territorial desde una visión global de ciclo productivo, a escala territorial de ACS y macrozona.

Es importante destacar que cada indicador diferencia según la base de cálculo, pudiendo determinar la mortalidad total respecto a la siembra total como también respecto a la siembra de una especie en particular. Esto se debe considerar para tener una lectura correcta de los resultados.

A continuación, se presenta cada indicador con su descripción y fórmula de cálculo.

6.3.2.1. Mortalidad ciclo productivo

1) **Curva de mortalidad acumulada:** Los análisis de mortalidad a nivel de ciclo productivo se realizarán según la evolución de la mortalidad porcentual acumulada semana a semana. Para esto, cada ciclo productivo será representado como una serie de tiempo, la cual llamaremos curva de mortalidad acumulada. Cada ciclo productivo tendrá una curva de mortalidad por causalidad, incluyendo una que represente la totalidad de las mortalidades llamada curva de mortalidad acumulada total.

Curva de mortalidad acumulada

$$CMA_{i,k}(t) = \sum_{i=1}^{t} \frac{PM_{i,t,k} * 100}{MPS_i}, \qquad k = \begin{Bmatrix} Mortalidad\ total, \\ Mortalidad\ Ambiental, \\ Mortalidad\ Secundaria, \\ \dots \end{Bmatrix}, \qquad i, t \in \mathbb{N}$$

$CMA_{i,k}(t)$: $Curva\ de\ mortalidad\ porcentual\ acumulada\ del\ ciclo\ i\ por\ causa\ k$

i : $Ciclo\ productivo\ i$

t : $numero\ de\ semanas\ transcurridas\ desde\ el\ inicio\ del\ ciclo\ productivo$

k : $causa\ de\ mortalidad.$

$PM_{i,t,k}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ la\ semana\ t\ debido\ a\ causa\ k\ en\ el\ ciclo\ i$

MPS_i : $Número\ de\ peces\ máximo\ del\ ciclo\ i$

La Curva de mortalidad acumulada está en función del tiempo transcurrido desde el cultivo y será igual a la suma de las mortalidades porcentuales de cada semana transcurrida. Esta mortalidad porcentual es calculada considerando como 100% el stock de peces máximo que alcanzó el ciclo durante todo el proceso productivo. Las distintas causas de mortalidad están enlistadas y descritas en el apartado 5.1.1 del presente capitulo.

6.3.2.2. Mortalidad semanal

1) **Porcentaje de mortalidad total por semana:** porcentaje de número de peces muertos (independientemente de la causa) por semana consultada respecto del número de peces de existencias en la semana anterior.

Porcentaje de mortalidad total por semana

$$Msemanal(s_t) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,s_t}}}{\sum_{i=1}^{n} PE_{c_{i,s_{t-1}}}}, \qquad s = \{s_t, s_{t-1}\},$$

$Msemanal(s)$: $Mortalidad\ porcentual\ total\ en\ semana\ s_t$

C_{i,s_t}: $Ciclo\ productivo\ i\ en\ la\ semana\ t$

$PM_{C_{i,y,z}}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ la\ semana\ s_t$

$PS_{C_{i,y,s}}$: $Número\ de\ peces\ existentes\ en\ la\ semana\ s_{t-1}\ en\ ciclo\ i\ del\ centro\ y$

6.3.2.3. Mortalidad Agrupaciones de concesiones de salmónidos (ACS)

1) **Porcentaje de mortalidad total por periodo productivo por ACS:** porcentaje de número de peces muertos (independientemente de la causa) para el periodo productivo consultado de una ACS respecto del número de peces sembrados en el mismo periodo productivo para una ACS.

Porcentaje de mortalidad total periodo productivo por ACS

$$M(P_Z) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z}}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$M(P_Z)$: $Mortalidad\ porcentual\ total\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z}$: $Ciclo\ productivo\ i\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

2) **Porcentaje de mortalidad total por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie:** número de peces muertos por especie (independientemente de la causa) durante el periodo productivo consultado de una ACS respecto del número de peces sembrados de la misma especie durante el periodo productivo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar la mortalidad por especie respecto a la población de la especie analizada.

Porcentaje de mortalidad total por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie

$$M(P_Z, e) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e}}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z,e}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$M(P_Z, e)$: $Mortalidad\ porcentual\ total\ de\ la\ especie\ e\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e}}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z,e}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

3) **Porcentaje de mortalidad total por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie:** número de peces muertos (independientemente de la causa) por especie y etapa productiva (T1, T2, T3) para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados de la misma especie durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad por especie y etapa productiva respecto a la población de la misma especie.

Porcentaje de mortalidad total por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie

$$M(P_Z, e, T) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e},T}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z,e}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}, \;\; T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

$M(P_Z, e, T)$: $Mortalidad\ porcentual\ total\ de\ la\ especie\ e\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e},T}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ del\ ciclo\ i\ en\ la\ etapa\ T\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z,e}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

4) **Porcentaje de mortalidad primaria por causa por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total:** número de peces muertos por causa primaria para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados totales durante el periodo productivo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad primaria por causa respecto a la población total.

Porcentaje de mortalidad primaria por causa por periodo productivo por ACS

$$M(P_Z, X) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z},X}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$$X \in \left\{ \begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix} \right\}$$

$M(P_Z, X)$: $Mortalidad\ primaria\ porcentual\ por\ causa\ X\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z}$: $Ciclo\ productivo\ i\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z},X}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ por\ causa\ X\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

5) **Porcentaje de mortalidad primaria por causa por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie:** número de peces muertos por causa primaria por especie para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados de la misma especie durante el periodo productivo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad primaria por causa por especie respecto a la población de la misma especie.

Porcentaje de mortalidad primaria por causa por periodo productivo por ACS

$$M(P_Z, X, e) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e},X}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z,e}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$$X \in \left\{ \begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix} \right\}$$

$M(P_Z, X, e)$: $Mortalidad\ primaria\ porcentual\ por\ causa\ X\ por\ especie\ e\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e},X}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ por\ causa\ X\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z,e}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

6) **Porcentaje de mortalidad primaria por causa por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total:** número de peces muertos por causa primaria por especie y etapa productiva para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados totales durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad por especie respecto a los ejemplares sembrados.

Porcentaje de mortalidad primaria por causa por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total

$$MP(P_Z, X, e, T) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e},X,T}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}, \;\; T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

$$X \in \left\{ \begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix} \right\}$$

$MP(P_Z, X, e, T)$: $Mortalidad\ primaria\ porcentual\ por\ causa\ X\ por\ especie\ e$

$en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e},X,T}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ por\ especie\ e\ por\ causa\ X\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

7) **Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total:** porcentaje de número de peces muertos por causa primaria específica para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados en el mismo periodo para una ACS.

Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total

$$MS(P_Z, W) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z},W}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$MS(P_Z, W)$: $Mortalidad\ secundaria\ porcentual\ por\ causa\ W\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z}$: $Ciclo\ productivo\ i\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z},W}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ por\ causa\ W\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

8) **Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por periodo productivo por ACS respecto la mortalidad secundaria:** porcentaje de número de peces muertos por causa primaria específica para el periodo productivo consultado respecto del número de peces muertos por causa secundaria en el mismo periodo para una ACS. Este indicador permite determinar la distribución de causas de la mortalidad secundaria.

Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por periodo productivo por ACS respecto a la mortalidad secundaria

$$MSS(P_Z, W, X) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{C_{i,z},W,X}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{C_{i,z},X}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$$X = Secundaria$$

$MSS(P_Z, W)$: $Mortalidad\ secundaria\ porcentual\ por\ causa\ W\ en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z\ sobre\ la\ mortalidad\ secundaria$

$C_{i,z}$: $Ciclo\ productivo\ i\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z},W}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ por\ causa\ W\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ por\ causa\ secundaria\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

9) **Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie:** porcentaje de número de peces muertos por causa secundaria específica para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados en el mismo periodo para una ACS.

Porcentaje de mortalidad secundaria por causa específica por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total

$$MS(P_Z, W, e) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e},W}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z,e}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\},$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$MS(P_Z, W, e)$: $Mortalidad\ secundaria\ porcentual\ por\ causa\ W\ de\ la\ especie\ e$

$en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e},W}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ por\ causa\ W\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z,e}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ de\ la\ especie\ e\ en\ una\ ACS\ z$

10) **Porcentaje de mortalidad secundaria por causa por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total:** número de peces muertos por causa secundaria por especie y etapa productiva para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados totales durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad por especie respecto a los ejemplares sembrados.

Porcentaje de mortalidad secundaria por causa por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra total

$$MS(P_Z, W, e, T) = \frac{\sum_{i=1}^{n} PM_{c_{i,z,e},W,T}}{\sum_{i=1}^{n} PS_{c_{i,z}}}, \qquad P_z = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}, \;\; T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$MS(P_Z, W, e, T)$: $Mortalidad\ secundaria\ porcentual\ por\ causa\ W\ por\ especie\ e$

$por\ etapa\ productiva\ T en\ el\ periodo\ productivo\ P\ de\ la\ ACS\ z$

$C_{i,z,e}$: $Ciclo\ productivo\ i\ de\ la\ especie\ e\ que\ pertenece\ a\ la\ ACS\ z$

$PM_{C_{i,z,e},W,T}$: $Número\ de\ peces\ muertos\ en\ ciclo\ i\ por\ especie\ e\ por\ causa\ W$

$por\ etapa\ productiva\ T\ en\ una\ ACS\ z$

$PS_{C_{i,z}}$: $Número\ de\ peces\ sembrados\ en\ ciclo\ i\ en\ una\ ACS\ z$

11) **Variación en puntos porcentuales por periodo productivo por ACS:** variación entre el último periodo productivo cerrado y el penúltimo periodo productivo cerrado de un indicador determinado por ACS. La variación se estima sobre las ACS que contienen información en ambos periodos productivos, aquellas que no cumplan con esta restricción no se posible aplicar el indicador si se simboliza con N/A, es decir, no aplica. Este indicador se aplicó para todos los indicadores de ACS.

Variación en puntos porcentuales por periodo productivo por ACS

$$V(P_t, P_{t-1}) = (I_{P_t} - I_{P_{t-1}}) \cdot 100, \qquad I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\} \ \forall \ indicador\ periodo\ productivo\ ACS$$

$V(P_t, P_{t-1})$: $variación\ en\ puntos\ porcentuales\ entre\ los\ periodos\ productivos\ P_t\ y\ P_{t-1}$

I_{P_t}: $indicador\ del\ periodo\ productivo\ P_t$

$I_{P_{t-1}}$: $indicador\ del\ periodo\ productivo\ P_{t-1}$

6.3.3. Objetivo N° 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce

Para el análisis, se consideraron los siguientes indicadores asociados a la mortalidad de agua dulce:

1) **Número de centros operativos en un periodo anual:** corresponde a la sumatoria de centros operativos en dentro del periodo de un año, donde un centro operativo es aquel que registró al menos un movimiento de ejemplares por Siep, o declaró al menos un registro de mortalidad con número de individuos distinto de cero en SIFA, en el lapso de un año. Este indicador permite determinar el número de centros que operaron en el lapso de un año.

Número de pisciculturas operativas en un periodo anual

$$PiscOperativas(T) = \sum_{i=1}^{N} P_{i,T}\,, \quad T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$$

$PiscOperativas(T)$: $Número\ de\ pisciculturas\ operativas\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

$P_{i,T}$: $Piscicultura\ operativa\ i\ dentro\ del\ periodo\ anual\ T$

N: $Número\ de\ centros\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

2) **Número de pisciculturas con causal de mortalidad primaria en un periodo anual:** corresponde al número de pisciculturas que al menos en una declaración de mortalidad tienen presencia de una causal de mortalidad primaria analizada en el periodo de un año. Este indicador permite determinar las pisciculturas afectadas por la presencia de una causal de mortalidad primaria.

Número de pisciculturas con causal de mortalidad primaria en un periodo anual

$$Pres(X,T) = \sum_{i=1}^{N} P_{i,X,T}\,, \qquad T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$$

$$X \in \left\{ \begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix} \right\}$$

$Pres(X,T)$: $Número\ de\ pisciculturas\ con\ presencia\ de\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X\ en\ el\ año\ T$

$P_{i,X,T}$: $Piscicultura\ i\ con\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X\ en\ el\ año\ T$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ en\ el\ año\ T$

3) **Número de pisciculturas con causal de mortalidad secundaria en un periodo anual:** corresponde al número de pisciculturas que al menos en una declaración de mortalidad tienen presencia de una causal de mortalidad secundaria (infecciosa) en el periodo de un año. Este indicador permite determinar las pisciculturas con presencia de una causal de mortalidad secundaria.

Número de pisciculturas con causal de mortalidad secundaria en un periodo anual

$$Pres(W,T) = \sum_{i=1}^{N} P_{i,W,T}\,, \qquad T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$Pres(W,T)$: $Número\ de\ pisciculturas\ con\ presencia\ de\ causal\ de\ mortalidad\ secundaria\ W\ en\ el\ año\ T.$

$P_{i,W,T}$: $Piscicultura\ i\ con\ causal\ de\ mortalidad\ secundaria\ W\ en\ el\ año\ T.$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ totales\ en\ el\ año\ T.$

4) **Prevalencia por causal de mortalidad primaria en un periodo anual:** corresponde al número de semanas promedio que una piscicultura declara una causa de mortalidad primaria en el lapso de un año. Este indicador permite determinar la prevalencia de una causal de mortalidad primaria en el lapso de un periodo anual.

Prevalencia por causal de mortalidad primaria en un periodo anual

$$Prev(X,T) = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M} P_{i,j,X,T}}{N_T}, \qquad T = \{t_1, t_2, \dots, t_p\},$$

$$X \in \left\{\begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix}\right\}$$

$Prev(X,T)$: $Prevalencia\ de\ la\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

$P_{i,j,X,T}$: $Piscicultura\ i\ en\ la\ semana\ j\ con\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X$

$en\ el\ periodo\ anual\ T$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

M: $Número\ de\ semanas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

5) **Prevalencia por causal de mortalidad secundaria en un periodo anual:** corresponde al número de semanas promedio que una piscicultura declara una causa de mortalidad secundaria (infecciosa) en el lapso de un año. Este indicador permite determinar la prevalencia de una causal secundaria en el lapso de un periodo anual.

Prevalencia por causal de mortalidad primaria en un periodo anual

$$Prev(W,T) = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M} P_{i,j,W,T}}{N_T}, \qquad T = \{t_1, t_2, \dots, t_p\},$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$Prev(W,T)$: $Prevalencia\ de\ la\ causal\ de\ mortalidad\ secundaria\ W\ en\ el\ periodo\ anual$

$P_{i,j,W,T}$: $Piscicultura\ i\ en\ la\ semana\ j\ con\ causal\ de\ mortalidad\ secundaria\ W$

$en\ el\ periodo\ anual\ T$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

M: $Número\ de\ semanas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

6) **Frecuencia de causal de mortalidad primaria en un periodo anual:** corresponde al número de veces que fue declarada una causal de mortalidad primaria dentro del lapso de un año. Este indicador permite determinar la frecuencia absoluta de una causal de mortalidad primaria.

Frecuencia de causal de mortalidad primaria en un periodo anual

$$Frec(X,T) = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} C_{i,j,X,T}\,, \qquad T = \{T_1, T_2, \dots, T_p\}$$

$$X \in \left\{\begin{matrix} Secundaria, Ambiental, Eliminación, Otras, Depredadores, \\ Sin\ Causa\ Aparente, Embrionaria, Daño\ Mecánico, \\ Desaptado\ o\ Regazado, Deforme, Maduro \end{matrix}\right\}$$

$Frec(X,T)$: $Frecuencia\ de\ declaración\ de\ una\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X$ $en\ el\ periodo\ anual\ T$

$C_{i,j,X,T}$: $Causal\ de\ mortalidad\ primaria\ X\ declarada\ por\ la\ piscicultura\ i$ $en\ la\ semana\ j\ del\ periodo\ anual\ T$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

M: $Número\ de\ semanas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

7) **Frecuencia de causal de mortalidad secundaria en un periodo anual:** corresponde al número de veces que fue declarada una causal de mortalidad secundaria (infecciosa) dentro del lapso de un año. Este indicador permite determinar la frecuencia absoluta de una causal de mortalidad secundaria.

Frecuencia de causal de mortalidad primaria en un periodo anual

$$Frec(W,T) = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} C_{i,j,W,T}\,, \qquad T = \{T_1, T_2, \dots, T_p\}$$

$$W \in \left\{ \begin{array}{c} Vibrio, IPN, Furunculosis\ Atípica, BKD, SRS, ISA, \\ SIT, Yersiniosis, Micosis, Francisellosis, Flavobacteriosis, \\ Amebiasis, Síndrome\ Ictérico, ICH, Streptococosis, \\ HSMI, Otras\ Secundarias \end{array} \right\}$$

$Frec(W,T)$: $Frecuencia\ de\ declaración\ de\ una\ causal\ de\ mortalidad\ primaria\ W\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

$C_{i,j,W,T}$: $Causal\ de\ mortalidad\ secundaria\ W\ declarada\ por\ la\ piscicultura\ i\ en\ la\ semana\ j\ del\ periodo\ anual\ T$

N: $Número\ de\ pisciculturas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

M: $Número\ de\ semanas\ total\ en\ el\ periodo\ anual\ T$

6.4. Modelos matemáticos

5.4.1 Modelo de tendencia

Un modelo matemático capaz de describir diferentes tendencias existentes en la información histórica con la que contamos es necesario para un mejor entendimiento del comportamiento de mortalidades dentro de los centros productivos.

Como explicamos en el apartado 6.3.2.1, para tener una visualización más amplia y representativa de los ciclos productivos estudiados, cada uno de estos son presentados como series de tiempo en una figura llamada *Espagueti Plot*. Un modelo matemático compatible con este tipo visualización ayudará a comprender de manera más rápida y fácil los distintos comportamientos y tendencias existentes entre los centros de producción en agua de mar, aún más cuando se considera un gran número de casos para visualizar, como en el caso cuando generamos figuras que consideran todos los ciclos productivos de una especie, sin filtrar por localización.

Si bien las figuras *espagueti plot* ayudan a plantear hipótesis sobre el comportamiento de los centros respecto a una determinada causa de mortalidad, cuando el número de ciclos productivos graficados es muy grande, esta tarea se ve dificultada debido a lo confuso que puede resultar la figura. Por esta razón, planteamos a los modelos aditivos generalizados (GAM por sus siglas en inglés) como herramientas para detectar y modelar tendencias generales, graficándolas en el mismo grafico *Espagueti,* complementando la visualización del comportamiento de las distintas mortalidades de todos los ciclos productivos considerados.

Se utilizó los modelos GAM para estimar los niveles de mortalidades de cada semana en función de las mortalidades registradas históricamente durante la misma semana. La diferencia entre el modelo GAM y otras regresiones es fundamentalmente que estas últimas mantienen un factor fijo como ponderador de la variable predictora, mientras que el GAM define una función de suavizado evaluada con la variable predictora. Esta función de suavizado es determinada mediante procedimientos no paramétricos que pueden resultar en funciones muy distintas entre sí, entregando una mayor flexibilidad hacia los datos ingresados para el entrenamiento del modelo.

Modelo Aditivo Generalizado (GAM)

$$E(Msemanal_t) = \beta_0 + f_{C_1}(PMA_{t,C_1}) + f_{C_1}(PMA_{t,C_2}) + \cdots + f_{C_N}(PMA_{t,C_N})$$

$$\forall\ t \in \{1,2,\ldots,T\}$$

$E(Msemanal_t)$: $Valor\ esperado\ de\ mortalidad\ porcentual\ acumulada\ en\ semana\ t$

C_i: $Ciclo\ productivo\ i$

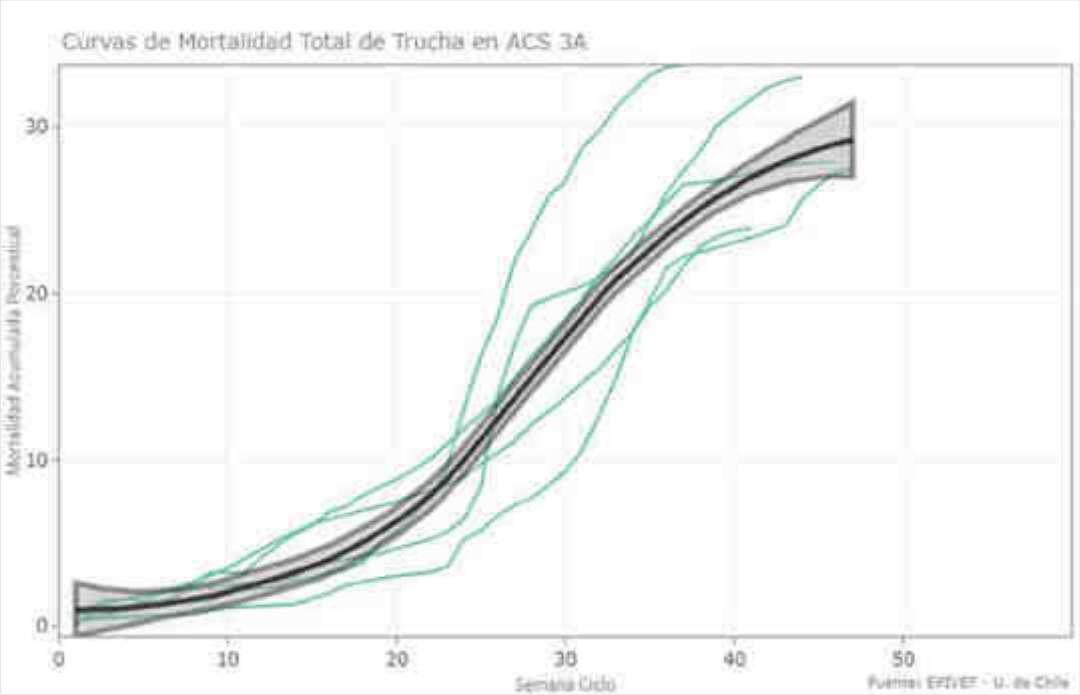
$PMA_{t,i}$: $Porcentaje\ acumulado\ de\ peces\ muertos\ en\ la\ semana\ t\ del\ ciclo\ i$

f_{C_i}: $Fijjjuunción\ de\ suavizado\ correspondiente\ al\ ciclo\ C_i$

β_0: $constante\ determinada\ por\ el\ modelo$

El siguiente gráfico (Gráfico 2) presenta la visualización de los ciclos de trucha en la ACS 3, en verde, junto con la curva de tendencia GAM, en negro.

Gráfico 2. Curva de mortalidad total de trucha en ACS 3A

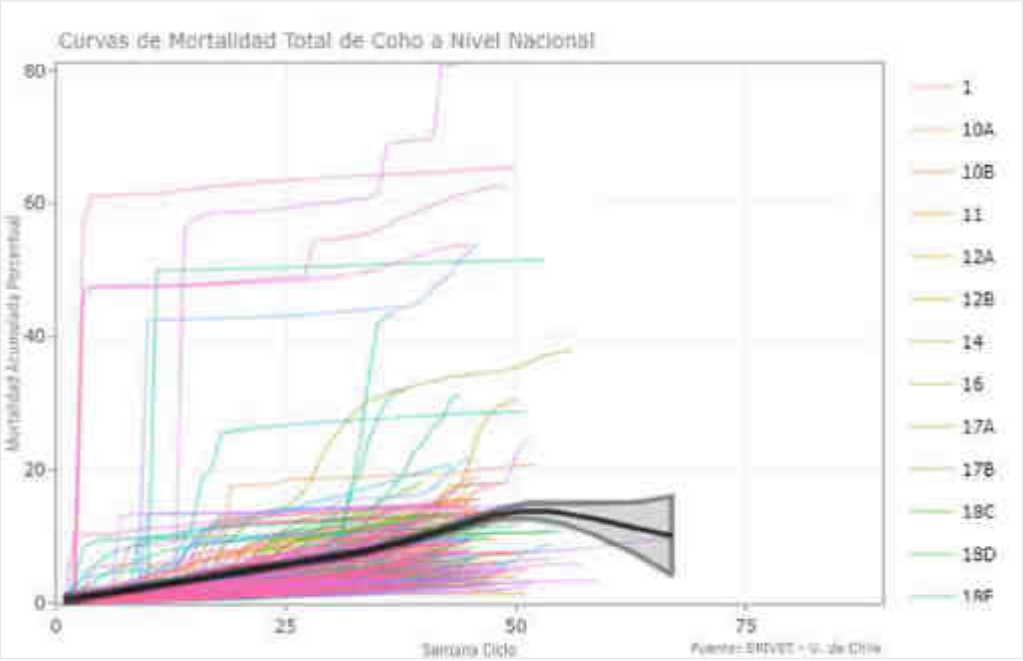


Adicionalmente, se puede graficar el intervalo de confianza como un área ennegrecida bordeando la curva de tendencia GAM. En nuestro estudio, establecemos 95% como grado de confianza.

5.4.2 Modelo de agrupación

Es intuitivo segmentar la base de datos por ACS u otro componente territorial y modelar una curva de tendencia para cada subconjunto de la base de datos, esto nos es útil para describir el comportamiento pasado en ese territorio, sin embargo, la curva de tendencia generada mediante el modelo GAM no siempre es representativa. Esto porque, tal como se verá en la siguiente figura Espagueti (Gráfico 3), los comportamientos de los ciclos productivos en cada ACS tienden a ser variados:

Gráfico 3. Curvas de mortalidad total especie salmón coho a nivel nacional

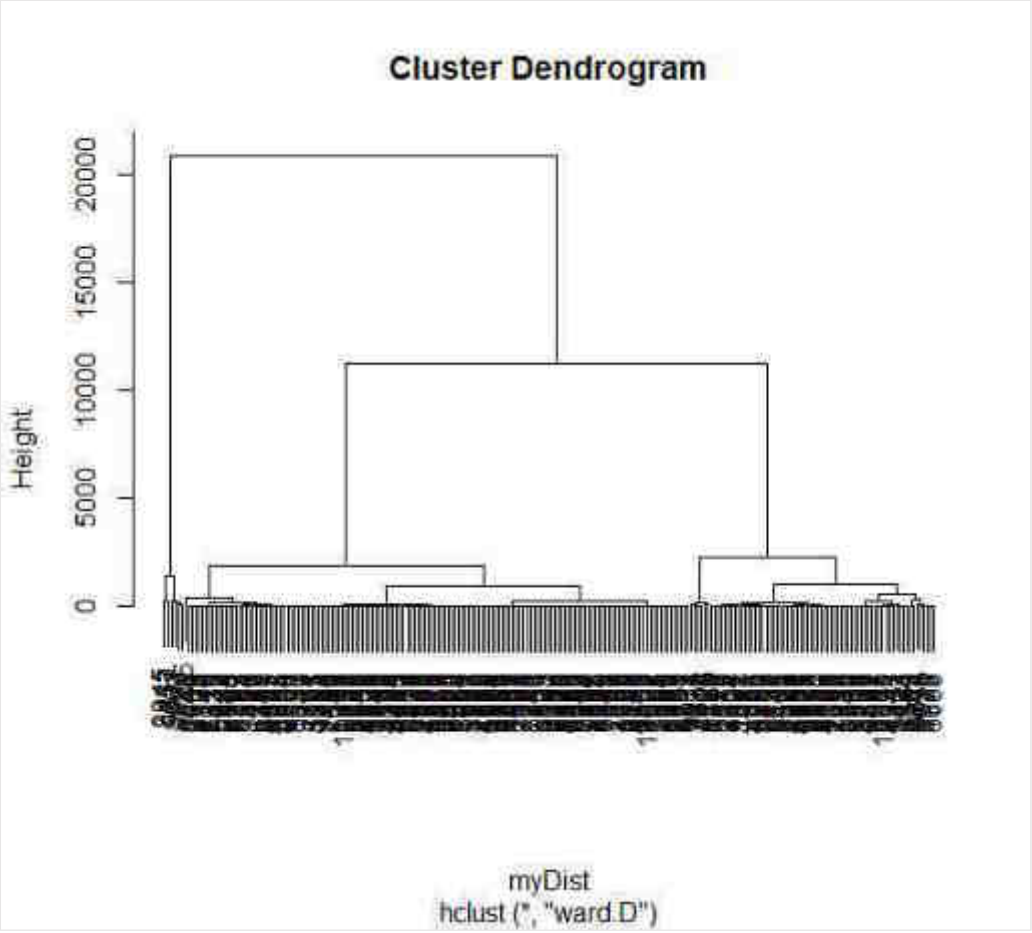


La curva de tendencia GAM no es precisa para representar todos los datos históricos registrados, las curvas de mortalidad tienen un comportamiento variado, sin embargo, se puede reconocer dos tendencias claras: Ciclos productivos que tienen un abrupto aumento de mortalidad acumulada y aquellos que mantienen un nivel por debajo del 20%.

El caso del salmón coho muestra que no exista una tendencia única, diferenciándose dos a simple vista. Sin embargo, es necesario automatizar este proceso de identificar estas posibles tendencias presentes en un subconjunto de la base de datos. Se plantea la necesidad de agrupar a los ciclos productivos según la similitud entre sus curvas de mortalidades acumuladas.

Como no sabemos a priori cuantas tendencias puede existir, realizamos un agrupamiento jerárquico aglomerativo, el cual tiene la ventaja de funcionar sin definir previamente cuántos grupos existen en los datos a clasificar. Esta segmentación se representa a través de un dendrograma, el cual se muestra a continuación (Gráfico 4):

Gráfico 4. Dendrograma de agrupamiento jerárquico aglomerativo



Se observa cómo se parte desde la base en que cada curva de mortalidad se encuentra agrupada en conjuntos de un solo miembro, la curva misma. Dependiendo de la similitud entre cada uno de los grupos, estos se van uniendo entre ellos, hasta que solo queda un solo gran grupo que contiene a la totalidad de los datos.

El Dendrograma creado es la base para agrupar a todas las curvas de mortalidad en base a su similitud, pero falta definir cuantos grupos crear. Para esta tarea utilizamos los siguientes 3 índices para determinar el mejor número de agrupaciones de tendencias existentes:

1) **Índice de Dunn:**

Para un número de agrupaciones m, el índice de Dunn evalúa qué tan compactos son cada grupo y qué tan distante es un grupo de los demás.

Índice de Dunn

$$DI_N = \frac{\min\limits_{1 \le i < j \le N} \delta(C_i, C_j)}{\max\limits_{1 \le k \le N} \Delta_k}, \qquad \Delta_k = \max_{x,y \in C_k} d(x,y)$$

N: $Número\ de\ grupos\ a\ evaluar$

$d(x,y)$: $Distancia\ euclidianda\ entre\ dos\ miembros\ x\ e\ y\ de\ un\ mismo\ grupo\ k$

$\delta(C_i, C_j)$: $Distancia\ entre\ el\ grupo\ C_i\ y\ el\ grupo\ C_j$

Δ_k: $Tamaño\ del\ grupo\ C_k$

Mientras mayor sea el índice de Dunn, mejor agrupado estarán los datos. Mejor agrupado significa que cada grupo es concentrado y con máxima distancia entre todos los grupos formados.

2) **Índice de Davies–Bouldin:**

Al igual que el índice de Dunn, la métrica de Davies–Bouldin evalúa la separación existente entre los grupos y que tan compactos son cada uno.

Índice de Davies-Bouldin

$$DB_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \max_{i \ne j} \frac{S_i + S_j}{M_{i,j}}, \qquad S_i = \left(\frac{1}{T_i} \sum_{j=1}^{T_i} \left| X_j - A_i \right| \right)^{\frac{1}{p}}, \qquad M_{i,j} = \left(\sum_{k=1}^{n} \left| a_{k,i} - a_{k,j} \right|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

N: $Número\ de\ grupos\ a\ evaluar$

A_i: $Centroide\ del\ grupo\ i$

T_i: $Tamaño\ del\ grupo\ i$

p: $Dimensionalidad\ de\ los\ datos$

n: $Dimensionalidad\ de\ los\ centroides$

$M_{i,j}$: $Separación\ existente\ entre\ los\ centroides\ grupo\ C_i\ y\ el\ grupo\ C_j$

$a_{k,i}$: $Elemento\ k\ del\ centroide\ del\ grupo\ C_i$

Aquí p corresponde a 2. Si bien la base de datos tiene más atributos, nosotros estamos agrupando según la similitud de las curvas de mortalidad, curvas que tienen dos dimensiones (Mortalidad Acumulada y Semana Productiva). Que p sea igual a 2 implica que las distancias calculadas sean Euclidianas.

Mientras menor sea el índice, existen grupos de datos más separados uno de los otros. Esta separación se mide a través de la distancia euclidiana existente entre los centroides de cada grupo de curvas.

3) Índice de Silhouette:

Silhouette mide la consistencia de un grupo de datos. Evalúa la cohesión de cada miembro de un grupo, es decir, que cada miembro se parezca a al resto del grupo y sea distinto a los miembros de un grupo distinto, que exista una separación entre cada uno de los grupos formados.

Índice de Silhouette

$$S_i = \frac{\min\{b(i)\} - a(i)}{\max\{a(i), \min\{b(i)\}\}} \quad , i \in C_i$$

S_i: $\textit{Índice Silhouette para la curva i perteneciente al grupo } C_i$

$a(i)$: $\textit{Distancia promedio entre la curva i y todas las otras curvas que correspondan al mismo grupo } C_i$

$b(i)$: $\textit{distancia promedio entre la curva i y todas las otras curvas que pertenecen a un grupo distinto}$

$$S_{C_i} = \frac{1}{T_{C_i}} \sum_{i=1}^{T_{C_i}} S_i$$

S_{C_i}: $\textit{Índice de Silhouette para el grupo } C_i$

T_{C_i}: $\textit{numero de curvas existentes en el grupo } C_i$

El valor $a(i)$ es una métrica para evaluar qué tan bien agrupado se encuentra la curva i. Mientras menor sea la distancia, mejor agrupada se encuentra la curva evaluada. Por otra parte, $b(i)$ evalúa que tan parecida es la curva i con los miembros de otro grupo, esto se puede interpretar como una métrica que evalúa lo mal agrupada que se encuentra la curva i.

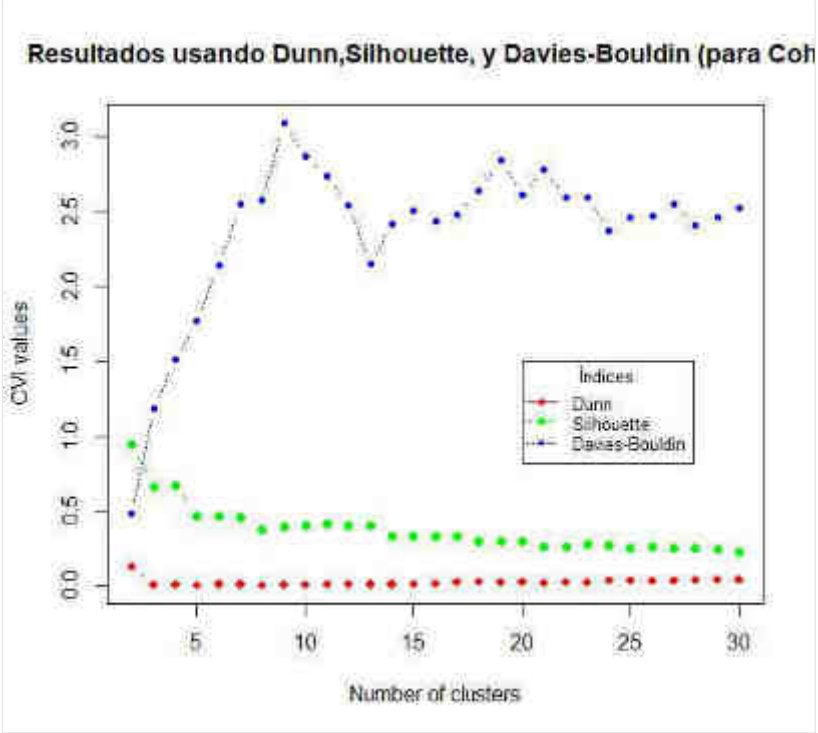
El índice de Silhouette asignado a un grupo C_i corresponde al promedio de los índices de Silhouette de cada curva i perteneciente al grupoC_i. El valor de este índice se encuentra entre 1 y -1, mientras sea más

cercano a 1 significa que cada miembro del grupo está bien clasificado y mientras más cercano a -1 significa que existe un mal agrupamiento de los datos.

Por lo general, estos índices suelen indicar el mismo valor. Pero en caso de que varíen, si al menos dos de estos índices coinciden en el número de grupos, se seleccionará a esta cantidad para dividir el subconjunto de datos y posteriormente modelar las curvas de tendencias GAMs para cada grupo encontrado.

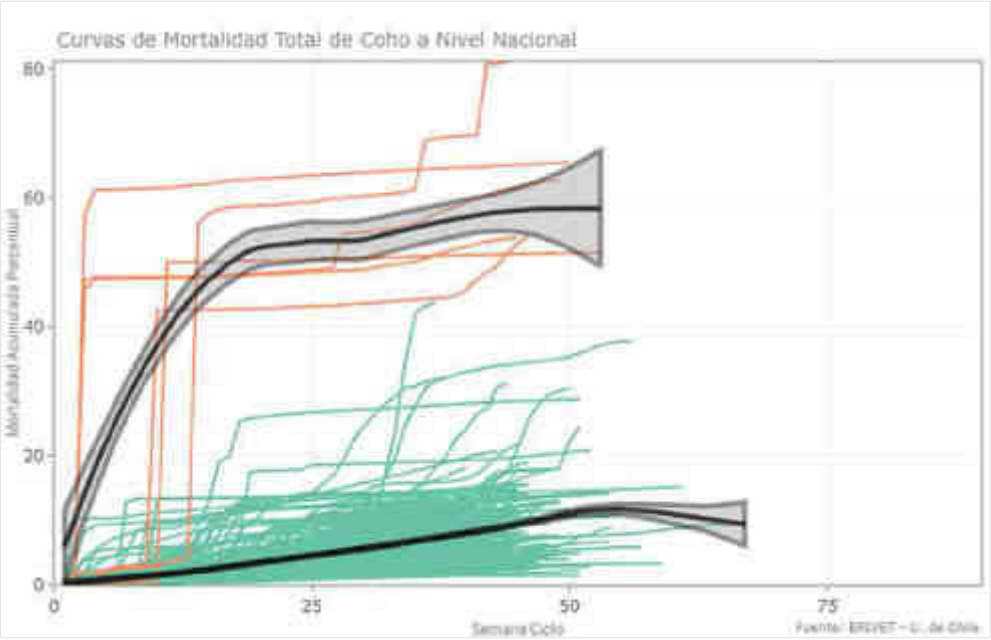
Siguiendo con nuestro ejemplo de las curvas de mortalidad total en salmón coho, obtenemos los siguientes valores de cada índice mencionado para cantidades de grupos que van entre 2 y 30 (Gráfico 5):

Gráfico 5. Resultados usando índices Dunn, Silhouette y David-Bouldin, especie coho



Los tres índices indican que el mejor número de agrupaciones es 2. De esta manera, nuestro ejemplo queda con las siguientes curvas de tendencias GAM, las cuales son más representativas:

Gráfico 6. Curvas de mortalidad total, salmón coho, nivel nacional



VII. Resultados por objetivo

7.1. Objetivo N°1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda

El objetivo N°1 plantea determinar indicadores históricos de consumo y tendencias del uso de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda. Los productos esperados consideran determinar valores de referencia para el consumo de antimicrobianos y antiparasitarios según especies y zonas geográficas, y generar un ranking de ciclos de producción con menores consumos de antimicrobianos y antiparasitarios. Para ello se realizarán las siguientes actividades: evaluar los tipos de tratamientos antimicrobianos y antiparasitarios y las tendencias de su uso en función del tiempo cronológico y ciclos de producción, comparar el uso de antimicrobianos entre diferentes poblaciones de especies (salar, coho y trucha)y escala espacial (ACS y macrozona), comparar el uso de los distintos principios activos y la identificación de productores con menores consumos de antibióticos por ciclo productivo.

7.1.1. Análisis consumo de antibióticos

El uso de antibióticos durante los dos últimos periodos productivos cerrados en todas las especies sobrepasó el millón y medio de kilogramos de principio activo, siendo el salmón del atlántico la especie con mayor uso de antibióticos con un 76,53% del total sobrepasando el millón de kilogramos utilizados (Tabla 5). En el mismo escenario, la trucha arcoíris y el salmón coho alcanzan un 12,57 y 10,91% respectivamente, no sobrepasando los 200.000 kilogramos en total (Gráfico 7). Durante el penúltimo periodo productivo cerrado se hizo uso de más de 760 mil kilogramos de principio activo, de los cuales alrededor del 70% corresponden al uso por ciclos productivos de salmón del atlántico, le sigue la trucha arcoíris y el salmón coho con un 17,3% y 13,03% respectivamente (Tabla 5). Respecto al último periodo productivo cerrado el escenario mantiene patrones similares, de los cerca de 780 miles de kilogramos utilizados como tratamientos antibacterianos el 83,27% correspondientes a aproximadamente 650 mil kilogramos fueron usados en salmón del atlántico (Gráfico 2), en cuanto al uso de antibióticos en las demás especies, la trucha arcoíris alcanzo un 7,9% del uso total de antibióticos en ese periodo frente a los 8,81% del salmón coho. Al evaluar la variación de puntos porcentuales del uso de antibióticos entre los dos periodos involucrados es posible detectar un incremento de 13,61 pp entre el último y penúltimo periodo productivo de salmón del atlántico que se traduce en un aumento de más 100 mil kilogramos. Por otro lado, la variación del uso de antibióticos es negativa para trucha arcoíris y salmón coho, siendo la primera la que exhibe una disminución de 9,4 pp entre sus periodos productivos que implica un descenso aproximadamente la mitad del uso previo, alrededor de 70 mil kilogramos. El salmón coho presenta una disminución menos marcada, evidenciando 9,4 pp menos que el periodo previo, que se traduce en aproximadamente 30 mil kilogramos de antibiótico (Tabla 5).

Tabla 5. Descripción del uso de antibióticos (kg) por especie y periodos productivos

Especies	General	% general	Penúltimo periodo	% penúltimo periodo	Último periodo	% último periodo	Variación (PP)
Todas	1.538.758,63	100	763.455,07	100%	775.303,56	100%	
Salmon del Atlántico	1.177.569,84	76,53	531.846,17	69,66%	645.723,67	83,27%	13,61
Trucha arcoíris	193.367,74	12,57	132.107,79	17,3%	61.259,95	7,9%	-9,4
Salmón coho	167.821,10	10,91	99.501,11	13,03%	68.319,94	8,81%	-4,22

Gráfico 7. Barplot uso total de antibióticos por especie en últimos dos periodos productivos

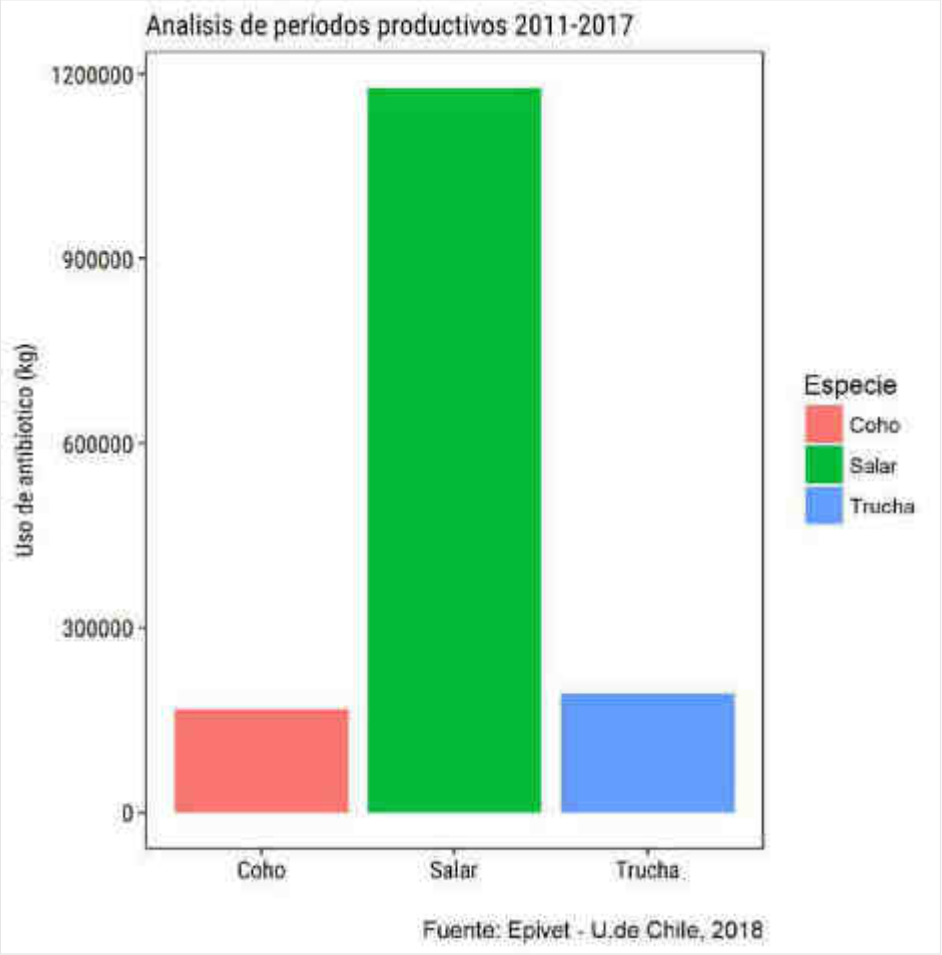
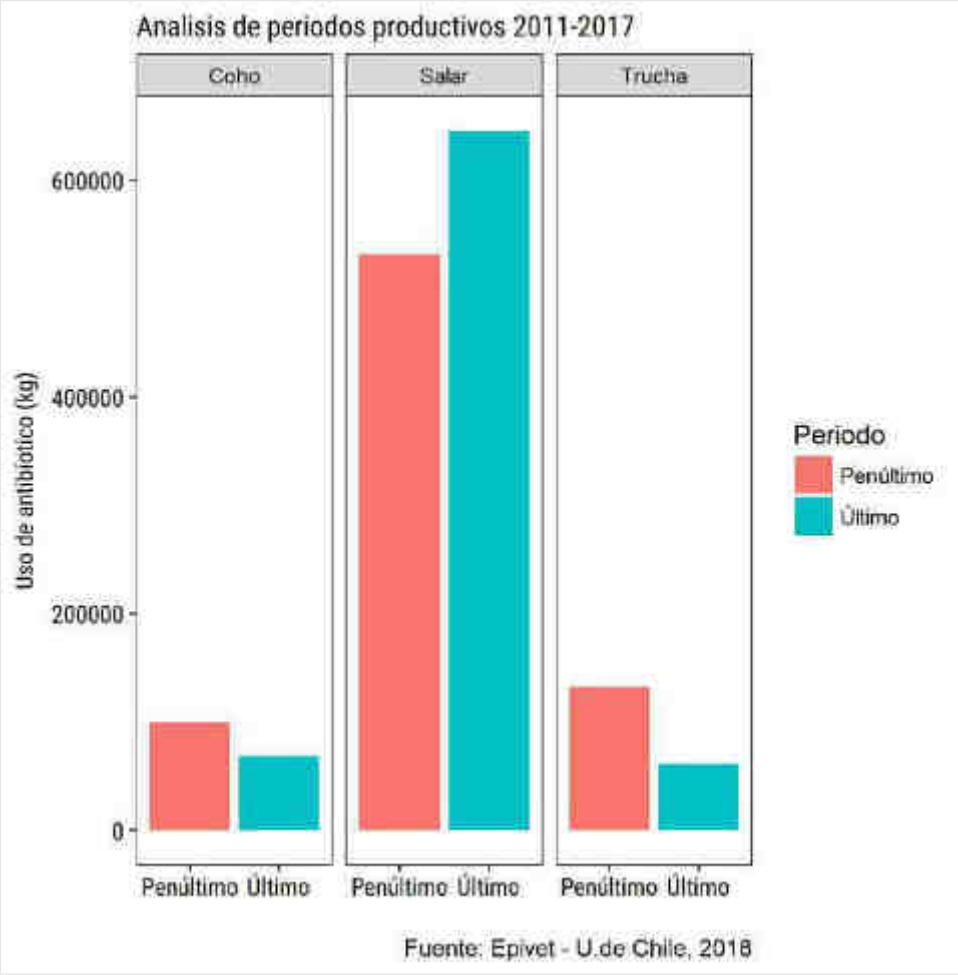


Gráfico 8. Barplot uso de antibióticos por periodo productivo según especie



El uso de antibióticos, tomando en cuenta los dos últimos periodos productivos, las tres especies producidas alcanzan en promedio aproximadamente 1.700 kilogramos a nivel de ciclo productivo (Tabla 6) sin embargo, al evaluar por especie se evidencia que el salmón del atlántico utiliza en promedio sobre los 2.000 kilogramos por ciclo productivo en contraste con los 1.068 y 1.055 kilogramos que emplean los ciclos productivos de trucha arcoíris y salmón coho respectivamente (Gráfico 9). Al considerar los periodos productivos de forma independiente, el conjunto de las tres especies presenta un aumento de la cantidad de fármaco antibiótico utilizado de 1.604 a 1.803 kilogramos manifestando un aumento de 12,42%, de la misma manera, el salmón del atlántico evidencia un aumento de 16,37% en el uso de antimicrobianos variando de 1.920 a 2.034 kilogramos entre ambos periodos productivos (Gráfico 10). En cuanto a las especies restantes ambas exhiben una disminución en el uso de antibióticos respecto a sus periodos productivos previos (Gráfico 10). La trucha arcoíris presento una disminución de 24,73% que se traduce en alrededor de 300 kilogramos menos, de la misma forma, el salmón coho tuvo una disminución de 17,03% variando su uso de antibióticos desde 1.144 a 949 kilogramos entre sus periodos productivos (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis estadístico del uso de antibióticos (kg) por ciclo productivo

Especies	Parámetro	General	Penúltimo periodo	Último periodo	Variación (CP)
Todas	Promedio	1.698,41	1.603,9	1.803,03	12,42%
	Mediana	1.517,83	1.470,68	1.685,53	14,61%
Salmon del Atlántico	Promedio	2.080,51	1.920,02	2.234,34	16,37%
	Mediana	1.945,65	1.750,5	2.101,31	20,04%
Trucha arcoíris	Promedio	1.068,33	1.179,53	887,83	-24,73%
	Mediana	940	1.059,02	675	-36,26
Salmón coho	Promedio	1.055,48	1.143,69	948,89	-17,03
	Mediana	849,26	866,88	813,15	-6,20

Gráfico 9. Boxplot uso de antibióticos por especie por ciclo productivo

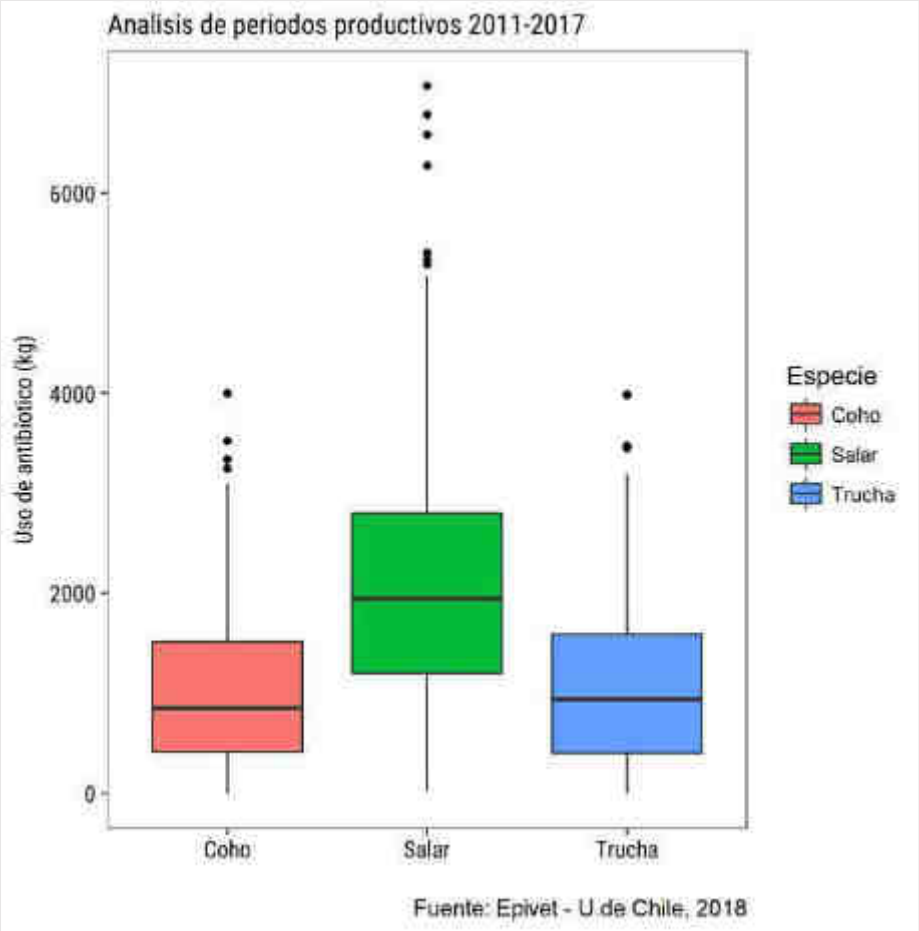
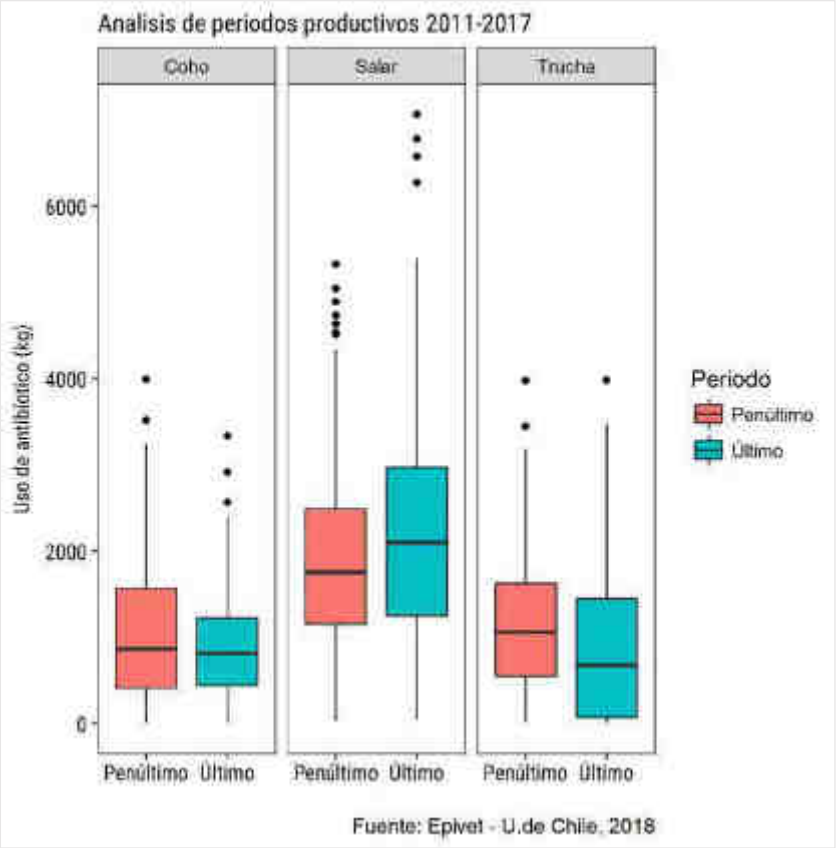


Gráfico 10. Boxplot uso de antibióticos por periodo productivo según especie



El uso de antibióticos varía según durante las distintas etapas productivas de un ciclo productivo, respecto a esto, se puede evidenciar que los ciclos de salmón del atlántico tienden a tener magnitudes de uso de antimicrobianos más homogéneas en sus etapas productivas. En el penúltimo periodo se utilizaron de T1 a T3 158, 188 y 185 mil kilogramos de antibiótico (Tabla 7) que se asocian al 29,68% , 35,42% y 34,9% del uso total de antibiótico respectivamente (Tabla 8), de forma similar durante el último periodo se ocuparon de T1 a T3 173, 208 y 265 mil kilogramos de antibiótico (Tabla 7) que se asocian al 26,76%, 32,18% y 41,06% del uso total de antibiótico respectivamente (Tabla 8). La variación más importante en el uso de antibióticos para salmón del atlántico entre sus periodos productivos se constata en T3 en donde el cambio porcentual alcanza un 42,82% y una variación de puntos porcentuales de 6,16. Las demás especies presentan volúmenes de uso de antibiótico marcadamente menores a salmón de Atlántico (Gráfico 11), sin embargo, ambas especies presentan variaciones más marcadas en sus etapas productivas especialmente en T2 respecto a sus otras etapas (Tabla 7). En su penúltimo periodo, la trucha arcoíris utilizo en T2 aproximadamente 70 mil kilogramos de antibiótico que representa el 52,85% del uso de todas las etapas productivas en el periodo productivo en desmedro de T1 y T3 en donde se usaron el 26,04% y 21,11% del uso total de antibiótico (Tabla 8), de forma similar en el último periodo productivo durante T2 se emplearon cerca de 30 mil kilogramos que corresponden al 48,77% del total a diferencia del uso en T1 y T3 en donde se utilizaron el 28,93 y 22,3% del total. Las fluctuaciones del uso de antibióticos en las etapas productivas de trucha arcoíris son marcadas en cuanto a la cantidad de

principio activo de antimicrobiano (Gráfico 11), en donde se evidencia una marcada disminución del uso de antibiótico entre las etapas productivas del último y penúltimo periodo productivo en donde entre T1, T2 y T3 existió una disminución del 40,49%, 57,2% y 51,02% (Tabla 7), sin embargo, al evaluar respecto al uso total de antibiótico específico en cada periodo la disminución de puntos porcentuales es evidente en T2 con un 4,09, mientras que en las demás etapas la variación entre los porcentajes tiende a ser positiva (Tabla 8). Salmón coho tienen un comportamiento semejante a la trucha arcoíris, en el penúltimo periodo productivo se constata que en T2 se aplicaron sobre 45 mil kilogramos de antibiótico que representa el 46,37% del total administrado en el periodo respecto al 34,07% y 19,56% que se administraron en T1 y T3 respectivamente (Tabla 8) y de forma semejante durante el último periodo en T2 se usaron cerca de 32 mil kilogramos de antibiótico que comprende el 46,5% del uso total en el periodo frente al 32,76 y 20,75% utilizados en T1 y T3 respectivamente (Tabla 7). La dinámica del uso de antibiótico en las etapas productivas del salmón coho sigue patrones similares a los de la trucha arcoíris, sin embargo, la disminución porcentual de volumen de antibiótico utilizado es más marcado en T1 que en las demás etapas productivas (Tabla 7).

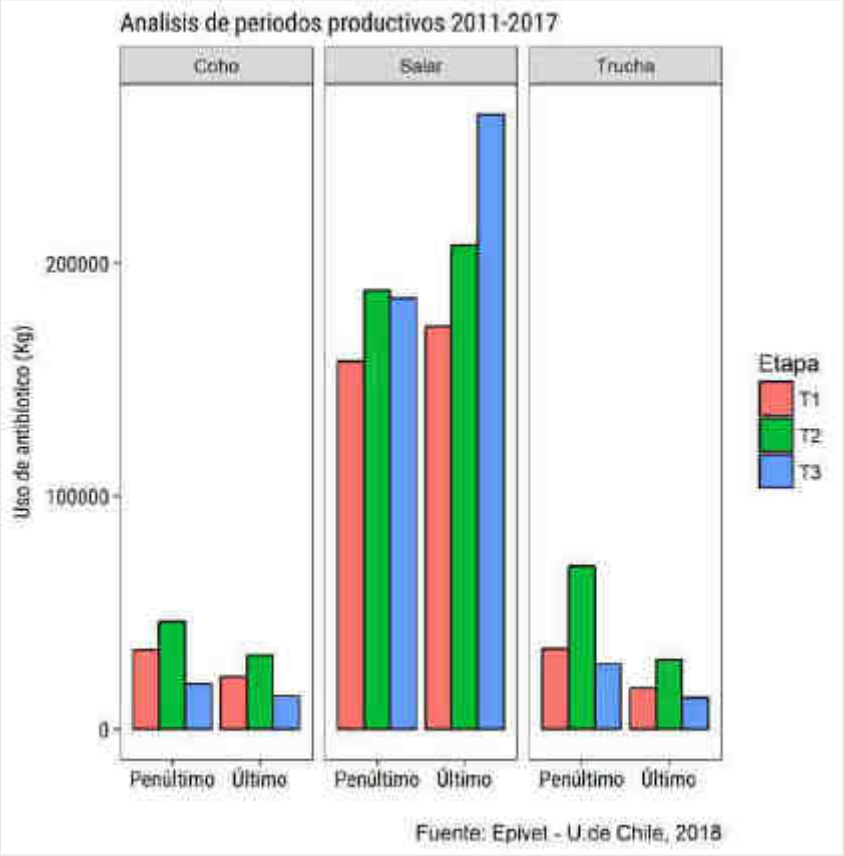
Tabla 7. Análisis del uso de antibióticos (kg) por etapa productivo según especie

Especies	Etapa productiva	General	Penúltimo periodo	Último periodo	Variación (CP)
Salmon del Atlántico	T1	330.631,99	157.832,8	172.799,19	9,48
	T2	396.159,27	188.373,84	207.785,44	10,3
	T3	450.778,58	185.639,53	265.139,05	42,82
Trucha arcoíris	T1	52.125,45	34.403,22	17.722,24	-48,49
	T2	99.696,29	69.817,08	29.879,21	-57,2
	T3	41.545,99	27.887,49	13.658,5	-51,02
Salmón coho	T1	56.280,47	33.900,02	13.658,5	-59,71
	T2	77.900,88	46.134,91	31.765,97	-31,15
	T3	33.639,7	19.466,18	14.173,52	-27,19

Tabla 8. Análisis de los porcentajes de uso de antibióticos (kg) por etapa productivo según especie

Especies	Etapa productiva	General	Penúltimo periodo	Último periodo	Variación (PP)
Salmon del Atlántico	T1	28,08%	29,68%	26,76%	-2,92
	T2	33,64%	35,42%	32,18%	-3,24
	T3	38,28%	34,9%	41,06%	6,16
Trucha arcoíris	T1	26,96%	26,04%	28,93%	2,89
	T2	51,56%	52,85%	48,77%	-4,08
	T3	21,49%	21,11%	22,3%	1,19
Salmón coho	T1	33,54%	34,07%	32,76%	-1,31
	T2	46,42%	46,37%	46,5%	0,13
	T3	20,04%	19,56%	20,75%	1,19

Gráfico 11. Barplot uso de antibióticos por etapa productiva según especie y periodo productivo



En cuanto al uso de antimicrobianos por ACS se refleja la marcada dominancia del salmón del atlántico como especie de mayor uso de antibióticos en la industria acuícola nacional, salvo algunas ACS en donde aumenta el volumen de uso a través de trucha arcoíris y salmón coho. En la décima región es posible evidenciar un aumento del uso de antimicrobianos en salmón del atlántico entre el penúltimo y último periodo, disminuyendo el uso de antibióticos en las demás especies, especialmente la trucha arcoíris en donde la magnitud del uso de este tipo de fármacos disminuyo la mayoría de las ACS exceptuando las ACS 8, 9A, 9B y 9C (Gráfico 12). La ACS 2 presento el mayor uso en cuanto a magnitud de uso de antibióticos en el penúltimo periodo, lo que se vio reducido en casi la mitad en el periodo posterior (Tabla 9). Cuatro ACS presentaron un volumen de uso de antibióticos alto en el último periodo, las ACS 8, 10A, 11 y 17A, las cuales sobrepasan los 35 mil kilogramos utilizados (Tabla 9). De forma similar en la undécima región se constata la dominancia marcada del salmón del atlántico como especie de mayor uso de antibióticos, la cual en el último periodo productivo se asocia al uso de antimicrobianos en todos las ACS exceptuando la ACS 18E (Gráfico 13), de forma contrastante, la trucha arcoíris exhibió menor uso de antibiótico en el último periodo productivo respecto a su anterior periodo y el salmón coho presenta niveles de uso de antibiótico mínimo en solo seis ACS (Gráfico 13). Finalmente, en la undécima región es posible resaltar la baja cantidad de uso de antimicrobianos en sus ciclos productivos, los cuales han ido en leve aumento en el último periodo junto con presentar uso asociado a trucha arcoíris lo cual no se representaba en el anterior periodo (Gráfico 14).

Gráfico 12. Barplot uso de antibióticos por ACS de la décima región según especie y periodo productivo

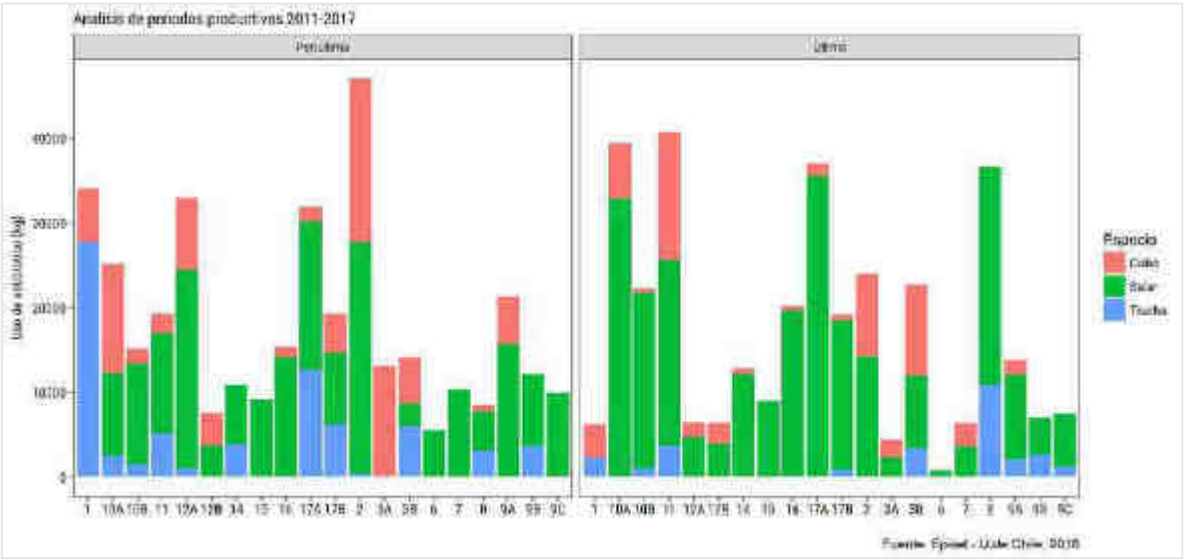


Gráfico 13. Barplot uso de antibióticos por ACS de la undécima región según especie y periodo productivo

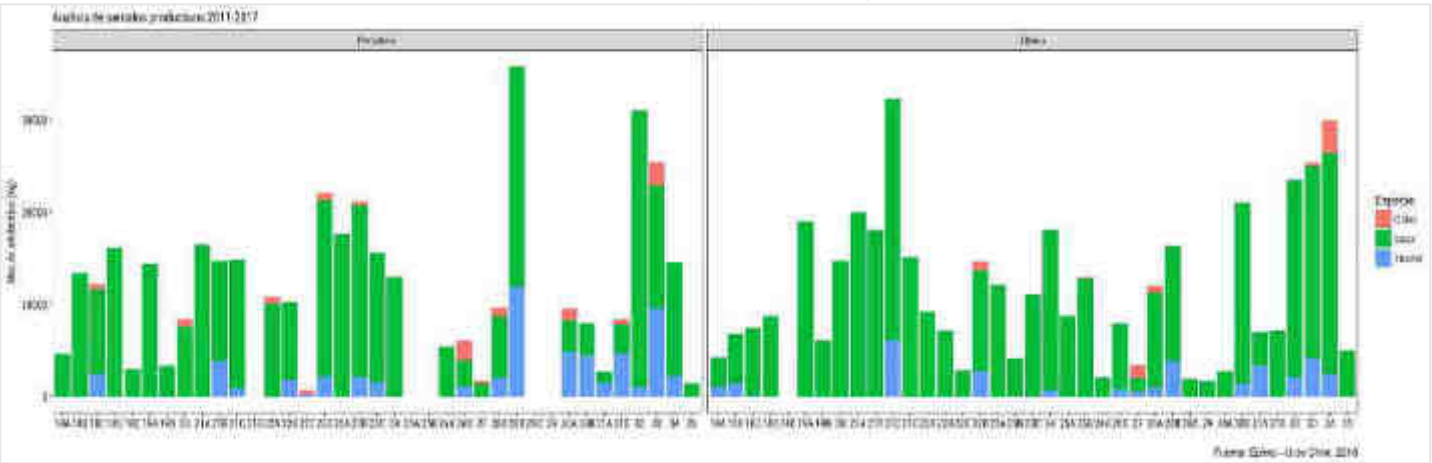


Gráfico 14. Barplot uso de antibióticos por ACS de la duodécima región según especie y periodo productivo

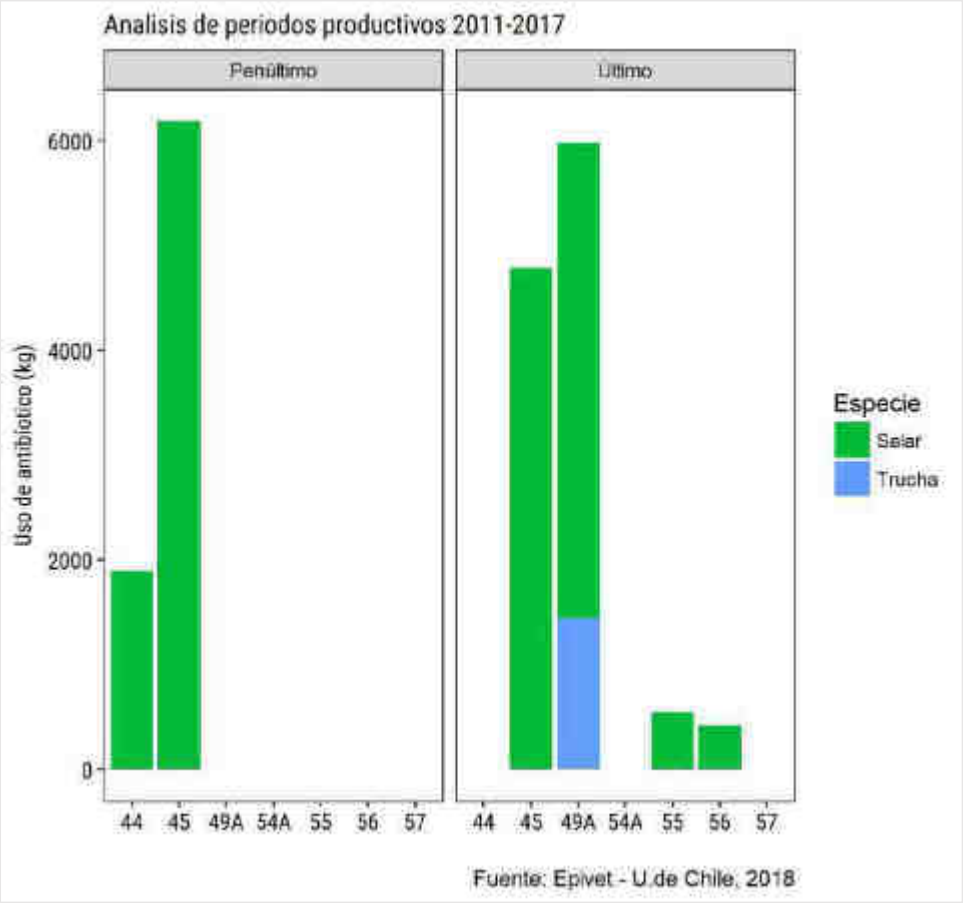


Tabla 9. Análisis del uso de antibióticos y variación por ACS en ambos periodos productivos

ACS	Penúltimo periodo		Último periodo		Variación (CP)[5]
	N° de ciclos penúltimo periodo	Uso de antibióticos (kg)	N° de ciclos último periodo	Uso de antibióticos (kg)	
1	27	34.092,46	23	6.221,73	-81,75
10A	22	25.227,21	22	39.445,14	56,36
10B	10	15.243,58	9	22.223,22	45,79
11	28	19.326,42	23	40.732,21	110,76
12A	12	32.950,56	5	6.468,9	-80,37
12B	6	7.546,86	4	6.360,28	-15,72
14	8	10.936,94	6	12.839,03	17,39
15	4	9.140,79	3	8.991,51	-1,63
16	9	15.389,92	9	20.183,81	31,15
17A	18	31.912,83	18	37.062,94	16,14
17B	21	19.257,67	10	19.181,37	-0,4
2	34	47.077,4	28	23.974,97	-49,07
3A	13	13.139,87	7	4.450,61	-66,13
3B	7	14.114,18	12	22.703,92	60,86
6	3	5.501,25	1	723,5	-86,85
7	8	10.334,79	8	6.371,74	-38,35
8	17	8.501,61	15	36.704,78	331,74
9A	15	21.341,55	12	13.844,89	-35,13
9B	8	12.123,66	7	7.012,56	-42,16
9C	4	9.903,72	4	7.516,55	-24,1
18A	7	4.646,25	4	4.244,25	-8,65
18B	4	13.375,08	5	6.785,55	-49,27
18C	7	12.218,84	11	7.453	-39
18D	11	16.109,02	5	8.748,45	-45,69
18E	2	2.982,9	1	0	-100

ACS	Penúltimo periodo	Último periodo	Variación (CP)	ACS	Penúltimo periodo
	N° de ciclos penúltimo periodo	Uso de antibióticos (kg)	N° de ciclos último periodo	Uso de antibióticos (kg)	
19A	6	14.418,24	8	19.005,15	31,81
19B	2	3.352,21	3	6.085,43	81,53
20	6	8.363,04	6	14.740,59	76,26
21A	6	16.421,71	6	19.949,67	21,48
21B	10	14.716,92	11	17.996,71	22,29
21C	12	14.819,9	15	32.318,99	118,08
21D	0	-	7	15.123,88	-
22A	7	10.814,29	5	9.222,93	-14,72
22B	4	10.254,9	3	7.132,48	-30,45
22C	4	625,57	3	2.878,2	360,09
22D	12	22.135,54	8	14.686,21	-33,65
23A	6	17.622,93	4	12.138,8	-31,12
23B	10	21.140,56	1	4.144,5	-80,4
23C	7	15.552,11	4	11.103,35	-28,61
24	8	12.989,35	7	18.026,08	38,78
25A	0	-	6	8.739,87	-
25B	0	-	6	12.963	-
26A	2	5.381,15	1	2.128,31	-60,45
26B	4	6.095,52	5	7.923,99	30
27	4	1.723,66	3	3.429,73	98,98
28A	12	9.662,71	8	12.003,22	24,22
28B	20	35.773,41	13	16.369,98	-54,24
28C	0	-	1	1.890,02	-
29	0	-	2	1.674,68	-
30A	6	9.600,38	2	2.776,37	-71,08
30B	6	7.977,52	6	20.995,39	163,18

ACS	Penúltimo periodo	Último periodo	Variación (CP)	ACS	Penúltimo periodo
	N° de ciclos penúltimo periodo	Uso de antibióticos (kg)	N° de ciclos último periodo	Uso de antibióticos (kg)	
31A	4	2.714,71	4	7.000,29	157,87
31B	6	8.393,22	3	7.131,53	-15,03
32	23	31.068,67	24	23.448,24	-24,53
33	21	25.423,74	12	25.350,4	-0,29
34	12	14.500,22	17	29.921,03	106,35
35	3	1.437	2	5.023,89	249,61
44	1	1.895,46	0	-	-
45	2	6.185,08	2	4.785,72	-22,62
49A	0	-	5	5.984,16	-
54A	0	-	1	0	-
55	0	-	2	545,46	-
56	0	-	5	420,4	-
57	0	-	3	0	-

[5] Coloración representa las magnitudes de la variación negativa (verde) y positiva (rojo)

La variación de puntos porcentuales del uso de antibióticos en las ACS a nivel nacional durante sus últimos dos periodos productivos permitió visualizar que en la décima región la ACS presentó aumento en el uso de antibióticos sobre los 300 pp, seguido en menor medida por la ACS 11. En contraste las ACS 6, 1, 12A y 3A disminuyeron sobre 50 pp el uso de antibióticos respecto a su periodo productivo anterior (Gráfico 15). Respecto a la variación en la undécima y duodécima región, la ACS 22C fue la de mayor aumento de variación sobrepasando los 350 pp, seguida por la ACS 35 cercano a los 250 pp y las ACS 30B, 31A, 21C y 34 cuyas variaciones aumentaron sobre los 100 pp (Gráfico 16).

Gráfico 15. Barplot de variación de uso de antibióticos entre periodos productivos según ACS de la décima región

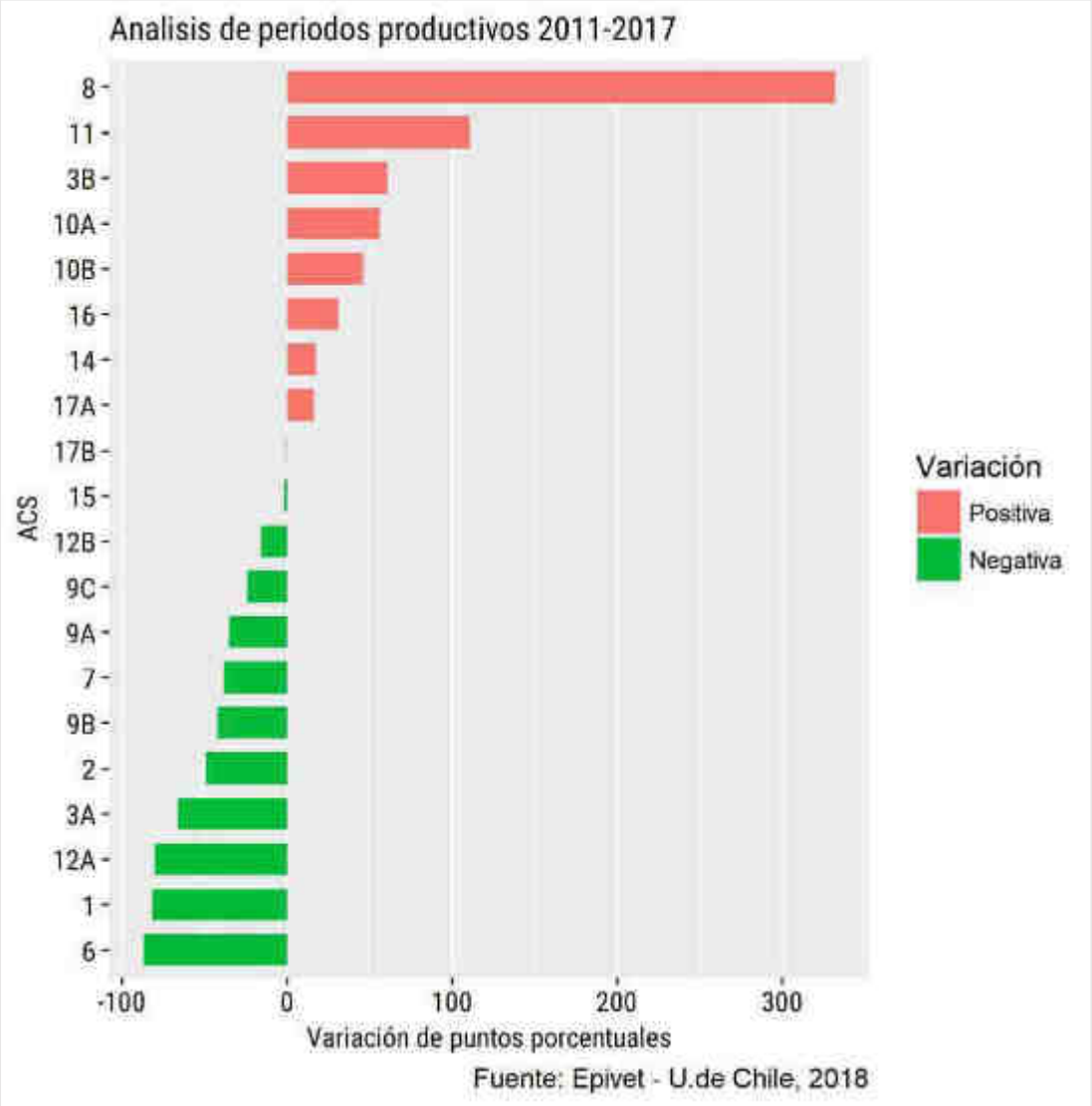
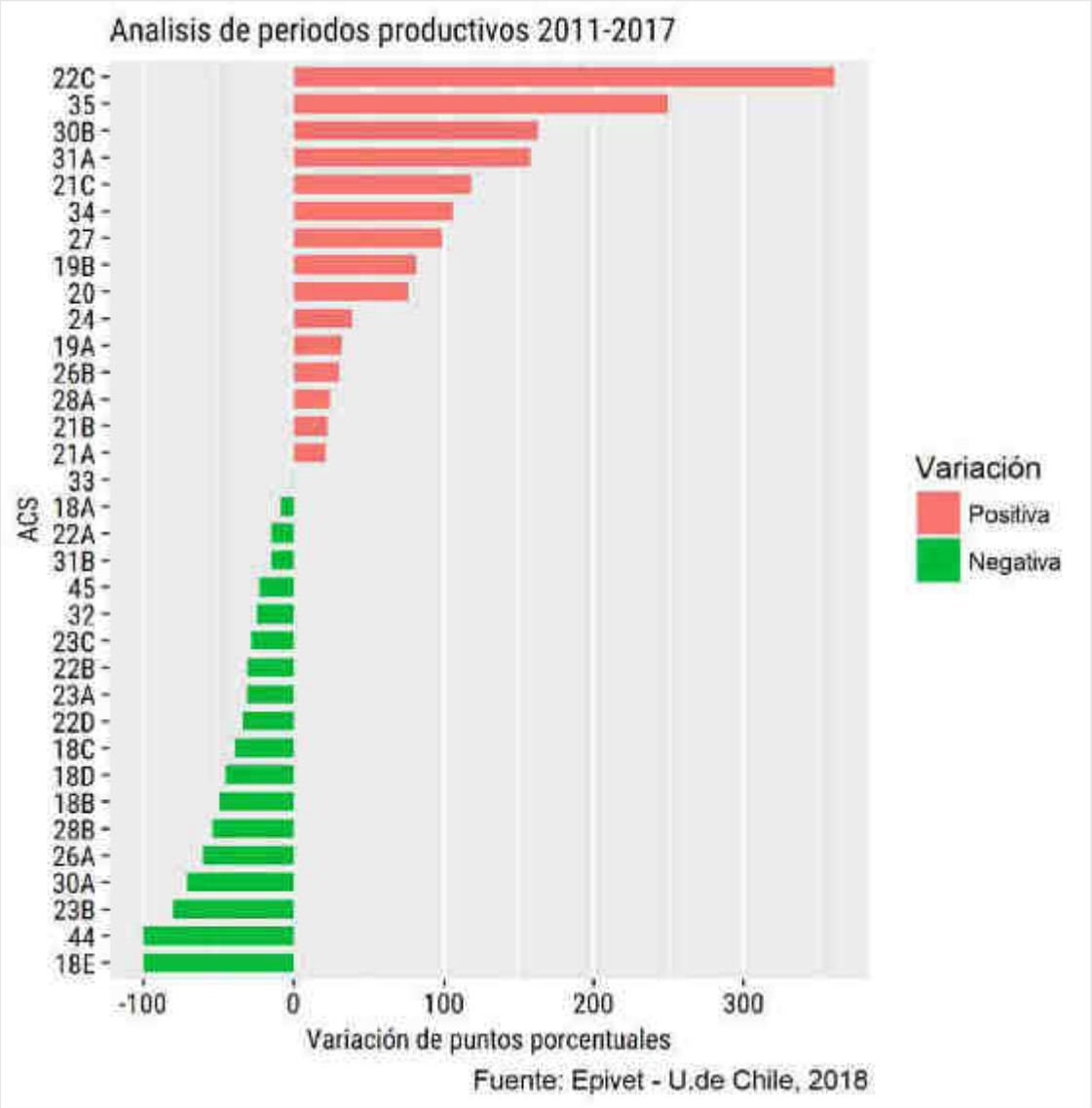


Gráfico 16. Barplot de variación de uso de antibióticos entre periodos productivos según ACS de la undécima y duodécima región



7.1.2. Análisis consumo de antiparasitarios

Considerando la actividad *evaluar los tipos de tratamientos antimicrobianos y antiparasitarios y las tendencias de su uso en función del tiempo cronológico y ciclos de producción*, la principal tendencia de los tipos de tratamientos antiparasitarios es la marcada diferencia del consumo por la especie Salmón del atlántico (*Salmo salar*). Se analizaron una totalidad de 1.007 ciclos productivos en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2011 al 2017. Se estimó que de 1.007 ciclos productivos el 64% reportó el consumo de antiparasitarios, equivalente a 646 ciclos productivos. La proporción de ciclos productivos sin tratamientos antiparasitarios se estima en un 36%. Sin embargo, la mayor cantidad de tratamientos antiparasitarios están relacionados a una única especie, el salmón del atlántico (*Salmo salar*), el cual tuvo un total de 507 ciclos productivos positivos a consumo de antiparasitarios. Por su parte, la especie trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) alcanzó la cantidad de 122 ciclos con tratamientos antiparasitarios, y la especie salmón coho (*O. kisutch*) obtuvo la menor cantidad de ciclos con tratamientos antiparasitarios equivalente a 17 (Tabla 10).

Tabla 10. Resultado del análisis de tratamientos antiparasitarios en el periodo de tiempo 2011-2017

Característica	Resultado
Ciclos productivos analizados	1.007
Ciclos productivos positivos a consumo de antiparasitarios	646
Ciclos productivos negativos a consumo de antiparasitarios	361
Ciclos productivos Salmon del Atlántico con consumo antiparasitario	507
Ciclos productivos Trucha arcoíris con consumo antiparasitario	122
Ciclos productivos Salmón coho con consumo antiparasitario	17
Valor mínimo de conteo de tratamientos en un ciclo	0
Valor máximo de conteo de tratamientos en un ciclo	26
Mediana de conteo de tratamientos en un ciclo	6
Promedio de conteo de tratamientos en un ciclo	6.5
Valor primer cuartil de conteo de tratamientos en un ciclo	0
Valor tercer cuartil de conteo de tratamientos en un ciclo	12
Conteo de tratamientos para Salmón del atlántico	5.210
Conteo de tratamientos totales para Salmon del Atlántico	3.768
Conteo de tratamientos parciales para Salmon del Atlántico	1.442

A escala temporal entre los años 2011-2017 la cantidad de tratamientos antiparasitarios tiende a disminuir, principalmente después del año 2014 (Gráfico 17). Debido a que existen ciclos de producción sin consumo antiparasitario el valor mínimo de tratamientos antiparasitarios en un ciclo de producción es igual a cero. Sin embargo, se estimó que el valor máximo de la cantidad de tratamientos en un ciclo es equivalente a 26. Existe una gran variabilidad en la cantidad de tratamientos en un ciclo de producción por año, no obstante, en la escala temporal general se evidencia la disminución de la mediana anual, la que oscila para el año 2012 en un valor de 12 tratamientos y se presenta para el año 2016 en una mediana de 6 tratamientos. Además, si se discrimina entre los tratamientos totales y los tratamientos parciales, se observa la misma tendencia decreciente en su uso para ambos casos, a diferencia que los tratamientos parciales presentan una menor variabilidad entre oscilaciones de la mediana para el año

2012 equivalente a 3 tratamientos y variando para el año 2016 a una mediana de 2 tratamientos (Gráfico 18).

La tendencia promedio del consumo de antiparasitarios por ciclo productivo puede tener dos escenarios diferentes. El primer escenario es incluyendo los ciclos de producción que carecen de tratamientos (moda = 0), obteniendo un rango de la cantidad entre 0 y 26 por ciclo productivo, resultando en un promedio de 6,5 tratamientos por ciclo productivo (mediana de 6). El segundo escenario, excluyendo los ciclos de producción que carecen de tratamientos (moda = 12), se obtiene de un rango de tratamientos entre 1 y 26 por ciclo productivo, resultando en un promedio de 10,2 tratamientos por ciclo productivo (mediana de 10). Debido a que el promedio es un cálculo sensible a los valores extremos o atípicos, es de considerar que la tendencia promedio en el consumo de antiparasitarios podría aproximarse una cantidad 10 de tratamientos por ciclo productivo.

Gráfico 17. Tratamientos Antiparasitarios por Año. Las cantidades de tratamientos antiparasitarios según la escala temporal analizada, evidencia una tendencia decreciente en el consumo de antiparasitarios con relación a la mediana anual.

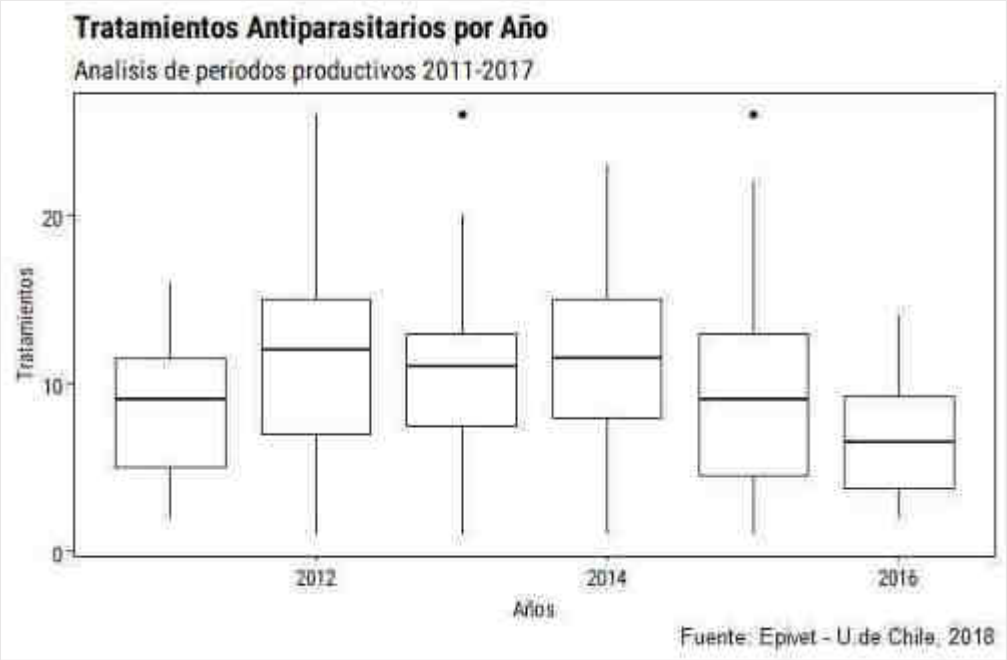
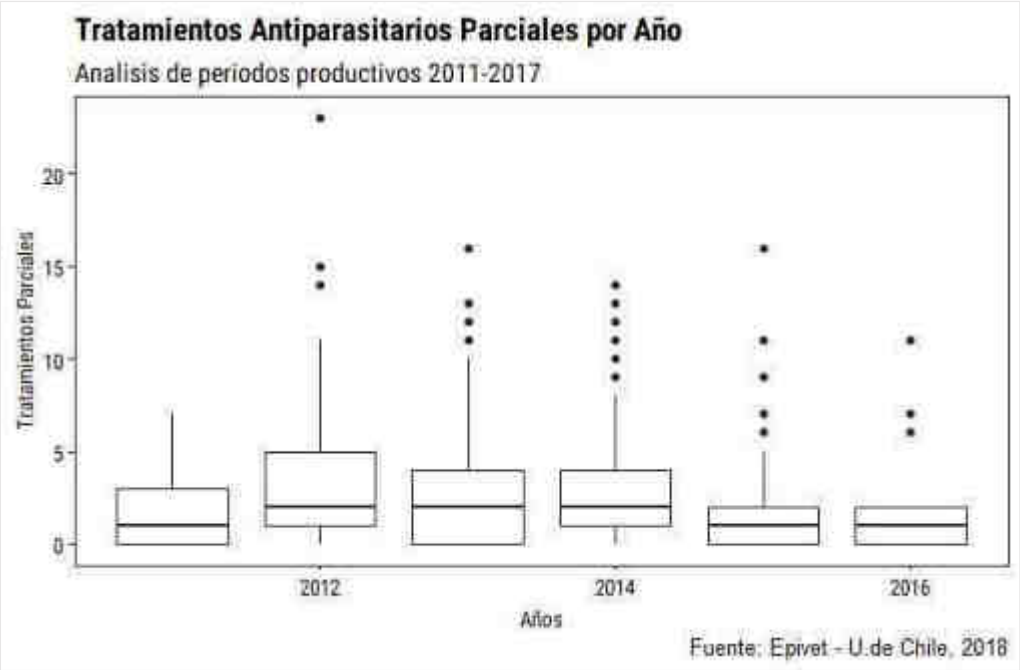


Gráfico 18. Tratamientos Antiparasitarios Parciales por Año. Observando el patrón de los tratamientos parciales a escala temporal, se observa de forma similar la tendencia decreciente en las medianas.



En relación a la actividad *Comparación en el uso de antimicrobianos entre diferentes poblaciones de especies (Salar, Coho y Trucha) y escala espacial (ACS y Macrozona)*, existen diferencias relevantes en el consumo de antiparasitarios entre las poblaciones de las tres especies de salmónidos en cultivo, evidenciado que el salmón del atlántico reúne el 78% de los tratamientos, versus la trucha arcoíris que suma el 19% y el salmón coho con 3% de los tratamientos. El conteo total de la cantidad de tratamientos en los ciclos de producción del Salmón del atlántico estimó 5.210 tratamientos antiparasitarios. Sin embargo, existe una diferencia entre los tratamientos que incluyen a todas las jaulas versus los tratamientos con medicación de algunas jaulas específicas de los módulos por centro productivo, categorizando a los tratamientos en dos grupos: totales y parciales. Por consiguiente, en la especie dominante salmón del atlántico, se estimaron que el 28% de tratamientos son parciales y el 72% tratamientos son totales. También podría significar que, de cada 10 tratamientos antiparasitarios, 3 de estos son tratamientos parciales.

A nivel espacial se evidencian diferencias del consumo de antiparasitarios tanto por Macrozona como por ACS. La Macrozona con menor conteo de tratamientos antiparasitarios es la 2 X en la Región de los Lagos con un valor de 39 tratamientos, y la Macrozona con mayor conteo de tratamientos antiparasitarios es la 2 XI de la Región de Aysén con un valor de 1.466 tratamientos (Gráfico 19). En orden ascendente el conteo de tratamientos antiparasitarios por Macrozona se presenta de la siguiente forma: 2X, 1X, 4X, 5X, 3XI, 3X, 1XI y 2XI (Tabla 11). Según ACS el área con menor conteo de tratamientos antiparasitarios es la ACS 25A en la Región de Aysén con un valor de 5 tratamientos, y la ACS con mayor conteo de tratamientos antiparasitarios es la A10 de la Región de los Lagos con un valor de 309 tratamientos (Tabla 12).

Gráfico 19. Tratamientos Antiparasitarios por Macrozona. Diferencias en las cantidades de tratamientos a nivel espacial tomando como unidad de análisis la Macrozona.

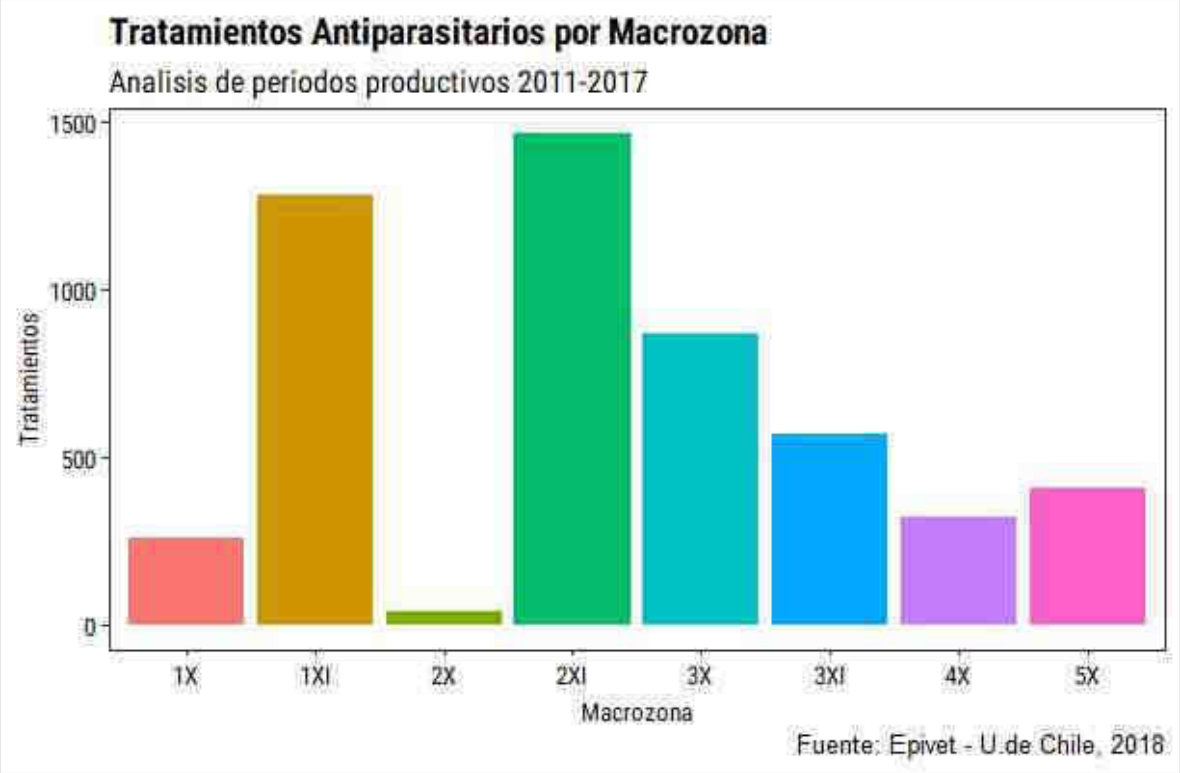


Tabla 11. Ranking de tratamientos de antiparasitarios por Macrozona en el periodo de tiempo 2011-2017

Macrozona	Conteo de tratamientos antiparasitarios
2X	39
1X	259
4X	324
5X	410
3XI	567
3X	865
1XI	1.280
2XI	1.466
Valor Total	5.210

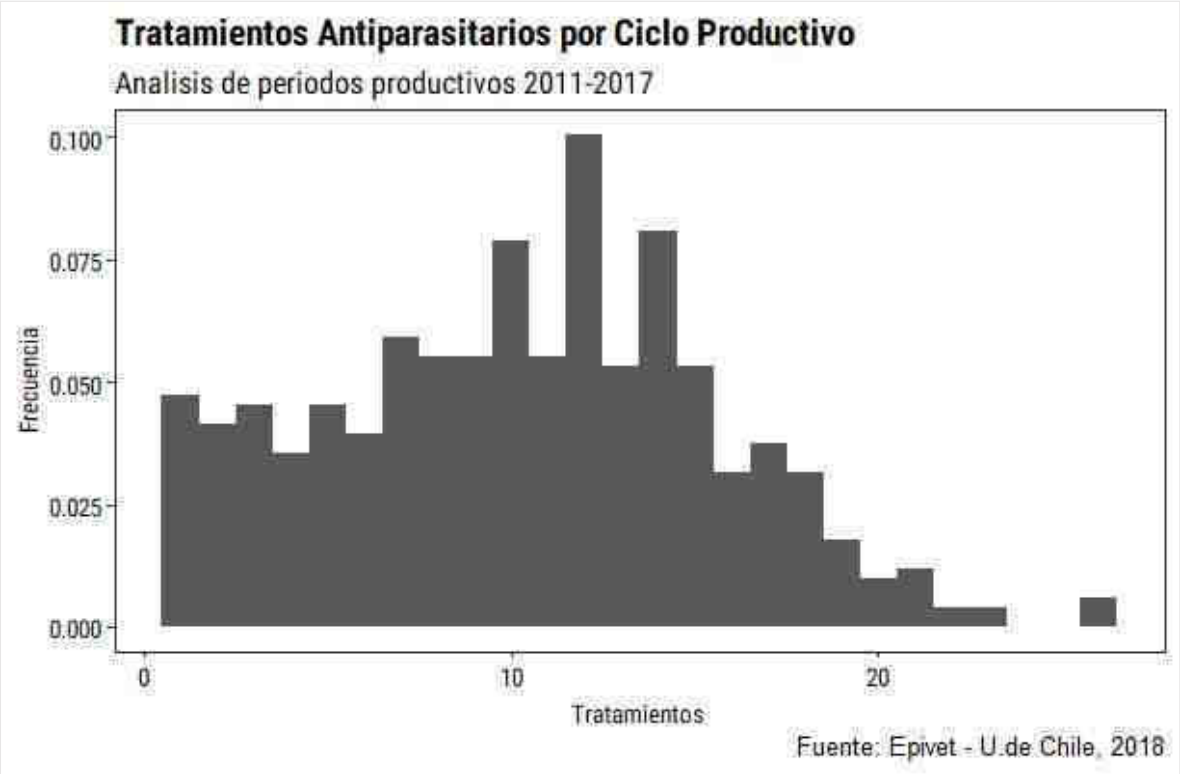
Tabla 12. Numero de Tratamientos de antiparasitarios por ACS en el periodo de tiempo 2011-2017 (solo se incluyen ACS con consumo de antiparasitarios)

ACS	Conteo	ACS	Conteo	ACS	Conteo
25A	5	26B	45	33	133
3A	7	3B	51	23B	137
25B	10	9B	52	18D	138
15	12	14	59	24	142
27	14	9C	61	23A	142
29	15	22B	80	30B	142
12B	21	28A	80	8	143
28B	22	18B	81	10B	145
18E	27	20	91	22A	164
31B	27	21D	91	34	174
30A	28	17B	93	19A	179
32	31	12A	108	21A	179
31A	32	23C	108	11	195
26A	33	9A	113	2	201
22C	34	18C	121	21B	206
6	39	16	122	22D	209
7	42	18A	123	21C	226
19B	44	17A	124	10A	309

Considerando la actividad: *Comparar el uso de los distintos principios activos*, según la cantidad de tratamientos por ciclo de producción, el método de aplicación predominante de los tratamientos antiparasitarios fue inmersión o baño (73%) a diferencia de los tratamientos aplicados vía oral (27%). El principio activo con más aplicación en tratamientos antiparasitarios fue el Azametifos (38,88%), seguido de una proporción similar para la Deltametrina (33,35%), decreciendo notoriamente para Cipermetrina (14,85%), y consecutivamente para la Emamectina (11,05%), Diflubensuron (1,79%), Aceites Esenciales (0,05%), Hexaflumuron (0,03%) y Bronopol (0,01%).

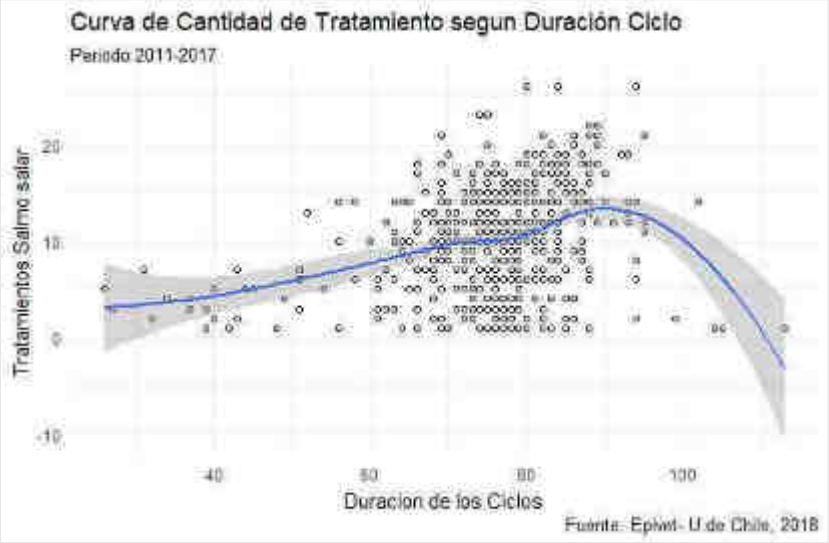
Con respecto al producto *Valores de referencia para tratamientos y tendencias del uso de antimicrobianos y antiparasitarios*, excluyendo los ciclos productivos que carecen de consumo de antiparasitarios y considerando la magnitud de los datos del Salmón del atlántico se estimó la frecuencia de la cantidad de tratamientos antiparasitarios en un ciclo productivo (Gráfico 20). Un ciclo productivo que consume antiparasitarios puede aplicar entre 1 a 26 tratamientos, con un estimado de frecuencia alta entre 7 a 14 tratamientos por ciclo. Una frecuencia media de la cantidad de tratamientos se evidencia entre 1 a 6 tratamientos por ciclo. La frecuencia baja son los tratamientos con valores a partir de 15 hasta 20, considerando como un caso atípico a aquellos ciclos productivos con tratamientos con una frecuencia de 21 a 26. En general, podría considerarse aceptable que un ciclo productivo presente un número de hasta 15 tratamientos.

Gráfico 20. Tratamientos Antiparasitarios por Ciclo Productivo. Frecuencia de la cantidad de tratamientos antiparasitarios excluyendo valores iguales a cero, lo que permite observar la frecuencia pico entre los valores de consumo de antiparasitarios (7 a 14 tratamientos)



En búsqueda de una relación entre los tratamientos antiparasitarios respecto a las semanas de curso de los ciclos de producción, se observó por medio de un Modelo Aditivo Generalizado (GAM) que el pico de tratamientos antiparasitarios durante un ciclo de producción se presenta entre el periodo de tiempo comprendido entre semanas 60 y 90.

Gráfico 21. Curva de cantidad de tratamiento según duración ciclo



Con respecto al producto *Valores de referencia para el consumo de antimicrobianos y antiparasitarios según especies y zonas geográficas*, existe leve diferencia en el patrón de consumo de antiparasitarios en los ciclos productivos de la especie Trucha arcoíris, con respecto los valores dominantes de referencia de consumo del Salmon del Atlántico. El valor mínimo para Trucha arcoíris se presentó en 1 y el valor máximo es 18. La frecuencia alta se encuentra entre valores de 3 a 8 tratamientos por ciclo, la frecuencia media con cantidades de tratamiento equivalente a dos rangos entre 1-2 tratamientos y entre 9-12 tratamientos. La frecuencia baja se encuentra entre los 12-15 tratamiento y los valores atípicos entre 16 a 18 tratamientos por ciclo. La Trucha arcoíris presenta valores habituales en la cantidad de tratamientos hasta de 12 tratamientos por ciclo. La excepción en el patrón de consumo de antiparasitarios es la especie Salmón Cojo, evidenciando una frecuencia constante con todos los conteos de tratamientos por ciclo entre los valores de 1-3 tratamientos por ciclo, siendo la frecuencia alta los valores de 1.

Geográficamente a mayor escala se evidenció que el 61,1% del consumo de antiparasitarios se ocupó en la Región de Aysén, mientras que el 38,9% del consumo de antiparasitarios se ocupó en la Región de Los Lagos.

Con respecto al producto *Ranking de ciclos de producción con menores consumos de antimicrobianos y antiparasitarios,* estimando un ranking de los ciclos de producción con menor consumo de tratamientos antiparasitarios, se consideró la exclusión de 361 ciclos con valor cero en el conteo de tratamientos. Evaluando los ciclos de producción con conteo de tratamientos antiparasitarios se propone un ranking presentado en la Tabla 13, basado en los ciclos que presentan entre 1 a 9 tratamientos, entre 10 a15 tratamientos y entre 16 a 26 tratamientos. En el primer grupo con la menor cantidad de tratamientos antiparasitarios entre los valores de 1 a 9 incluyo el 42,4% de los ciclos. En el segundo grupo con la cantidad intermedia de consumo de antiparasitarios entre los valores de 10 a 15 se encuentran el siguiente 42,4% de los ciclos. El tercer grupo con la cantidad más elevada y valores atípicos extremos en el conteo de tratamientos antiparasitarios con valores entre 16 a 26 se posicionaron el restante 15,4% de los ciclos. Por consiguiente, los ciclos con un consumo de antiparasitario que supere los valores a 16 tratamientos pueden considerarse como un comportamiento inusual, y para valores mayores a 20 tratamientos antiparasitarios por ciclo puede considerarse como atípico.

Tabla 13. Ranking de Ciclos productivos por tratamiento de antiparasitarios. El ranking propuesto es el valor equivalente a la cantidad de tratamientos que obtuvieron un grupo de ciclos de producción. El ranking 1 simboliza los ciclos con menor consumo, el ranking 2 con un consumo moderado y el ranking 3 con un consumo atípico o considerado como extremo

Ranking	Valores de la cantidad de tratamientos incluidos en ranking	Cantidad de ciclos que obtuvieron dicho valor de tratamiento
1	1	24
	2	21
	3	23
	4	18
	5	23
	6	20
	7	30
	8	28
	9	28
2	10	40
	11	28
	12	51
	13	27
	14	41
	15	27
3	16	16
	17	19
	18	16
	19	9
	20	5
	21	6
	22	2
	23	2
	26	3

7.2. Objetivo N° 2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua mar

El objetivo N°2 plantea determinar indicadores históricos de mortalidades en agua mar. Los productos esperados consideran determinar las tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa con foco en ciclo productivo y definición de alertas de riesgo por etapa productiva. Para ello se realizarán las siguientes actividades: Identificar tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa con foco en ciclo productivo; comparar mortalidades entre diferentes poblaciones de especies salmonídeas (salar, coho y trucha) y escala espacial (ACS y Macrozona); e identificar alertas de riesgo por etapa productiva.

Este objetivo presenta el desafío de analizar la información de mortalidades de agua de mar a nivel de ciclo productivo. Esta temporalidad no se encuentra disponible de forma automatizada en el sistema de captura de información de Sernapesca, SIFA, por consiguiente, se diseñó un algoritmo en que permite establecer los ciclos productivos de cada centro de cultivo de salmónidos desde el año 2010 al año 2017, este algoritmo fue implementado en Microsoft Visual Studio, utilizando lenguaje de programación C#, en la metodología del estudio se explica en detalle en el *Anexo N°1: Algoritmo para cálculo de ciclos productivos*. Los resultados de este algoritmo, permite generar una base de datos para luego realizar los análisis estableciendo las tendencias a nivel territorial junto determinar alertas de riesgo por etapa del ciclo productivo.

7.2.1. Análisis de tendencias de mortalidades a nivel ciclo productivo por especie

Con el fin de llevar a cabo la actividad *Identificar tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa con foco en ciclo productivo*, se crean análisis de tendencias a nivel de ciclo productivo para cada especie cultivada, con el fin de visualizar comportamientos y tendencias de las distintas curvas de mortalidad de cada ciclo. En esta tarea diferenciaremos las ACS correspondientes a cada curva de mortalidad. El análisis incluirá el modelamiento de una curva de tendencia GAM (descritas en 5.4.1) para cada mortalidad y especie, junto con un agrupamiento jerárquico para diferenciar entre distintos patrones de comportamiento de las curvas de mortalidad y clasificarlas según su similitud. Para determinar si existen grupos y cuantos son se utilizarán los índices de Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette.

La visualización se realizará utilizando las figuras *Espagueti* descritas en 6.2.3.2.4 y el modelamiento de la tendencia mediante modelos aditivos generalizados descritos en 5.4.1 Para los casos donde se detecte más de un patrón de comportamiento se aplicará el procedimiento de clasificación de ciclo productivo descrito en 5.4.2 para diferenciar y visualizar estas tendencias diferenciadas entre sí.

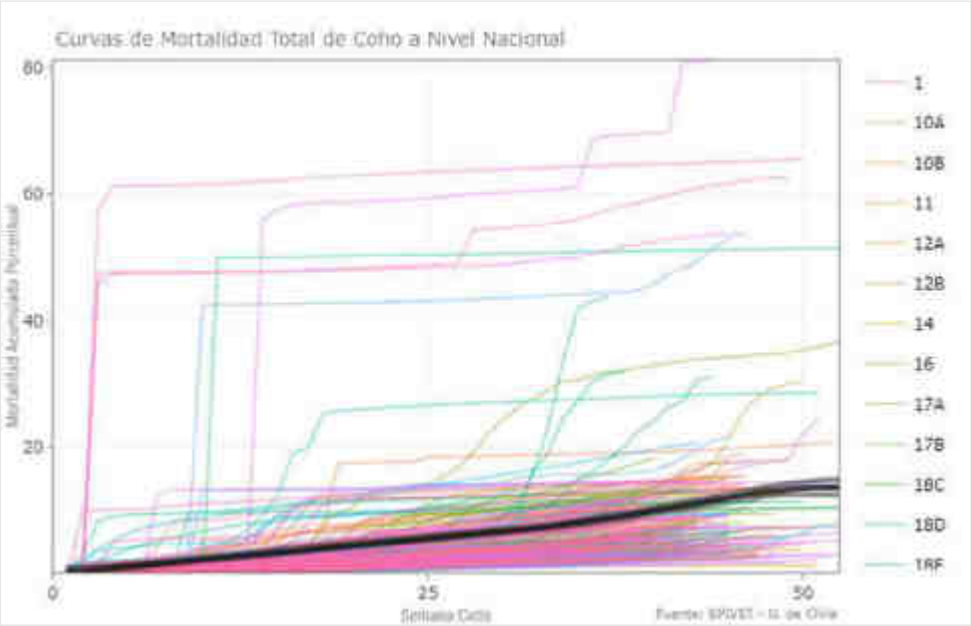
Abordaremos mortalidad acumulada por SRS, BKD, Síndrome Ictérico, Mortalidad Secundaria y Mortalidad Total. Se creará una figura por cada una de las causalidades, coloreando cada curva de mortalidad acumulada según la ACS donde se encuentra el centro productivo. La curva de tendencia GAM estará coloreada en negro y sus umbrales de incertidumbre en gris.

7.2.1.1. Tendencia de mortalidad a nivel de ciclo productivo especie salmón coho

7.2.1.1.1. Mortalidad Total

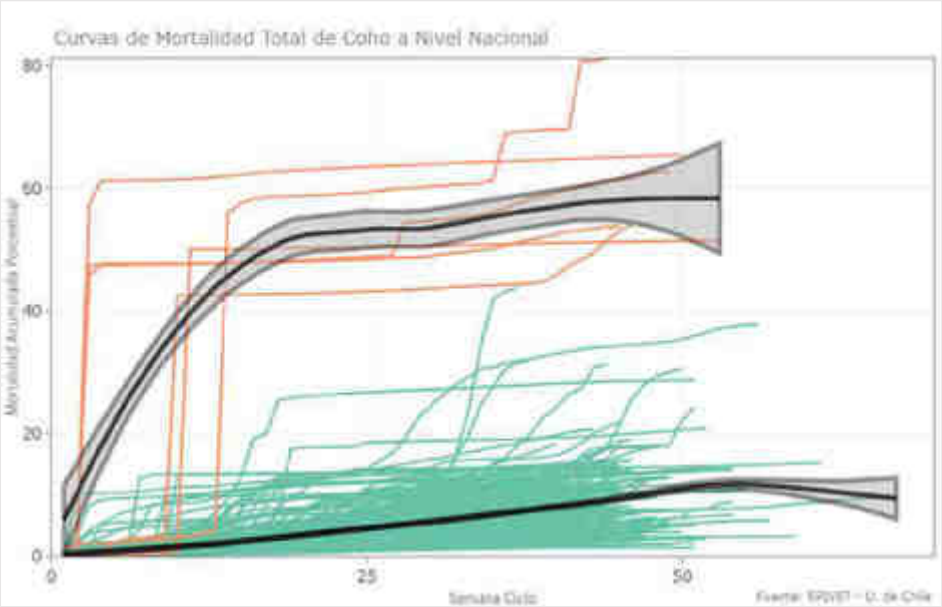
La siguiente figura presenta el comportamiento de mortalidad total acumulada a nivel nacional para salmón coho. Para una vista más detallada refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Coho.html*, donde se puede seleccionar cada curva para ver a qué ciclo pertenece, realizar zoom, filtrar información, entre otros.

Gráfico 22. Curvas de mortalidad total de coho a nivel nacional



En este caso, se observa como la mayoría de los ciclos productivos concentran su mortalidad bajo el 20% acumulado, sin embargo, se observan casos en que las curvas suben de manera abrupta a niveles elevados. Se sugiere que para salmón coho existen dos patrones de comportamientos diferenciados entre sí. Mediante el cálculo de los índices de Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette, indicamos que existen dos agrupaciones, las cuales se visualizarán junto con las curvas de tendencia GAM respectivas a continuación:

Gráfico 23. Curvas de mortalidad total de coho a nivel nacional

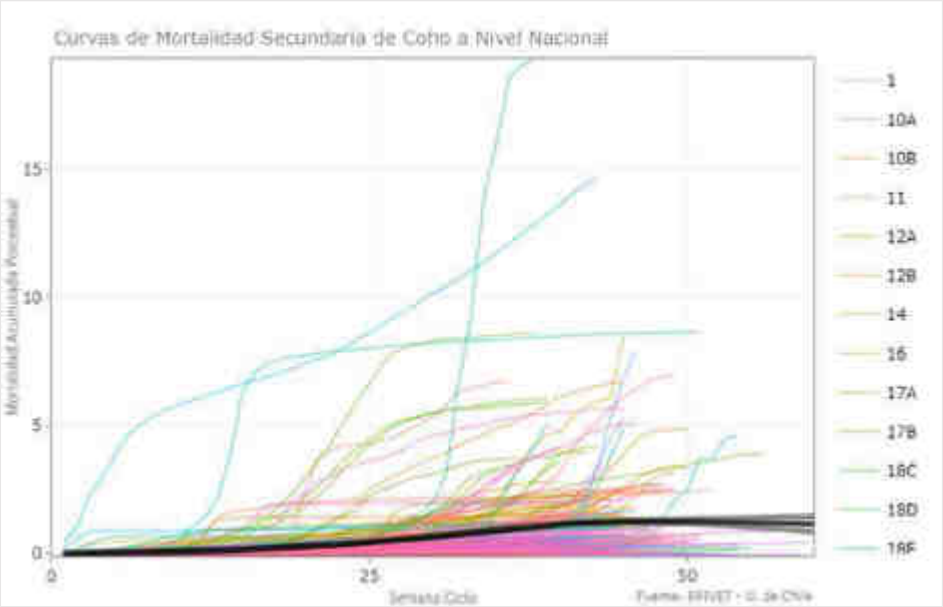


Para análisis más detallado de la clasificación de cada ciclo y de las curvas de tendencias GAM generadas, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.1.2 Mortalidad Secundaria

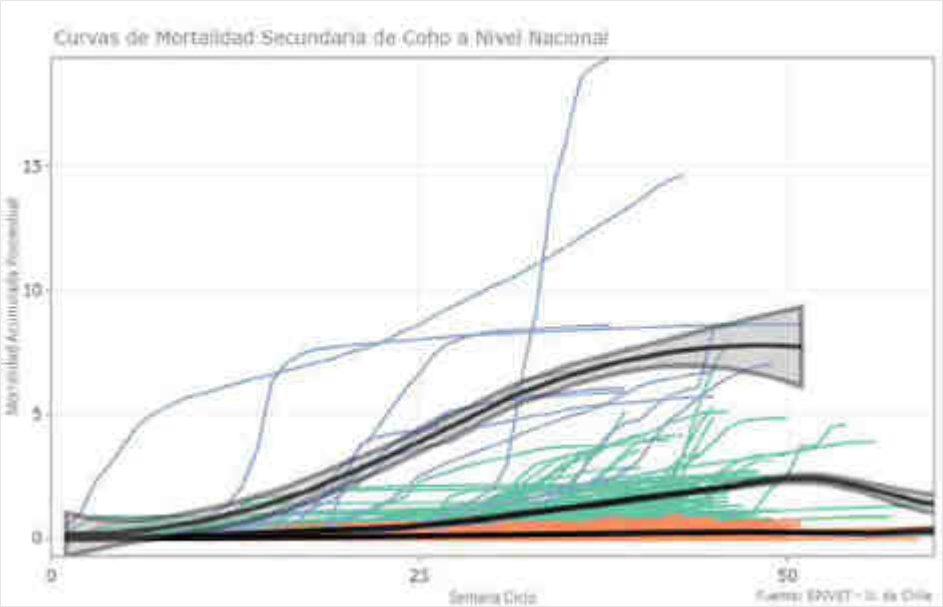
La siguiente figura presenta las curvas de mortalidad secundarias coloreadas según la ACS a la que pertenece cada ciclo productivo. La curva de tendencia GAM para esta mortalidad es coloreada en negro y los umbrales de confianza en gris. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Coho a Nivel Nacional.html*

Gráfico 24. Curvas de mortalidad secundaria de coho a nivel nacional



Si buscamos segmentar los ciclos productivos según el comportamiento de mortalidad secundaria, los tres índices de agrupamiento nos sugieren que existen 3 grupos diferenciados entre sí, los cuales son graficados a continuación junto a sus respectivas curvas de tendencia:

Gráfico 25. Curvas de mortalidad secundaria de coho a nivel nacional

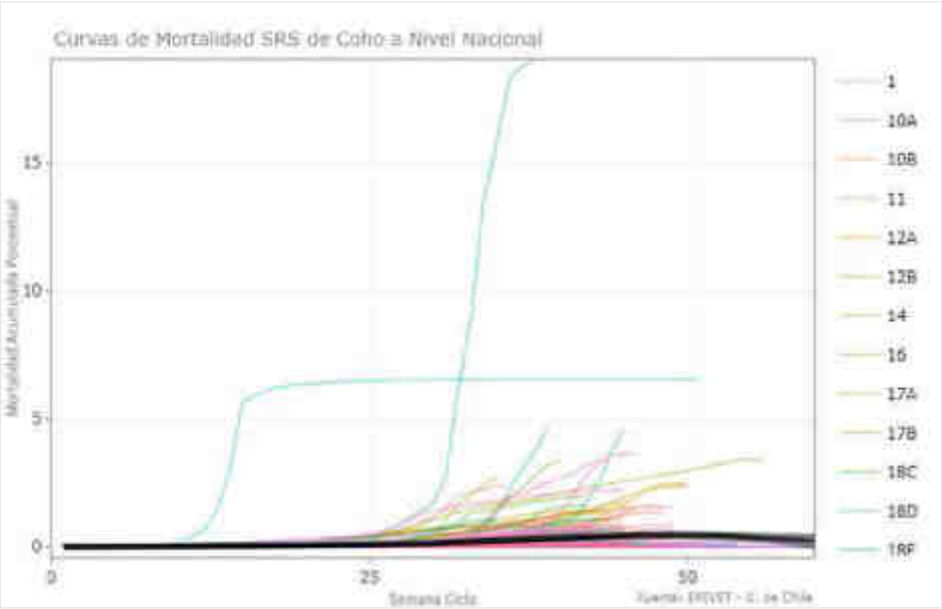


Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.1.3. Mortalidad por SRS

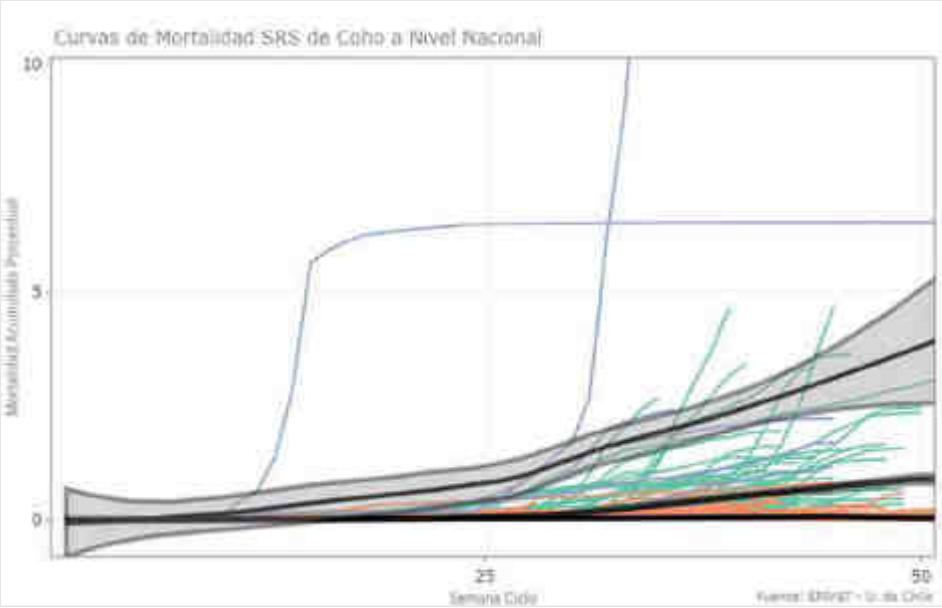
La siguiente figura presenta las curvas de mortalidad por SRS coloreadas según la ACS a la que pertenece cada ciclo productivo. La curva de tendencia GAM para esta mortalidad es coloreada en negro y los umbrales de confianza en gris. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Coho a Nivel Nacional.html*

Gráfico 26. Curvas de mortalidad SRS de coho a nivel nacional



A continuación, procedemos a agrupar las curvas de mortalidad y generar curvas de tendencias para cada grupo. Los índices sugieren que existen tres grupos, los cuales se grafican a continuación

Gráfico 27. Curvas de mortalidad SRS de coho a nivel nacional

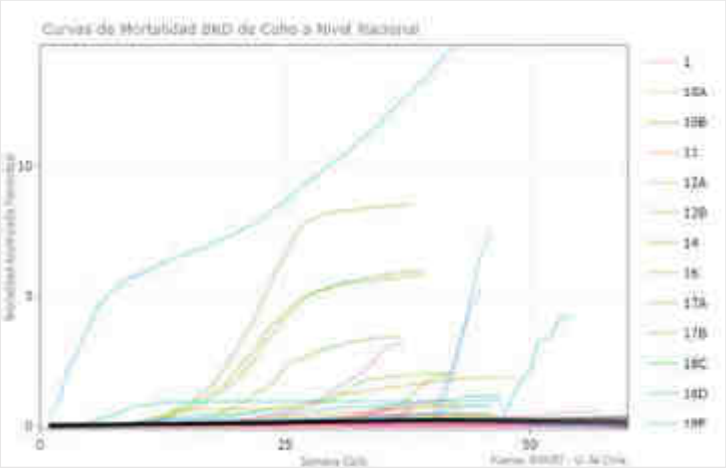


Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.1.4. Mortalidad por BKD

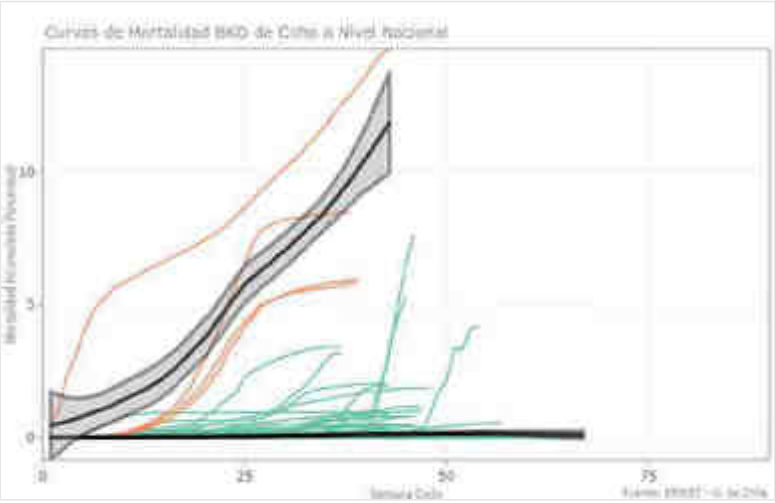
Siguiendo el mismo procedimiento que los casos anteriores, a continuación, graficamos las curvas de mortalidad acumulada, diferenciando cada una según la ACS donde se encuentra. Al contrario de otras causalidades, un ciclo comienza inmediatamente con mortalidad por BKD, mientras que el resto comienzan en 0 hasta la semana 5. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad BKD de Coho a Nivel Nacional.html*

Gráfico 28. Curvas de mortalidad BKD de coho a nivel nacional



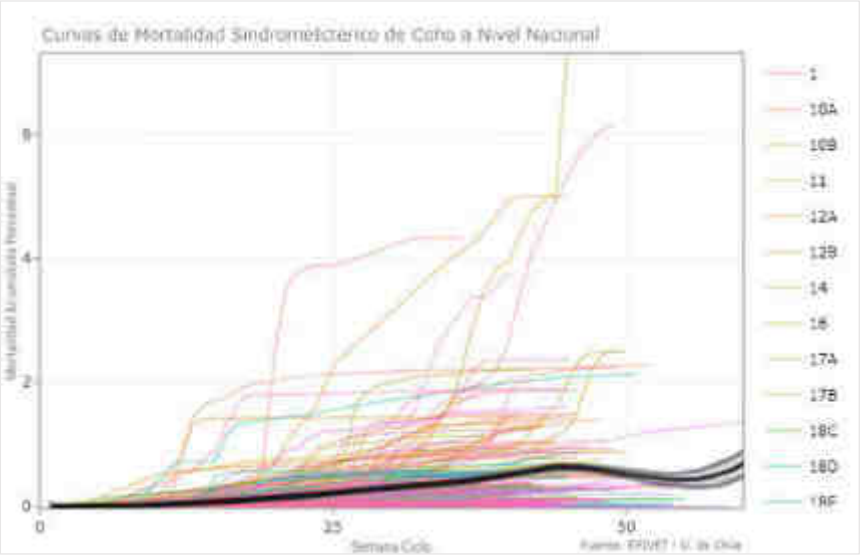
A partir de los valores de los índices Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette, establecemos que existen dos tendencias diferenciadas, las cuales graficamos a continuación. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad BKD de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*

Gráfico 29. Curvas de mortalidad BKD de coho a nivel nacional

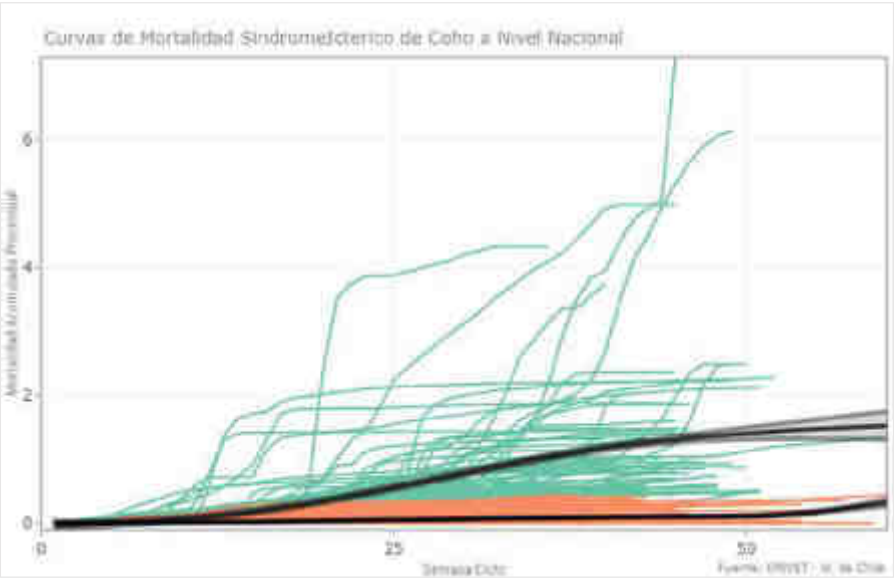


7.2.1.1.5. Mortalidad por Síndrome Ictérico

Si bien las curvas mantienen un umbral bajo con respecto a las demás causalidades de mortalidad, de todas maneras se diferencian distintos comportamientos entre los ciclos productivos. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Síndrome Ictérico de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*



Mediante los mismos índices mencionados anteriormente, fijamos en dos el número de agrupaciones de tendencias existentes, las cuales graficamos a continuación. Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Coho*, archivo *Curvas de Mortalidad Síndrome Ictérico de Coho a Nivel Nacional con tendencias.html*



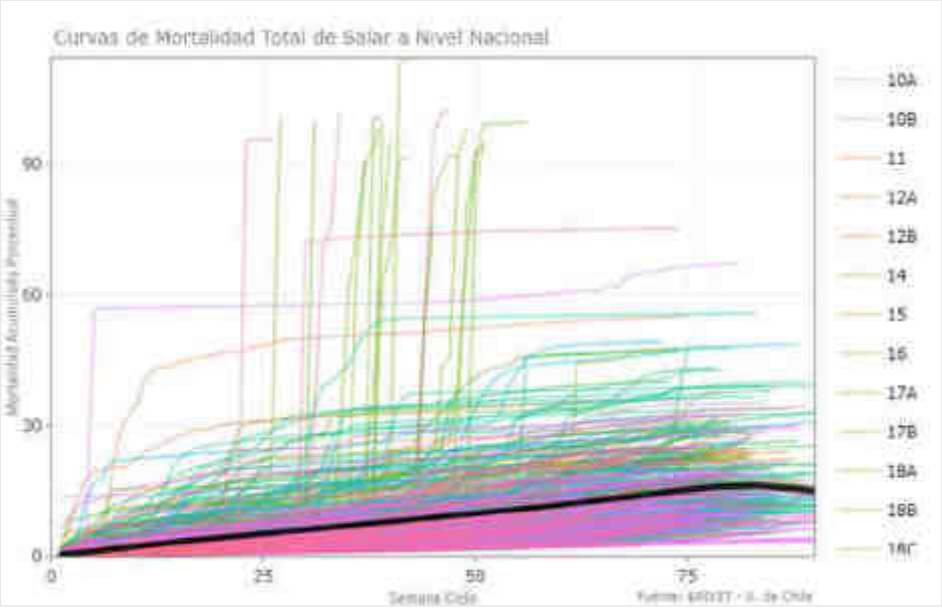
7.2.1.2 Tendencia de mortalidad a nivel de ciclo productivo especie salmón del atlántico o salar

7.2.1.2.1 Mortalidad Total

La siguiente figura presenta el comportamiento de mortalidad total a nivel nacional para salmón salar. Se observa como un número importante de ciclos productivos de la ACS 2 tienen un abrupto salto de mortalidad acumulada, llegando sobre el 90%.

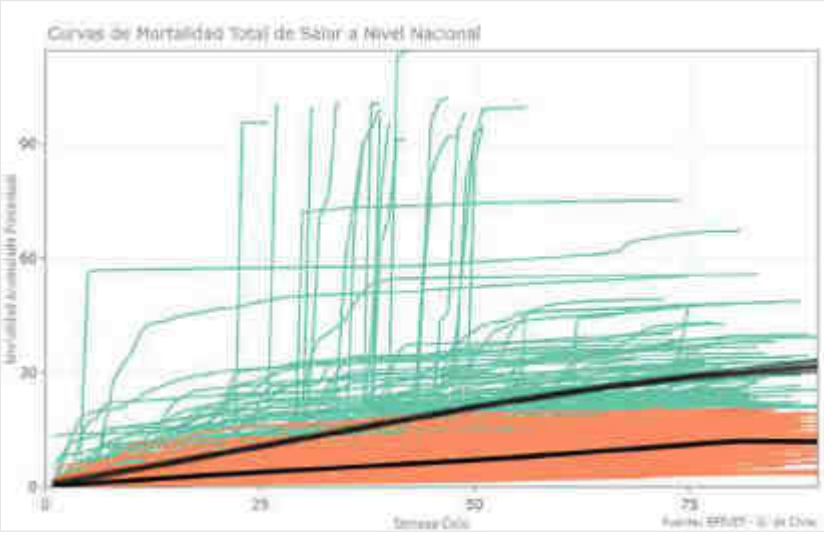
Al ser una cantidad elevada de curvas, el grafico puede resultar difícil de entender, para una vista más detallada refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Salar a Nivel Nacional.html*

Gráfico 30. curvas de mortalidad total de salar a nivel nacional



Al momento de segmentar los comportamientos de mortalidades de cada centro, los índices Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette sugieren que existen 2 grandes grupos con comportamientos diferenciados entre sí, los cuales se grafican a continuación:

Gráfico 31. Curvas de mortalidad total de salar a nivel nacional

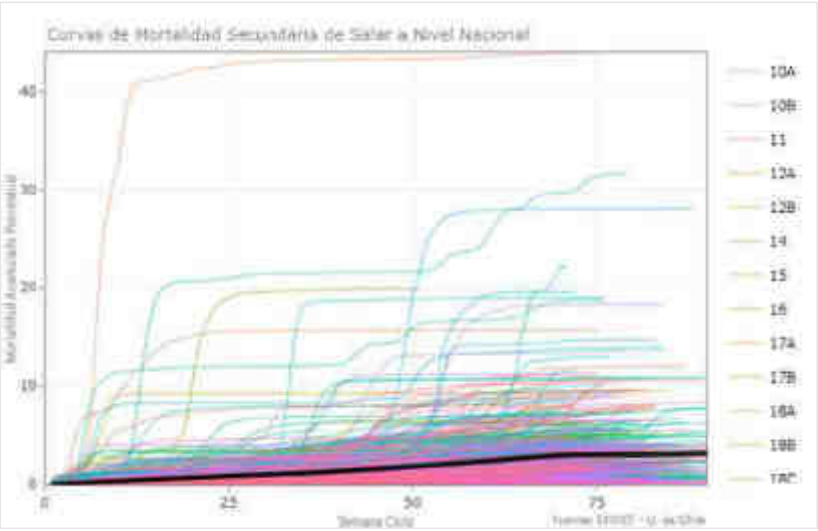


Para mayor detalle, refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Salar a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.2.2. Mortalidad Secundaria

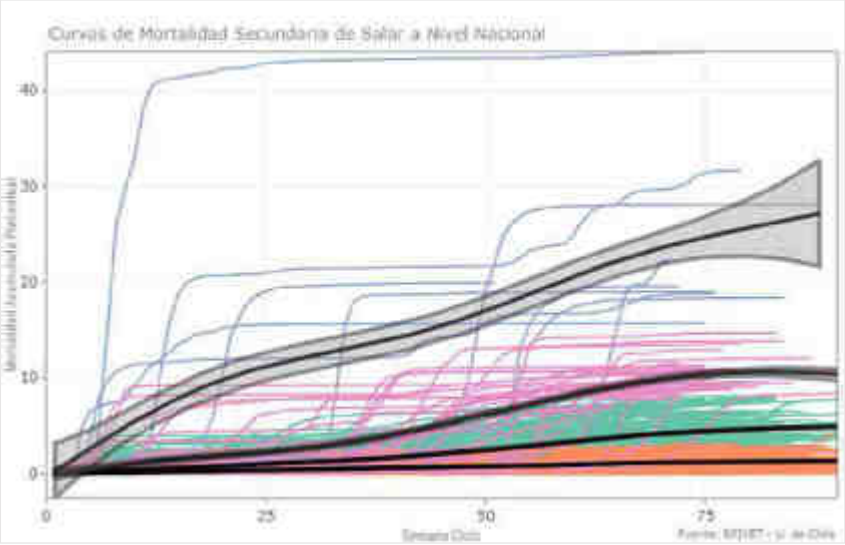
La siguiente figura presenta las curvas de mortalidad secundarias coloreadas según la ACS a la que pertenece cada ciclo productivo. La curva de tendencia GAM para esta mortalidad es coloreada en negro y los umbrales de confianza en gris. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Salar a Nivel Nacional.html*

Gráfico 32. Curvas de mortalidad secundaria de salar a nivel nacional



Basándose en los índices de Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette, creamos cuatro grupos de curvas de mortalidad secundaria. A continuación, graficamos esos grupos junto con su curva de tendencia correspondiente:

Gráfico 33. Curvas de mortalidad secundaria de salar a nivel nacional

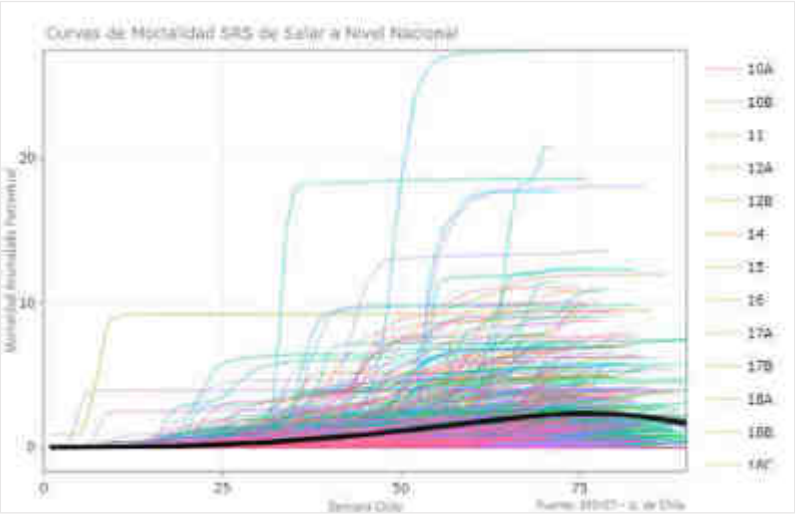


Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Salar a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.2.3. Mortalidad por SRS

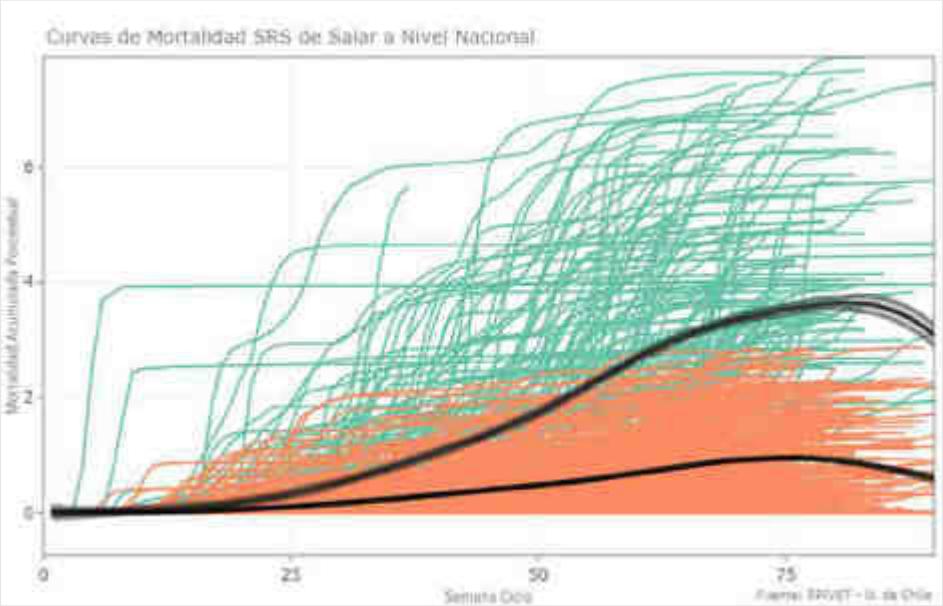
A continuación, la visualización de los comportamientos de cada ciclo con respecto a la mortalidad acumulada por SRS. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Salar a Nivel Nacional.html*

Gráfico 34. Curvas de mortalidad SRS de salar a nivel nacional



Los índices de Dunn, Davies–Bouldin y Silhouette indican que es correcto afirmar la existencia de 2 grupos de curvas de mortalidad diferenciadas entre sí. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Salar a Nivel Nacional con tendencias.html*

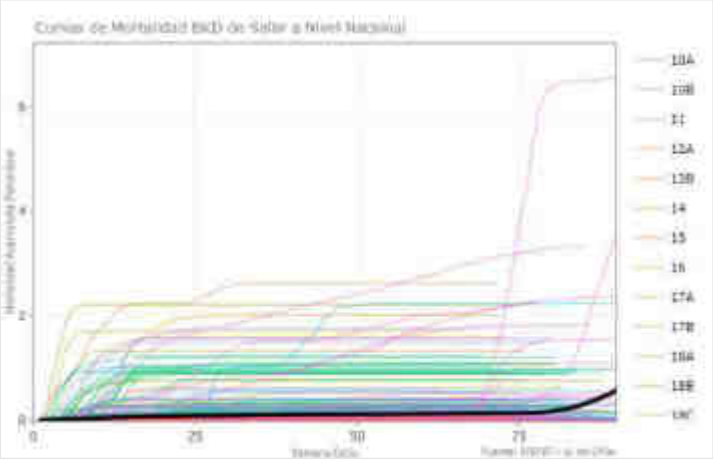
Gráfico 35. Curvas de mortalidad SRS de salar a nivel nacional



7.2.1.2.4. Mortalidad por BKD

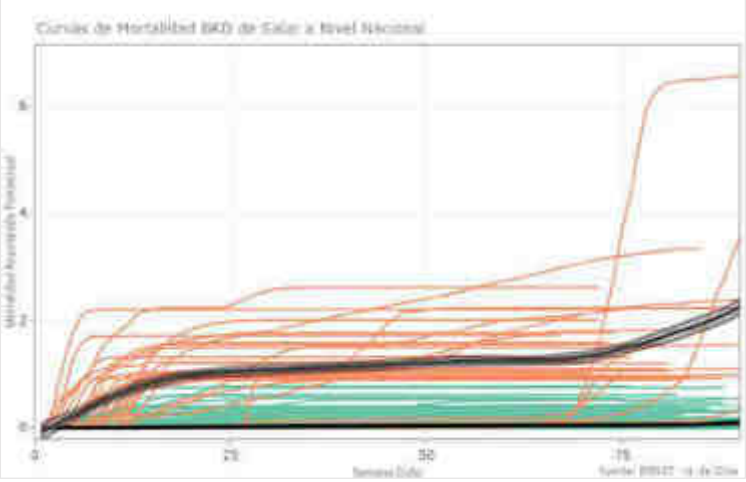
A continuación, la visualización de los comportamientos de cada ciclo con respecto a la mortalidad acumulada por SRS. Se puede apreciar como la mayoría de los centros productivos mantiene un nivel de mortalidad acumulada fijo durante una buena porción del periodo, estos centros fueron capaces de contener brotes de BKD. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad BKD de Salar a Nivel Nacional.html*

Gráfico 36. Curvas de mortalidad BKD de salar a nivel nacional



En ese caso, los índices de agrupamiento se contradicen. Dunn y Silhouette indican que existen dos agrupaciones, mientras que Davies–Bouldin sugiere a cuatro. Optar por dos agrupaciones significa crear conjuntos de curvas de mortalidad con varianza relativamente alta, pero cada agrupación será mayormente diferenciada una con la otra, es decir, las curvas de tendencias GAM serán más distintas entre sí.

Gráfico 37. Curvas de mortalidad BKD de salar a nivel nacional

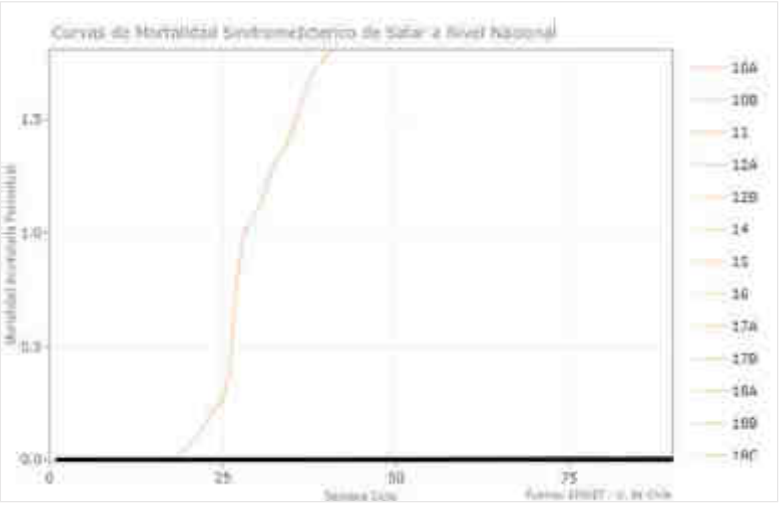


Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad BKD de Salar a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.2.5. Mortalidad por Síndrome Ictérico

Para salmón salar, sólo existe un caso donde se reporta mortalidad por síndrome Ictérico. Este caso corresponde a un centro en la ACS 11. Aquí la tendencia es que no exista este patógeno en Salar. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Salar*, archivo *Curvas de Mortalidad Síndrome Ictérico de Salar a Nivel Nacional.html*

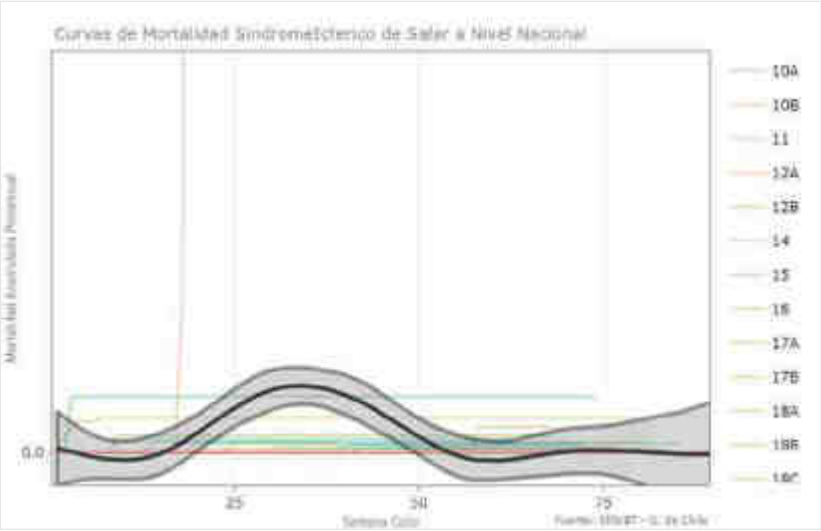
Gráfico 38. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de salar a nivel nacional



No tiene sentido segmentar la información ya que a simple juicio se dividiría entre los ciclos con mortalidad cercana cero y el ciclo que presentó mortalidad superior.

A continuación, un acercamiento para apreciar el comportamiento de los ciclos que se mantuvieron con nivel aproximado de cero:

Gráfico 39. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de salar a nivel nacional

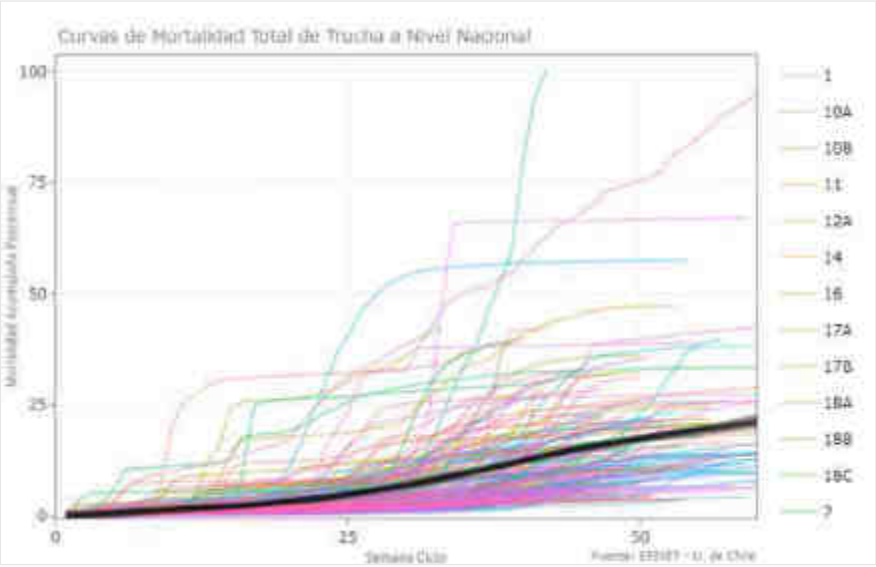


7.2.1.3. Tendencia de mortalidad a nivel de ciclo productivo especie trucha arcoíris

7.2.1.3.1. Mortalidad Total

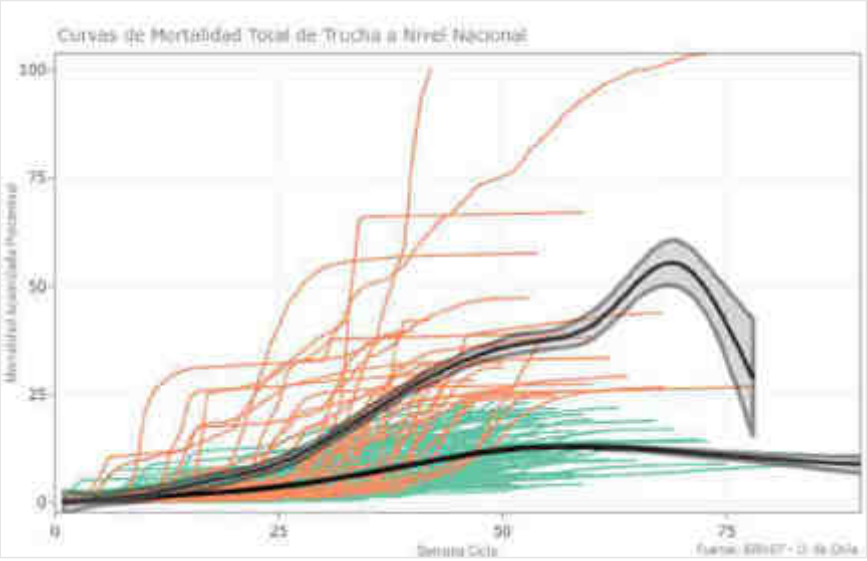
La siguiente figura presenta el comportamiento de mortalidad total a nivel nacional para salmón coho. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Trucha a Nivel Nacional con tendencias.html*

Gráfico 40. Curvas de mortalidad total de trucha a nivel nacional



Al igual que en los casos de coho y salar, se sugiere segmentar, mediante agrupamiento jerárquico, las curvas de mortalidad total en 2 grupos diferenciados entre sí y calcular la curva de tendencia GAM para cada uno. A continuación, se muestra la visualización del resultado:

Gráfico 41. Curvas de mortalidad total de trucha a nivel nacional

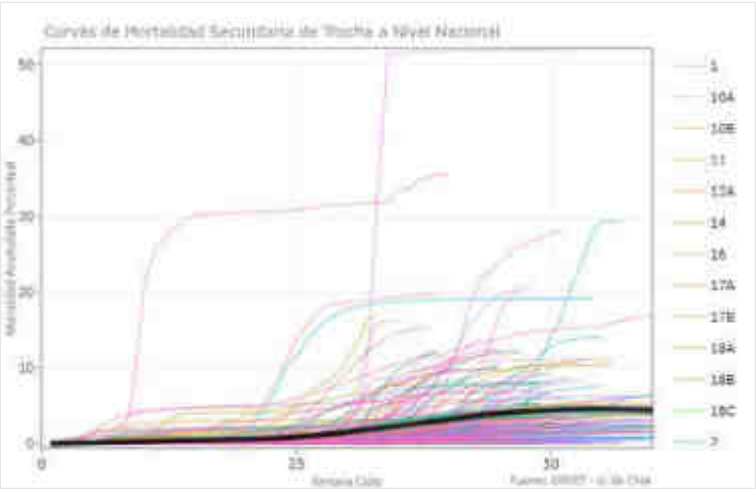


Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad Total de Trucha a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.3.2. Mortalidad Secundaria

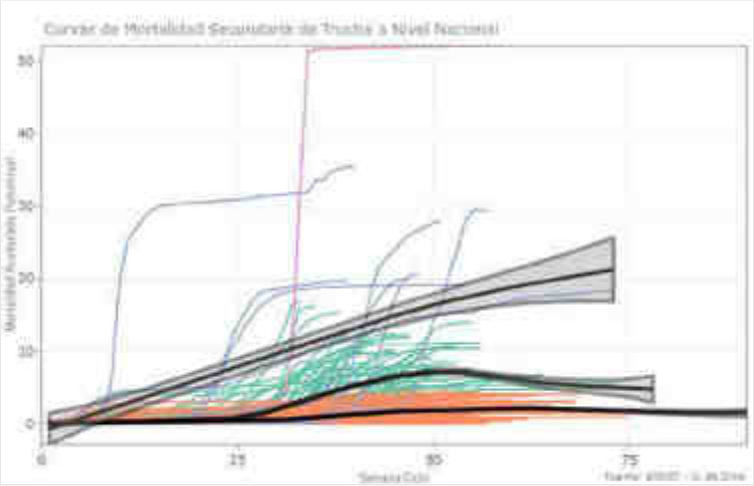
La siguiente figura presenta las curvas de mortalidad secundarias coloreadas según la ACS a la que pertenece cada ciclo productivo. La curva de tendencia GAM para esta mortalidad es coloreada en negro y los umbrales de confianza en gris. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Trucha a Nivel Nacional.html*

Gráfico 42. Curvas de mortalidad secundaria de trucha a nivel nacional



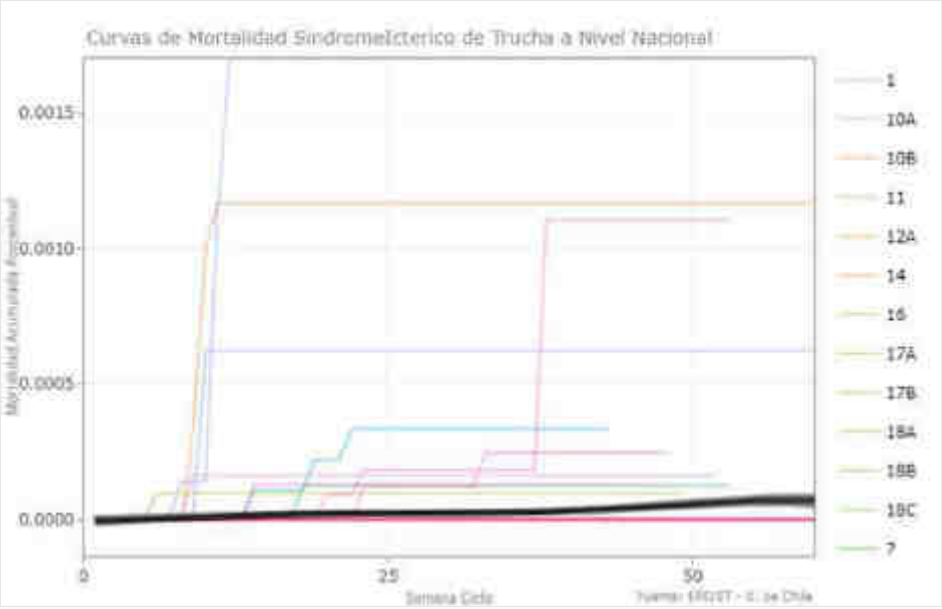
Los índices de agrupamiento determinan que existen cuatro grupos de comportamientos diferenciados entre sí. Uno de estos grupos consiste en un solo ciclo productivo, por lo que no se le asigna una curva de tendencia GAM.

Gráfico 43. Curvas de mortalidad secundaria de trucha a nivel nacional



Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad Secundaria de Trucha a Nivel Nacional con tendencias.html*

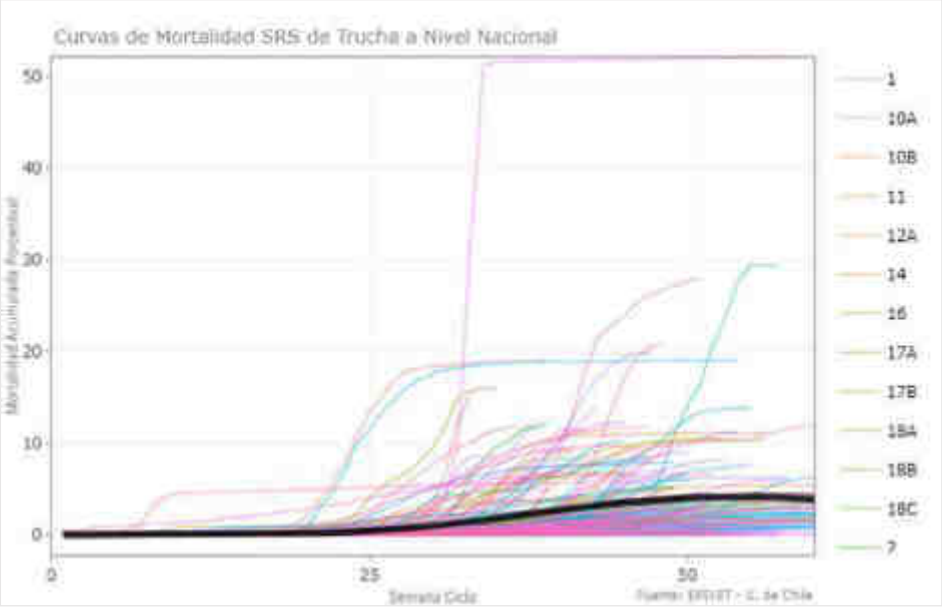
Gráfico 44. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de trucha a nivel nacional



7.2.1.3.3. Mortalidad por SRS

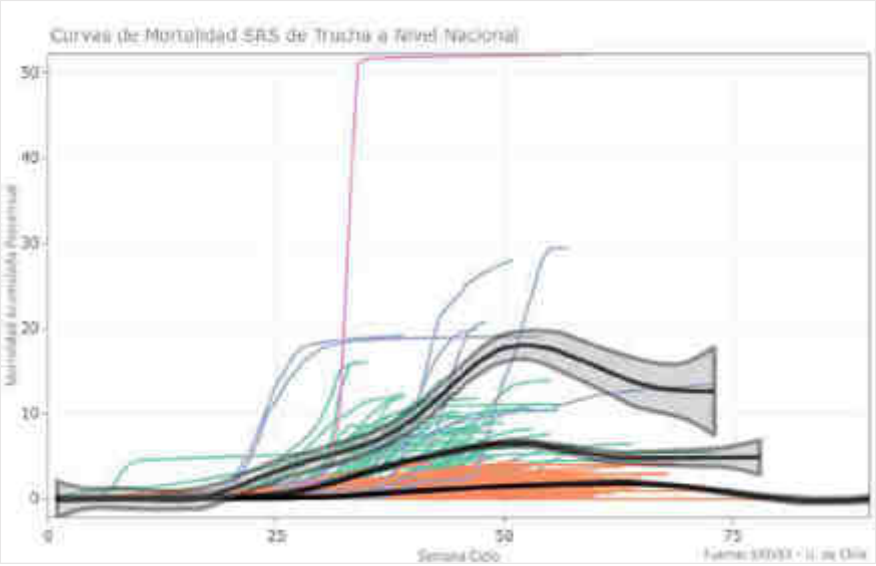
A continuación, presentamos las curvas de mortalidad por SRS acumulada. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Trucha a Nivel Nacional.html*

Gráfico 45. Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional



Al igual que con mortalidad secundaria, se llega a la conclusión que existes 4 agrupaciones de curvas de mortalidad y que una de estas sólo se compone de un ciclo productivo. Esto se debe a que la mortalidad de SRS corresponde a un porcentaje importante de las mortalidades secundarias. A continuación, se grafican.

Gráfico 46. Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional

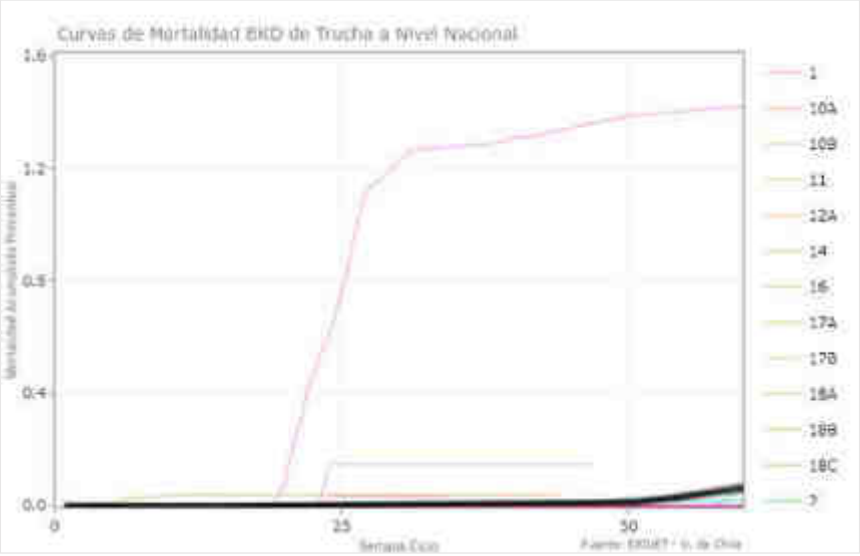


Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad SRS de Trucha a Nivel Nacional con tendencias.html*

7.2.1.3.4. Mortalidad por BKD

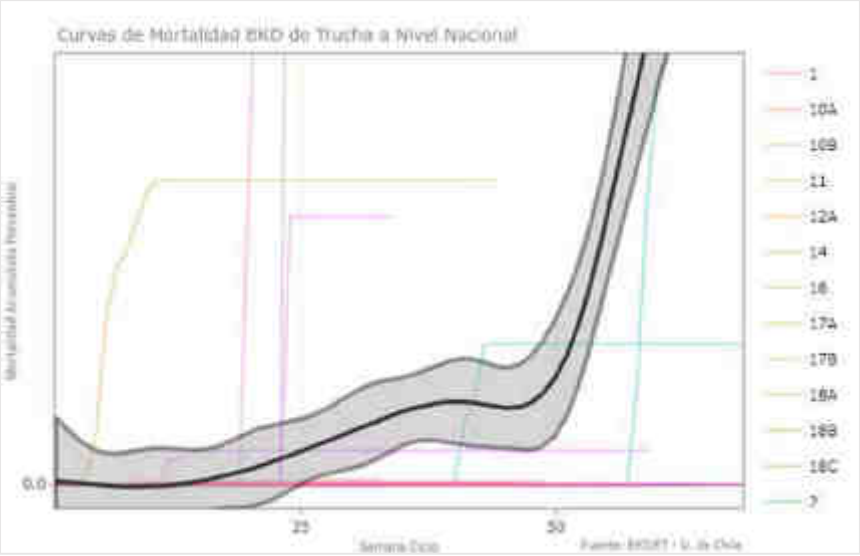
Casos muy particulares de BKD, la tendencia en este caso es que se mantengan en cero. A continuación, graficamos a todos los ciclos de trucha. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad BKD de Trucha a Nivel Nacional.html*

Gráfico 47. Curvas de mortalidad BKD de trucha a nivel nacional



A continuación, una vista en más detalle de los ciclos que mantuvieron nivel bajo de BKD. Hay que mencionar que el eje Y tiene un rango ente 0 y 0,05%

Gráfico 48. Curvas de mortalidad BKD de trucha a nivel nacional



7.2.1.3.5. Mortalidad por Síndrome Ictérico

A continuación, las curvas de mortalidad por síndrome ictérico. Al igual que en BKD, los niveles se mantienen bajos. Para una vista más detallada de la figura refiérase a la carpeta *Anexo Digital N°4 Graficos en Detalle/Trucha*, archivo *Curvas de Mortalidad Síndrome Ictérico de Trucha a Nivel Nacional.html*

Gráfico 49. Curvas de mortalidad síndrome ictérico de trucha a nivel nacional

7.2.2. Análisis de tendencias por causal de mortalidad a nivel ciclo productivo por especie

7.2.2.1. Análisis Mortalidad total

El total de mortalidad semanal contempla todo tipo de mortalidad existente en un centro de cultivo, ya sea de origen infeccioso, productivo o logístico.

A nivel general la mortalidad total en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 15,7% por ciclo productivo (Tabla 14). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad total alcanzo en promedio un 14,86%, mientras que en el último periodo la mortalidad total promedio alcanzo el 16,57% (Gráfico 50), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 1,71 puntos porcentuales del promedio de mortalidad total en el último periodo (Tabla 14). Es posible evidenciar un aumento en el número de ciclos productivos con valores de mortalidad total muy elevados (Gráfico 51).

Gráfico 50. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos

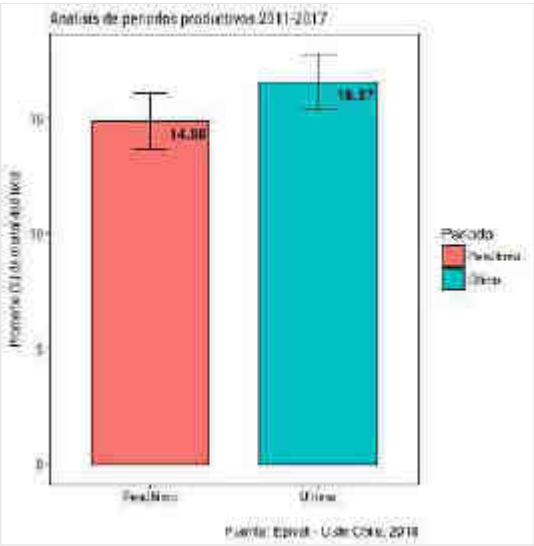


Gráfico 51. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos

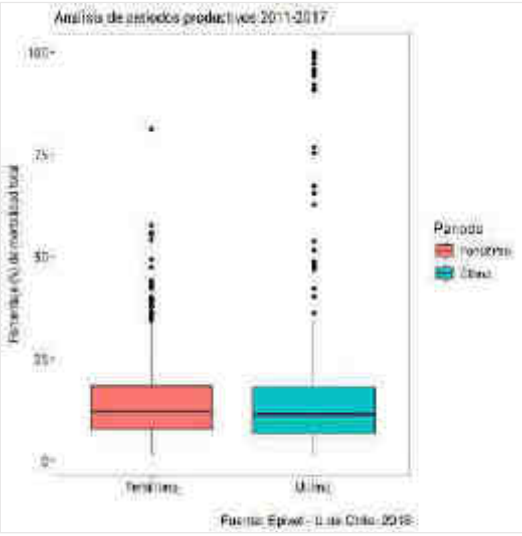


Tabla 14. Análisis estadísticos de mortalidad total a nivel de ciclo productivo

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	15,7%	14,86%	16,57%	1,71
Mediana	11,63%	12,15%	11,24%	-0,91
Desviación estándar	15,14%	10,25%	19,15%	8,9
Mínimo	1,36%	1,46%	1,36%	-0,1
Máximo	100%	81,2%	100%	18,8

7.2.2.1.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad total alcanza en promedio 17,43% por ciclo productivo (Tabla 15). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad total alcanzo en promedio un 15,22%, mientras que en el último periodo la mortalidad total promedio alcanzo el 19,56% (Gráfico 52), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 4,34 puntos porcentuales del promedio de mortalidad total en el último periodo (Tabla 15). Es posible evidenciar un aumento en el número de ciclos productivos con valores de mortalidad total muy elevados (Gráfico 53).

Gráfico 52. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón de Atlántico

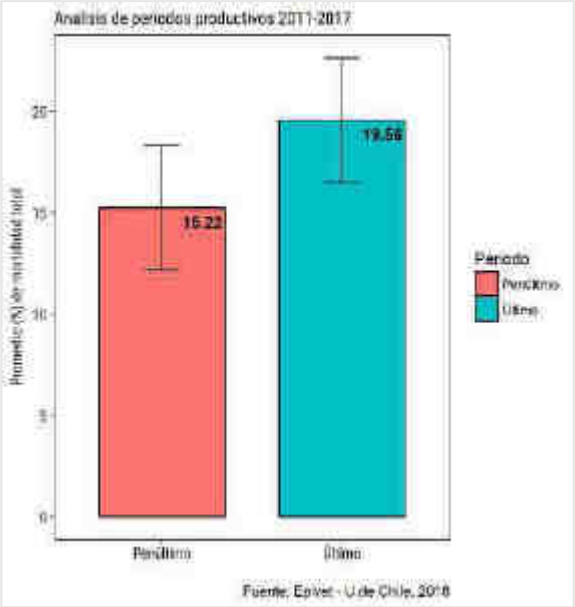


Gráfico 53. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón de Atlántico

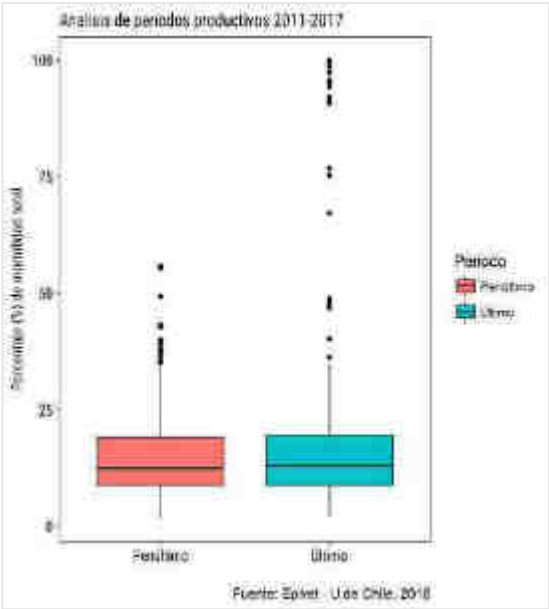


Tabla 15. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de salmón del Atlántico.

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	17,43%	15,22%	19,56%	4,34
Mediana	12,69%	12,36%	13,01%	0,65
Desviación estándar	16,85	9,51%	21,49%	11,98
Mínimo	1,46%	1,46%	2,05%	0,59
Máximo	100%	55,84%	100%	44,16

7.2.2.1.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad total alcanza en promedio 16,93% por ciclo productivo (Tabla 16). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad total alcanzo en promedio un 18,24%, mientras que en el último periodo la mortalidad total promedio alcanzo el 14,81% (Gráfico 54), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 3,43 puntos porcentuales del promedio de mortalidad total en el último periodo (Tabla 16). Es posible evidenciar un bajo número de ciclos productivos con valores de mortalidad total muy elevados (Gráfico 55).

Gráfico 54. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de trucha arcoíris

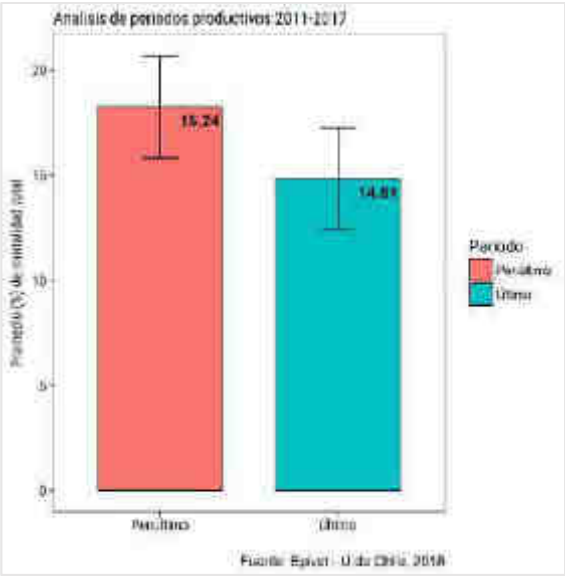


Gráfico 55. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de trucha arcoíris

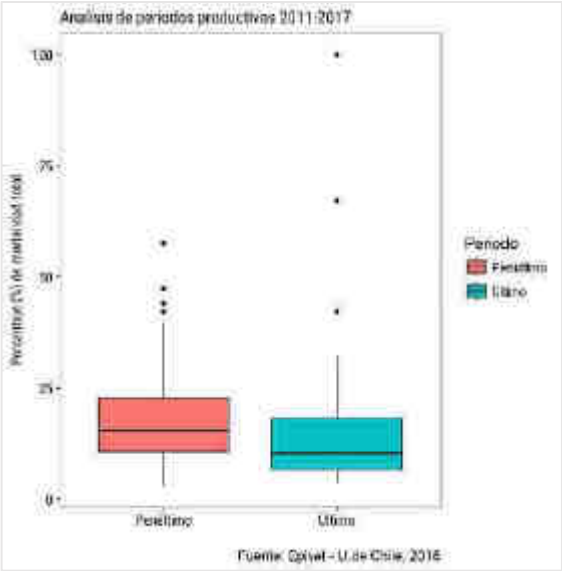


Tabla 16. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	16,93%	18,24%	14,81%	-3,43
Mediana	14,25%	15,53%	10,32%	-5,21
Desviación estándar	12,27%	10,54%	14,45%	3,91
Mínimo	3%	3%	3,55%	0,55
Máximo	100%	57,58%	100%	42,42

7.2.2.1.3. Salmón coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad total alcanza en promedio 10% por ciclo productivo (Tabla 17). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad total alcanzo en promedio un 10,79%, mientras que en el último periodo la mortalidad total promedio alcanzo el 9,04% (Gráfico 56), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 1,75 puntos porcentuales del promedio de mortalidad total en el último periodo (Tabla 17). Es posible evidenciar un bajo número de ciclos productivos con valores de mortalidad total muy elevados (Gráfico 57).

Gráfico 56. Barplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón coho

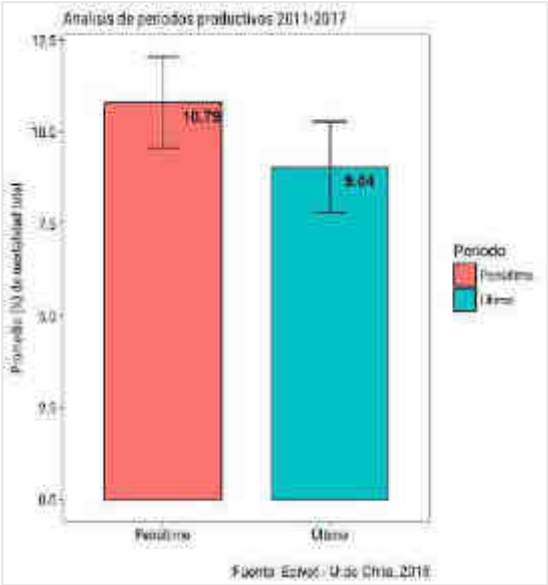


Gráfico 57. Boxplot de mortalidad total en ciclos productivos de salmón coho

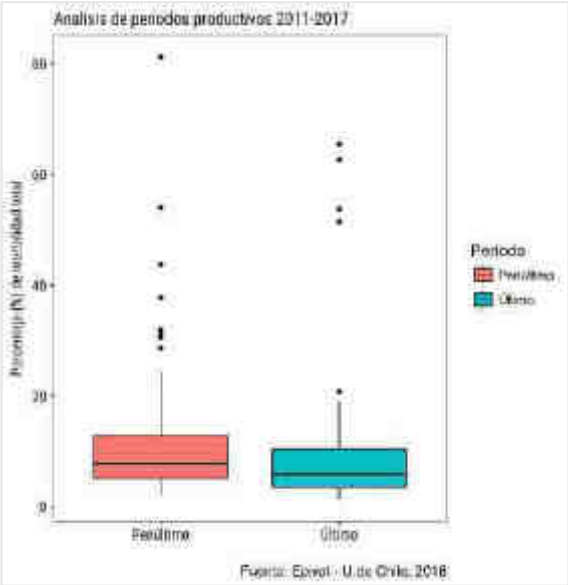


Tabla 17. Análisis estadísticos de mortalidad total en ciclos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	10%	10,79%	9,04%	-1,75
Mediana	6,91%	7,77%	5,83%	1,94
Desviación estándar	10,65%	10,36%	10,96%	0,6
Mínimo	1,36%	2,23%	1,36%	0,87
Máximo	81,2%	81,2%	65,45%	-15,75

7.2.2.2 Análisis de mortalidad secundaria

A nivel general la mortalidad secundaria en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 3,12% por ciclo productivo (Tabla 18). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad secundaria alcanzo en promedio un 3,6%, mientras que en el último periodo la mortalidad secundaria promedio alcanzo el 2,58% (Gráfico 58), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 1,02 puntos porcentuales del promedio de mortalidad secundaria en el último periodo (Tabla 18). Es posible evidenciar un alto número de ciclos productivos con valores de mortalidad secundaria elevados, los cuales han disminuido en el último periodo (Gráfico 59).

Gráfico 58. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos

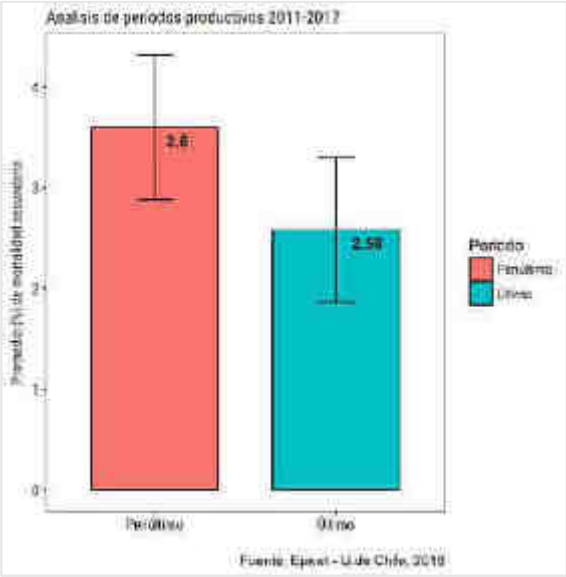


Gráfico 59. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos

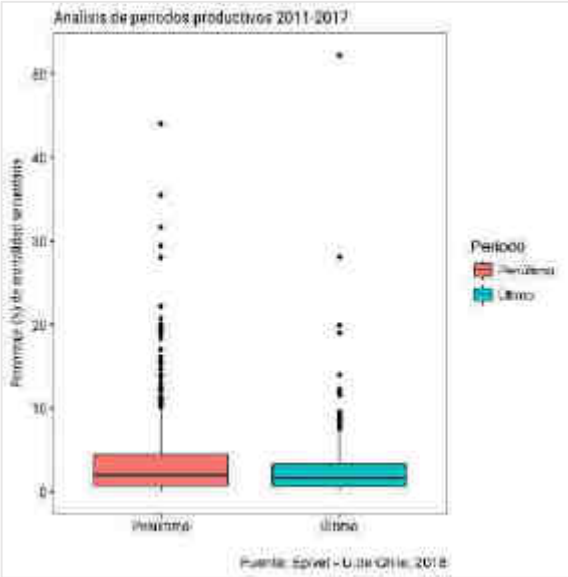


Tabla 18. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	3,12%	3,6%	2,58%	-1,02
Mediana	1,84%	1,98%	1,62%	-0,36
Desviación estándar	4,38%	4,89%	3,67%	-1,22
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	52,23%	44,05%	52,23%	8,18

7.2.2.2.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad secundaria alcanza en promedio 3,12% por ciclo productivo (Tabla 19). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad secundaria alcanzo en promedio un 3,42%, mientras que en el último periodo la mortalidad secundaria promedio alcanzo el 2,84% (Gráfico 60), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,58 puntos porcentuales del promedio de mortalidad secundaria en el último periodo (Tabla 19). Es posible evidenciar un alto número de ciclos productivos con valores de mortalidad secundaria elevados, los cuales han disminuido en el último periodo (Gráfico 61).

Gráfico 60. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico

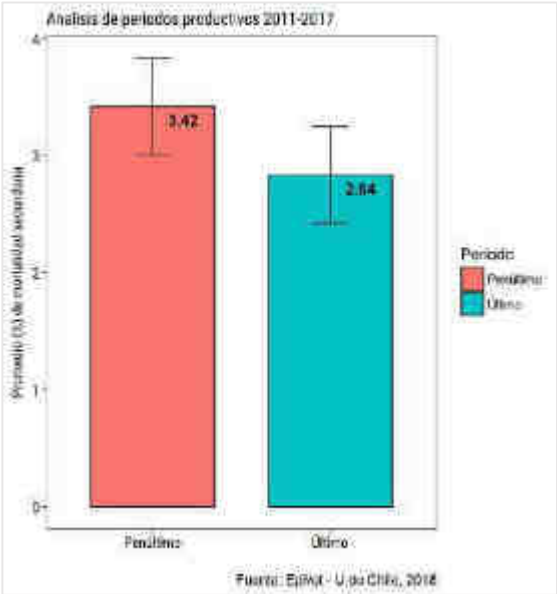


Gráfico 61. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico

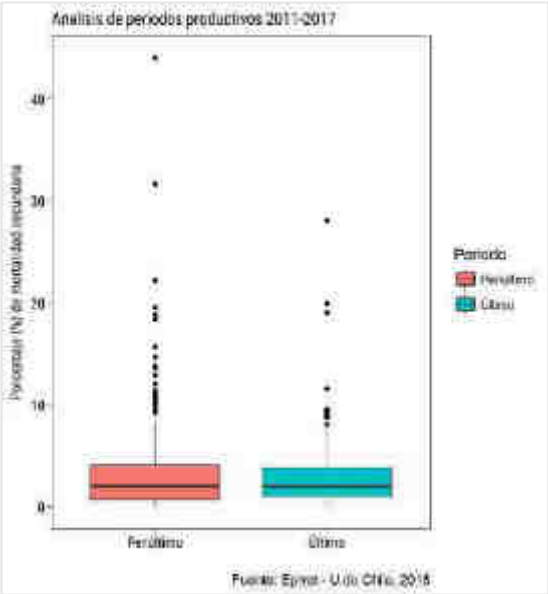


Tabla 19. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón del Atlántico.

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	3,12%	3,42%	2,84%	-0,58
Mediana	2,01%	2,04%	1,99%	-0,05
Desviación estándar	3,89	4,61%	3,02%	-1,59
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	44,05%	44,05%	28,1%	-15,95

7.2.2.2.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad secundaria alcanza en promedio 5,12% por ciclo productivo (Tabla 20). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad secundaria alcanzo en promedio un 3,8%, mientras que en el último periodo la mortalidad secundaria promedio alcanzo el 5,95% (Gráfico 62), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,58 puntos porcentuales del promedio de mortalidad secundaria en el último periodo (Tabla 20). Es posible evidenciar un alto número de ciclos productivos con valores de mortalidad secundaria elevados, los cuales han disminuido en número en el último periodo, sin embargo, existe la presencia de un ciclo cuya mortalidad secundaria alcanzo el 52% (Gráfico 63).

Gráfico 62. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris

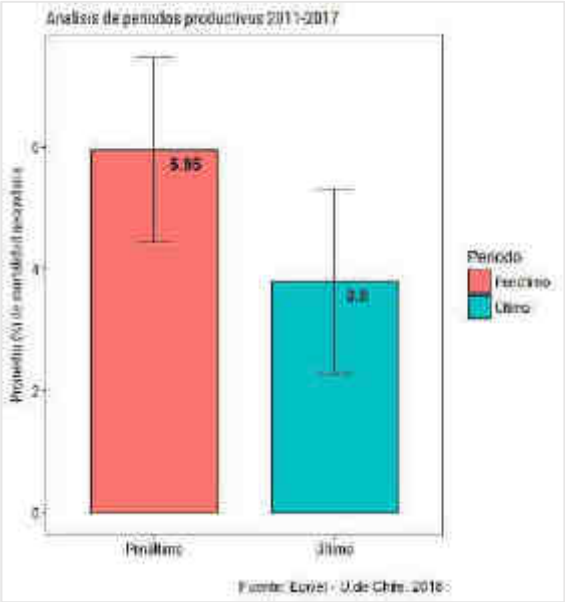


Gráfico 63. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris

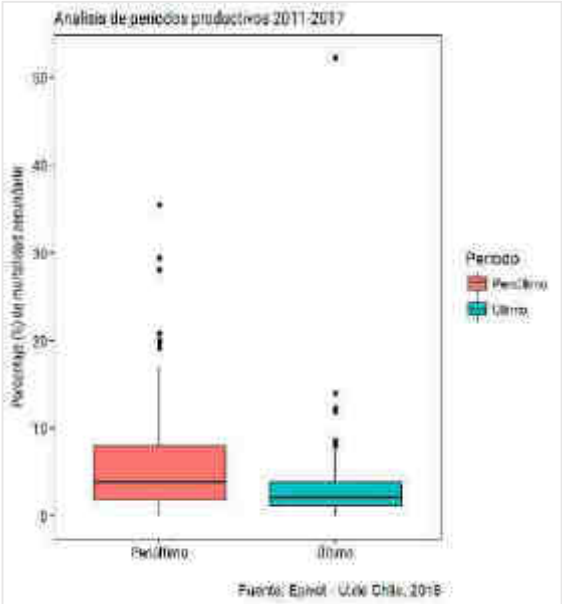


Tabla 20. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	5,12%	5,95%	3,8%	-2,15
Mediana	3,25%	3,87 %	2,15%	-1,72
Desviación estándar	6,38%	6,18%	6,51%	0,33
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	52,23%	35,48%	52,23%	16,75

7.2.2.2.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad secundaria alcanza en promedio 1,4% por ciclo productivo (Tabla 21). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad secundaria alcanzo en promedio un 0,96%, mientras que en el último periodo la mortalidad secundaria promedio alcanzo el 1,76% (Gráfico 64), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,84 puntos porcentuales del promedio de mortalidad secundaria en el último periodo (Tabla 21). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad secundaria elevados, los cuales han disminuido en el último periodo (Gráfico 65).

Gráfico 64. Barplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho

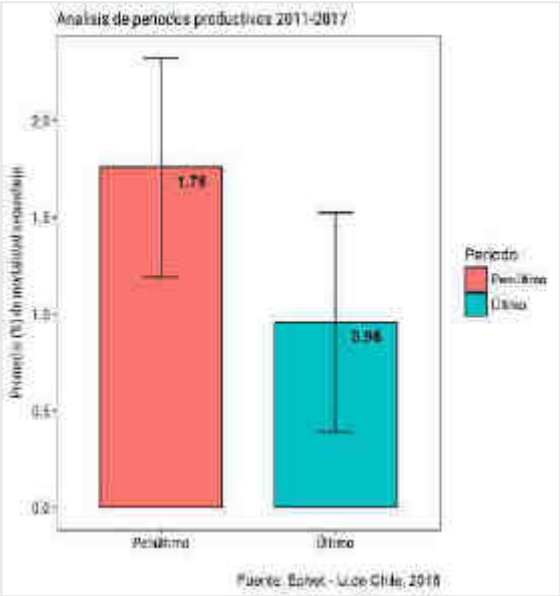


Gráfico 65. Boxplot de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho

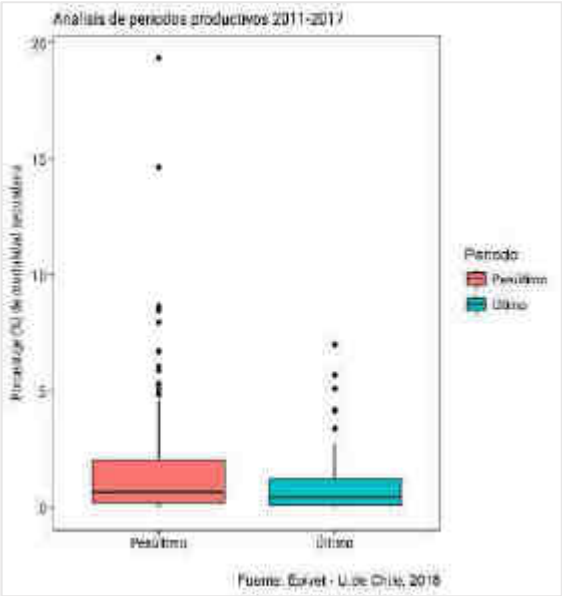


Tabla 21. Análisis estadísticos de mortalidad secundaria en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,4%	1,79%	0,96%	-0,84
Mediana	0,58%	0,67%	0,46%	-0,21
Desviación estándar	2,29%	2,82%	1,29%	-1,53
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	19,37%	19,37%	7,02%	-12,35

7.2.2.3. Análisis de mortalidad ambiental

A nivel general la mortalidad ambiental en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 3,1% por ciclo productivo (Tabla 22). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad ambiental alcanzo en promedio un 0,86%, mientras que en el último periodo la mortalidad ambiental promedio alcanzo el 5,59% (Gráfico 66), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 4,49 puntos porcentuales del promedio de mortalidad ambiental en el último periodo (Tabla 22). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad ambiental elevados en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo se evidencia un incremento marcado en el número de ciclos involucrados como en la magnitud del evento (Gráfico 67). La mediana de la mortalidad ambiental se mantiene baja en ambos periodos manifestando que la alta variación de mortalidad se concentra en pocos ciclos con altas magnitudes de mortalidad (Tabla 22).

Gráfico 66. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos

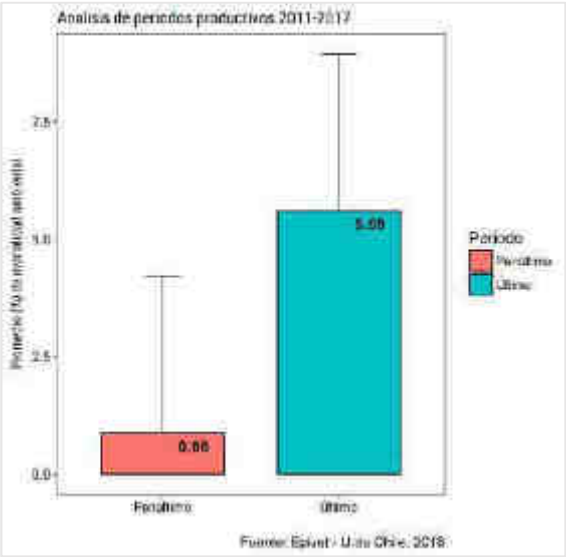


Gráfico 67. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos

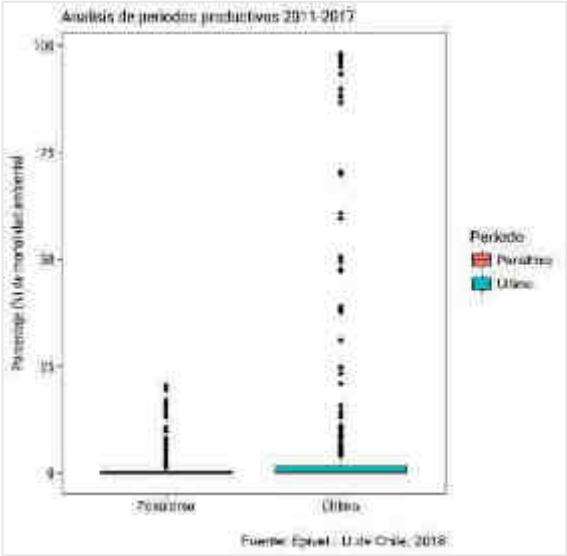


Tabla 22. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	3,1%	0,86%	5,59%	4,73
Mediana	0,04%	0,01%	0,11%	0,1
Desviación estándar	12,91%	2,51%	18,28%	15,77
Mínimo	1,36%	0%	0%	0
Máximo	98,19%	20,4%	98,19%	77,79

7.2.2.3.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad ambiental alcanza en promedio 4,12% por ciclo productivo (Tabla 23). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad ambiental alcanzo en promedio un 0,84%, mientras que en el último periodo la mortalidad ambiental promedio alcanzo el 7,24% (Gráfico 68), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 6,24 puntos porcentuales del promedio de mortalidad ambiental en el último periodo (Tabla 23). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad ambiental elevados en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo se evidencia un incremento marcado en el número de ciclos involucrados como en la magnitud del evento (Gráfico 69). La mediana de la mortalidad ambiental se mantiene baja en ambos periodos manifestando que la alta variación de mortalidad se concentra en pocos ciclos con altas magnitudes de mortalidad, además la variación porcentual de mortalidad ambiental en el salmón del Atlántico es mayor al valor obtenido de las tres especies en conjunto (Tabla 22).

Gráfico 68. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico

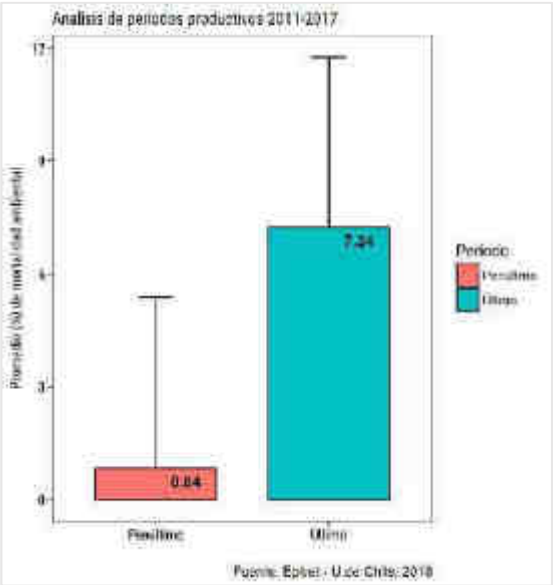


Gráfico 69. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico

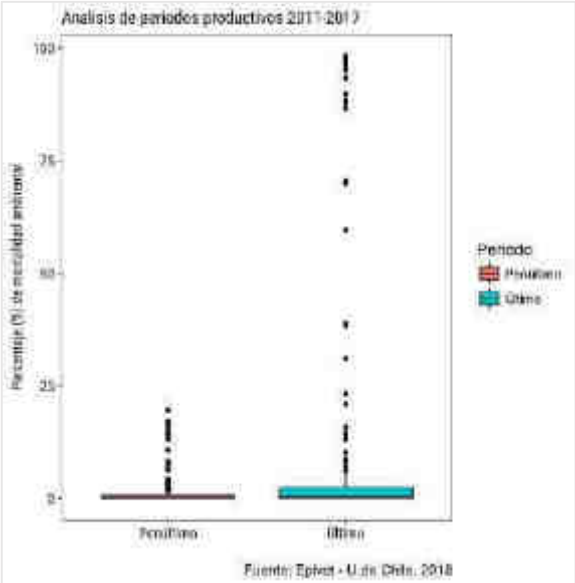


Tabla 23. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	4,11%	0,84%	7,24%	6,24
Mediana	0,11%	0,04%	0,26%	0,22
Desviación estándar	15,93%	2,51%	21,72%	19,21
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	98,19%	19,51%	98,19%	78,68

7.2.2.3.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad ambiental alcanza en promedio 2,06% por ciclo productivo (Tabla 24). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad ambiental alcanzo en promedio un 1,54%, mientras que en el último periodo la mortalidad ambiental promedio alcanzo el 2,9% (Gráfico 70), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 1,36 puntos porcentuales del promedio de mortalidad ambiental en el último periodo (Tabla 24). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad ambiental elevados en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo se evidencia un incremento marcado en el número de ciclos involucrados como en la magnitud del evento (Gráfico 71). La mediana de la mortalidad ambiental se mantiene baja en ambos periodos manifestando que la alta variación de mortalidad se concentra en pocos ciclos con altas magnitudes de mortalidad (Tabla 24).

Gráfico 70. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris

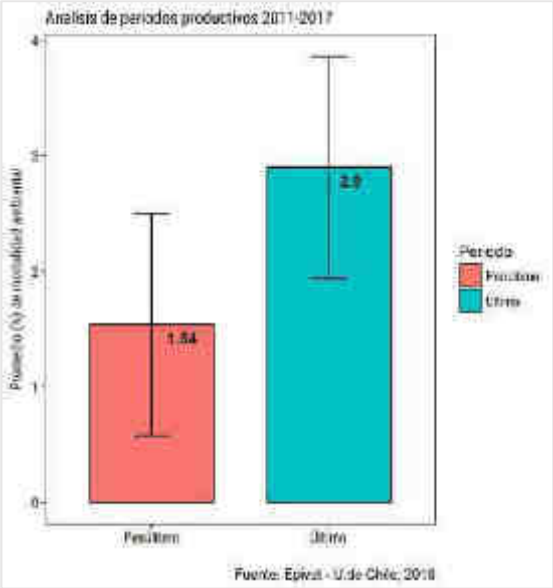


Gráfico 71. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris

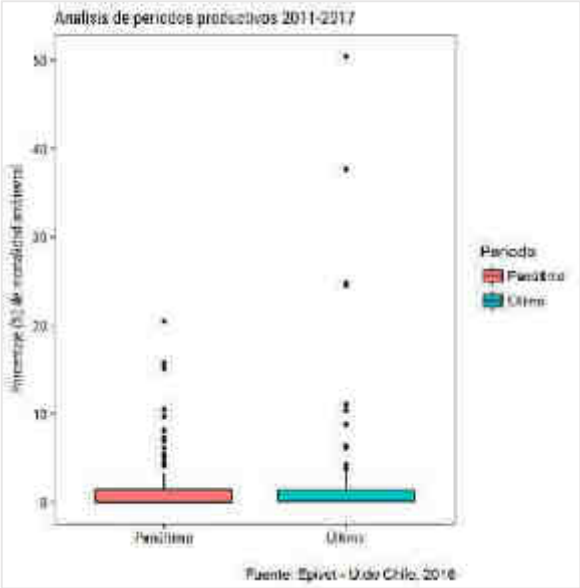


Tabla 24. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,06%	1,54%	2,9%	1,36
Mediana	0,02%	0%	0,05%	0,05
Desviación estándar	5,79%	3,36%	8,3%	4,94
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	50,43%	20,4%	50,43%	30,03

7.2.2.3.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad ambiental alcanza en promedio 1,34% por ciclo productivo (Tabla 25). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad ambiental alcanzo en promedio un 0,25%, mientras que en el último periodo la mortalidad ambiental promedio alcanzo el 2,67% (Gráfico 72), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 2,42 puntos porcentuales del promedio de mortalidad ambiental en el último periodo (Tabla 25). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad ambiental elevados en el último periodo (Gráfico 73). La mediana de la mortalidad ambiental se mantiene baja en ambos periodos manifestando que la alta variación de mortalidad se concentra en pocos ciclos con altas magnitudes de mortalidad (Tabla 25).

Gráfico 72. Barplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho

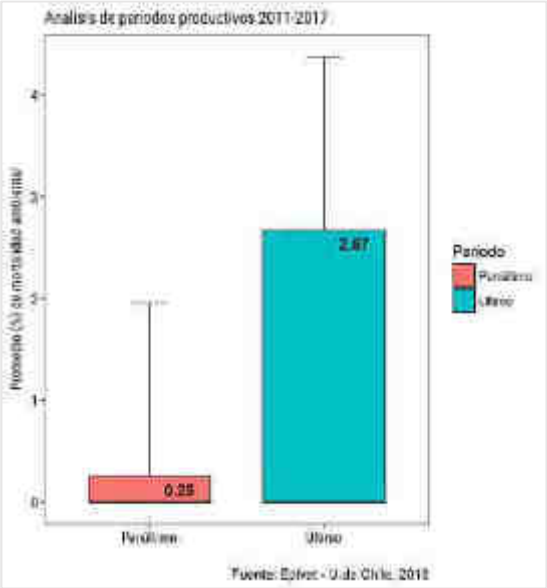


Gráfico 73. Boxplot de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho

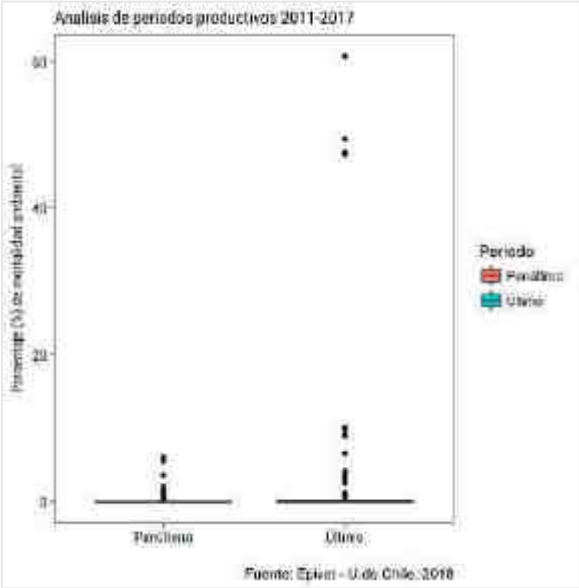


Tabla 25. Análisis estadísticos de mortalidad ambiental en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,34%	0,25%	2,67%	2,42
Mediana	0%	0%	0%	0
Desviación estándar	6,93%	0,9%	10,13%	9,23
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	60,7%	6,06%	60,7%	54,64

7.2.2.4. Análisis de mortalidad por eliminación

A nivel general la mortalidad por eliminación en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 1,4% por ciclo productivo (Tabla 26). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por eliminación alcanzo en promedio un 1,64%, mientras que en el último periodo la mortalidad por eliminación promedio alcanzo el 1,13% (Gráfico 74), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,51 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por eliminación en el último periodo (Tabla 26). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por eliminación elevados en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de las mortalidades (Gráfico 75).

Gráfico 74. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos

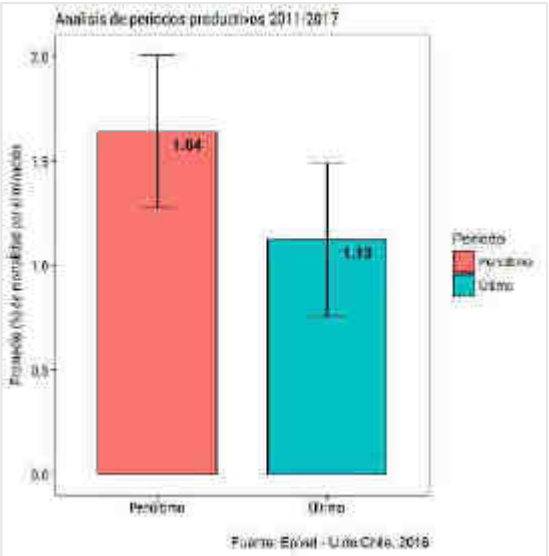


Gráfico 75. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos

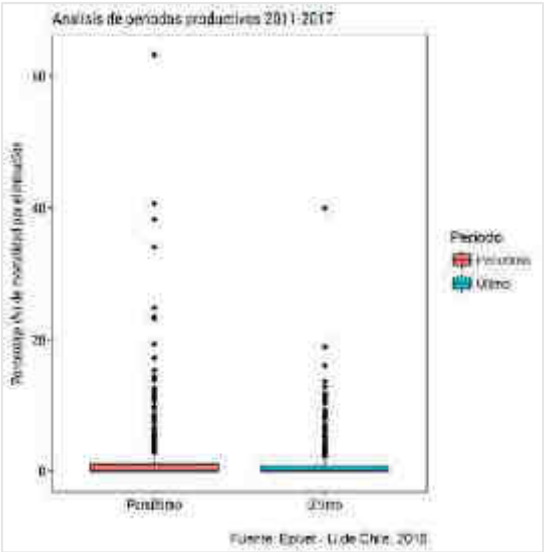


Tabla 26. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación a nivel de ciclos productivos.

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,4%	1,64%	1,13%	-0,51
Mediana	0,01%	0%	0,05%	0,05
Desviación estándar	4,12%	4,93%	2,94%	-1,99
Mínimo	1,36%	0%	0%	0
Máximo	63,21%	63,21%	39,97%	-23,24

7.2.2.4.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por eliminación alcanza en promedio 0,88% por ciclo productivo (Tabla 27). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por eliminación alcanzo en promedio un 0,82%, mientras que en el último periodo la mortalidad por eliminación promedio alcanzo el 0,94% (Gráfico 76), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 0,12 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por eliminación en el último periodo (Tabla 27). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por eliminación elevados en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe un leve aumento en la magnitud de las mortalidades (Gráfico 77).

Gráfico 76. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico

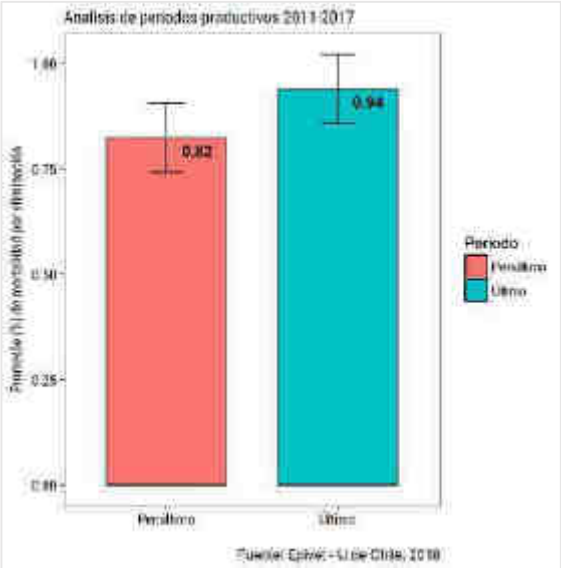


Gráfico 77. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico

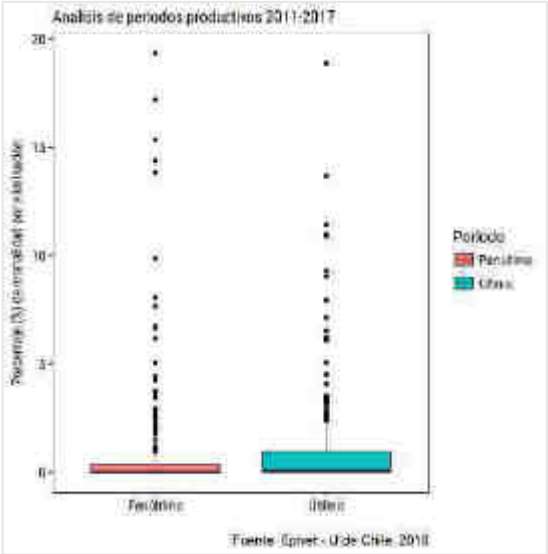


Tabla 27. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,88%	0,82%	0,94%	0,12
Mediana	0%	0%	0,07%	0,07
Desviación estándar	2,33%	2,47%	2,18%	-0,29
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	19,34%	19,34%	18,86%	-0,48

7.2.2.4.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por eliminación alcanza en promedio 2,29% por ciclo productivo (Tabla 28). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por eliminación alcanzó en promedio un 2,34%, mientras que en el último periodo la mortalidad por eliminación promedio alcanzó el 2,19% (Gráfico 78), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,15 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por eliminación en el último periodo (Tabla 28). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por eliminación elevados en ambos periodos (Gráfico 79).

Gráfico 78. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris

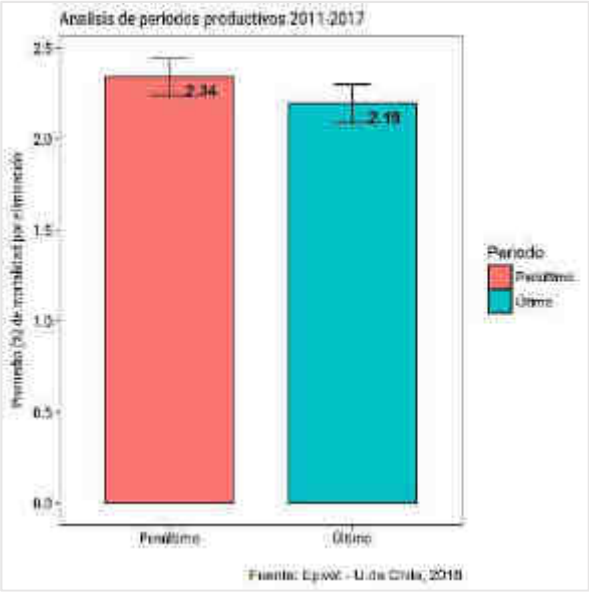


Gráfico 79. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris

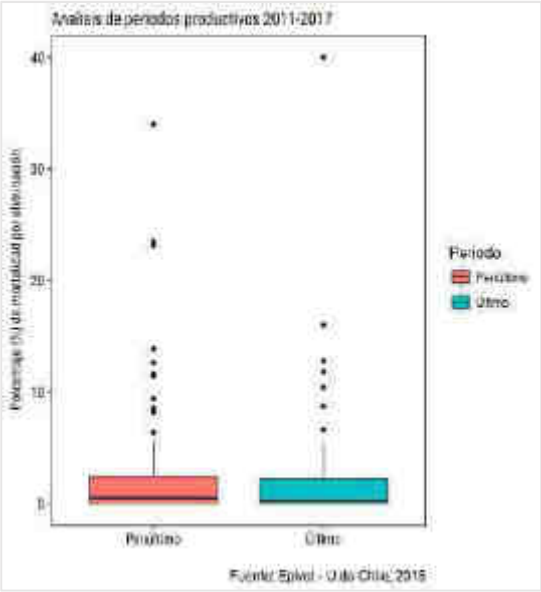


Tabla 28. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,29%	2,34%	2,19%	-0,15
Mediana	0,36%	0,48%	0,2%	-0,28
Desviación estándar	5,13%	4,92%	5,49%	0,57
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	39,97%	34%	39,97%	5,97

7.2.2.4.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por eliminación alcanza en promedio 1,98% por ciclo productivo (Tabla 29). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por eliminación alcanzó en promedio un 2,87%, mientras que en el último periodo la mortalidad por eliminación promedio alcanzó el 0,9% (Gráfico 80), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 1,97 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por eliminación en el último periodo (Tabla 29). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por eliminación elevados en el penúltimo periodo, lo cual disminuye de forma marcada en el último periodo (Gráfico 81).

Gráfico 80. Barplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho

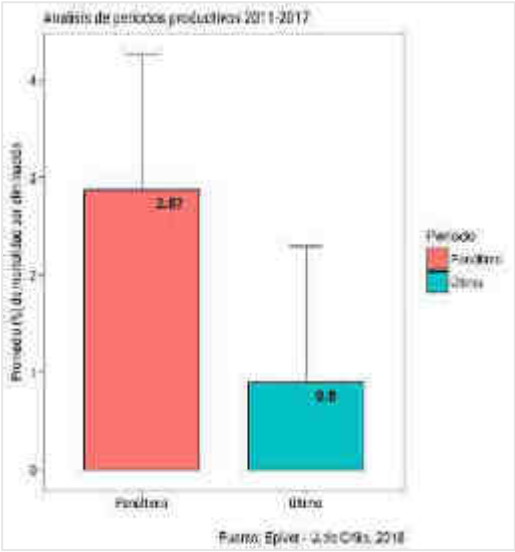


Gráfico 81. Boxplot de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho

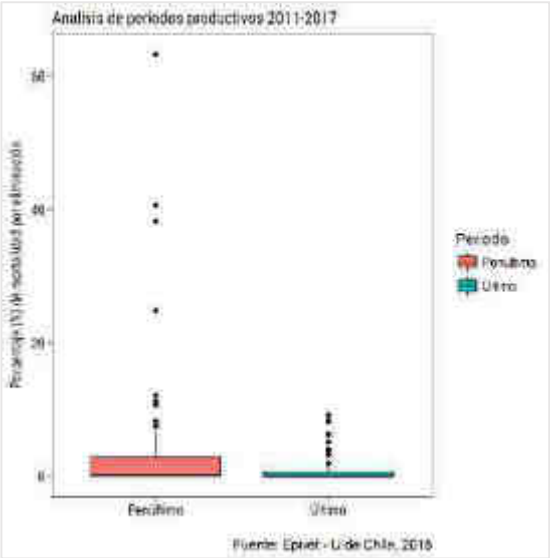


Tabla 29. Análisis estadísticos de mortalidad por eliminación en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,98%	2,87%	0,9%	-1,97
Mediana	0,01%	0,07%	0%	0,07
Desviación estándar	6,13%	7,98%	1,99%	-5,99
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	63,21%	63,21%	9,12%	-54,09

7.2.2.5 Análisis de mortalidad por otras causas

A nivel general la mortalidad por otras causas en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 1,07% por ciclo productivo (Tabla 30). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por otras causas alcanzo en promedio un 0,82%, mientras que en el último periodo la mortalidad por otras causas promedio alcanzo el 1,34% (Gráfico 82), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un aumento de 0,52 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por otras causas en el último periodo (Tabla 30). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por otras causas de magnitud moderada en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe un evento de una magnitud importante (Gráfico 83).

Gráfico 82. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos

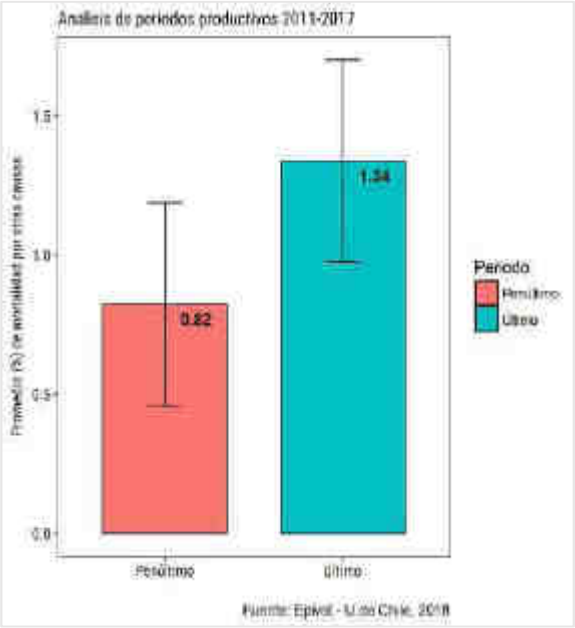


Gráfico 83. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos

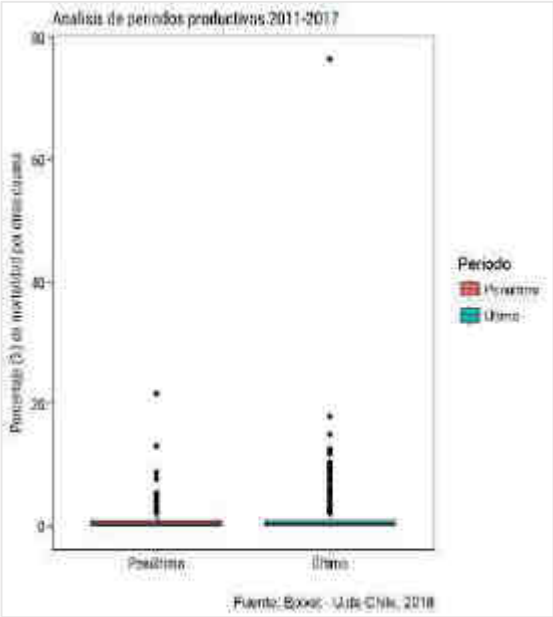


Tabla 30. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,07%	0,82%	1,34%	0,52
Mediana	0,38%	0,36%	0,4%	0,04
Desviación estándar	3,07%	1,57%	4,13%	2,56
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	76,51%	21,77%	76,51%	54,74

7.2.2.5.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por otras causas alcanza en promedio 1,27% por ciclo productivo (Tabla 31). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por otras causas alcanzo en promedio un 0,85%, mientras que en el último periodo la mortalidad por otras causas promedio alcanzo el 1,67% (Gráfico 84), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un incremento de 0,82 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por otras causas en el último periodo (Tabla 31). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por otras causas de magnitud moderada en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe un evento de una magnitud importante (Gráfico 85).

Gráfico 84. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón del Atlántico

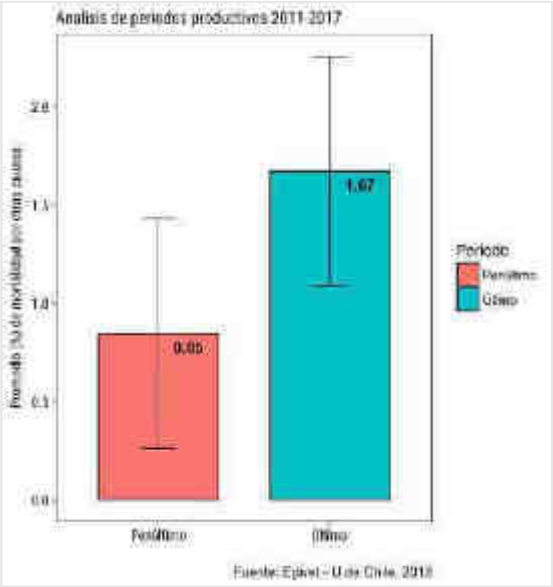


Gráfico 85. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón del Atlántico

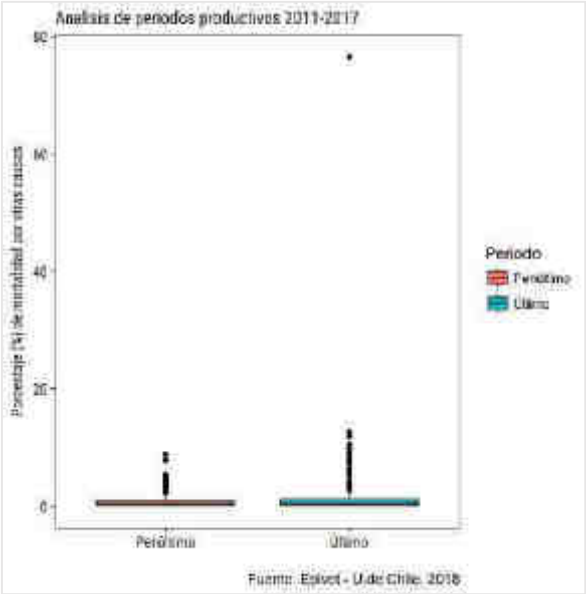


Tabla 31. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,27%	0,85%	1,67%	0,82
Mediana	0,38%	0,36%	0,43%	0,07
Desviación estándar	3,7%	1,34%	4,98%	3,64
Mínimo	0%	0%	0,01%	0,01
Máximo	76,51%	8,81%	76,51%	67,7

7.2.2.5.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por otras causas alcanza en promedio 1,01% por ciclo productivo (Tabla 32). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por otras causas alcanzo en promedio un 1,02%, mientras que en el último periodo la mortalidad por otras causas promedio alcanzo el 1% (Gráfico 86), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,02 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por otras causas en el último periodo (Tabla 32). Los patrones de mortalidad son similares entre ambos periodos, pero es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por otras causas de magnitud moderada en ambos periodos, con presencia de pocos ciclos con mortalidades mayores (Gráfico 87).

Gráfico 86. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos trucha arcoíris

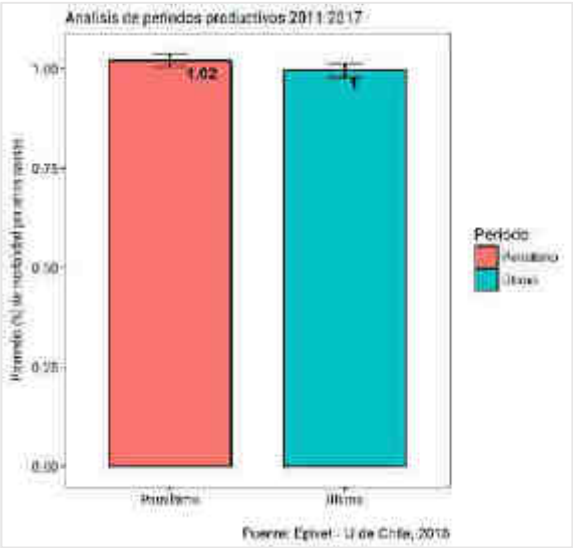


Gráfico 87. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos trucha arcoíris

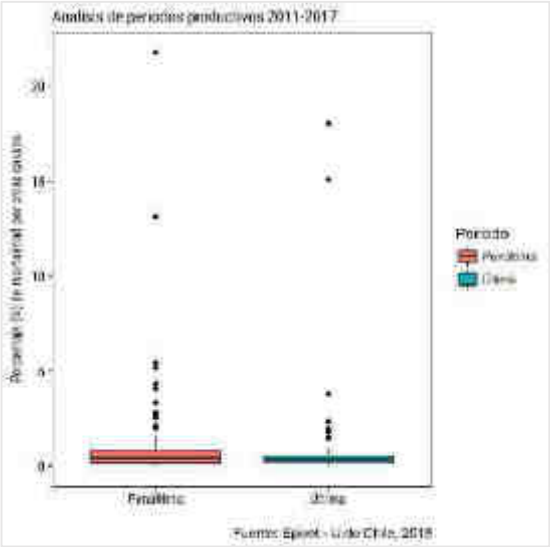


Tabla 32. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,01%	1,02%	1%	-0,02
Mediana	0,39%	0,4%	0,36%	-0,04
Desviación estándar	2,54%	2,45%	2,7%	0,16
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	21,77%	21,77%	18,04%	3,73

7.2.2.5.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por otras causas alcanza en promedio 0,59% por ciclo productivo (Tabla 33). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por otras causas alcanzo en promedio un 0,58%, mientras que en el último periodo la mortalidad por otras causas promedio alcanzo el 0,6% (Gráfico 88), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,02 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por otras causas en el último periodo (Tabla 33). Los patrones de mortalidad son similares entre ambos periodos, pero es posible evidenciar pocos ciclos con mortalidades mayores (Gráfico 89).

Gráfico 88. Barplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón coho

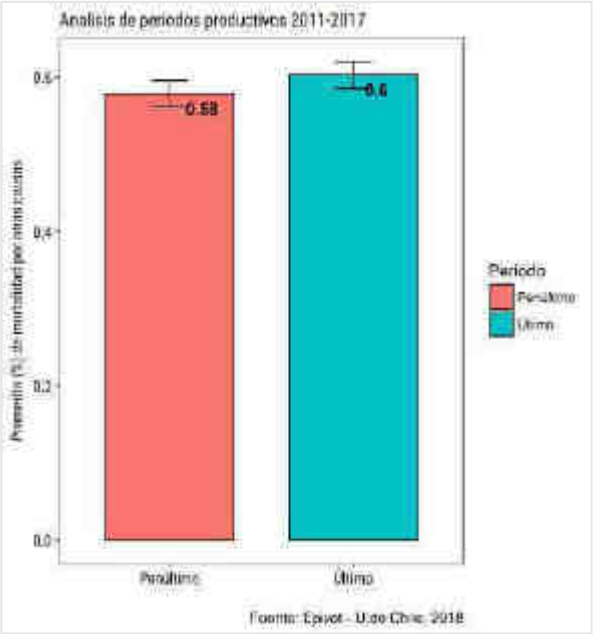


Gráfico 89. Boxplot de mortalidad por otras causas en ciclos productivos salmón coho

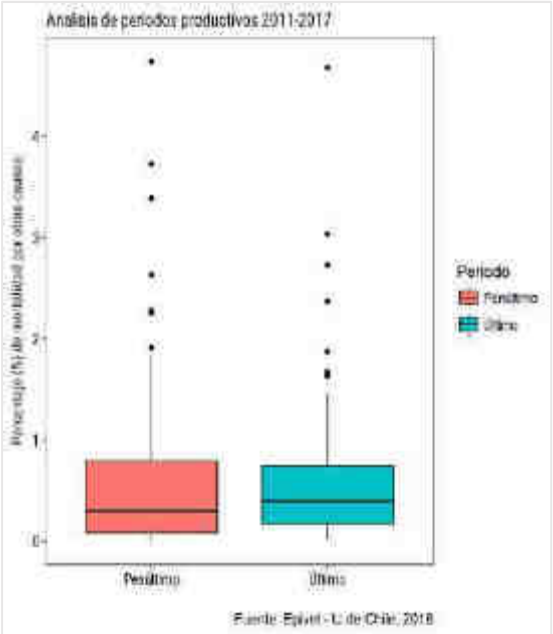


Tabla 33. Análisis estadísticos de mortalidad por otras causas en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,59%	0,58%	0,6%	0,02
Mediana	0,35%	0,3%	0,4%	0,1
Desviación estándar	0,74%	0,77%	0,71%	-0,06
Mínimo	0%	0%	0,01%	0,01
Máximo	4,74%	4,74%	4,68%	-0,06

7.2.2.6 Análisis de mortalidad por depredadores

A nivel general la mortalidad por depredadores en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 1,04% por ciclo productivo (Tabla 34). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por depredadores alcanzo en promedio un 1,29 %, mientras que en el último periodo la mortalidad por depredadores promedio alcanzo el 0,75% (Gráfico 90), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,54 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por depredadores en el último periodo (Tabla 34). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por depredadores de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 91).

Gráfico 90. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos

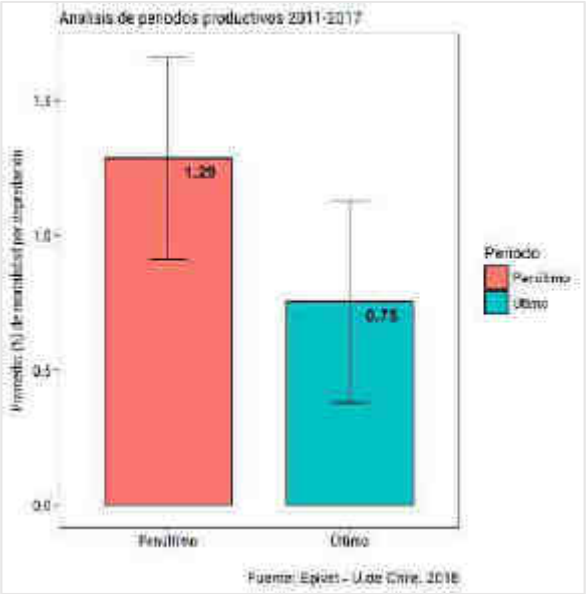


Gráfico 91. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos

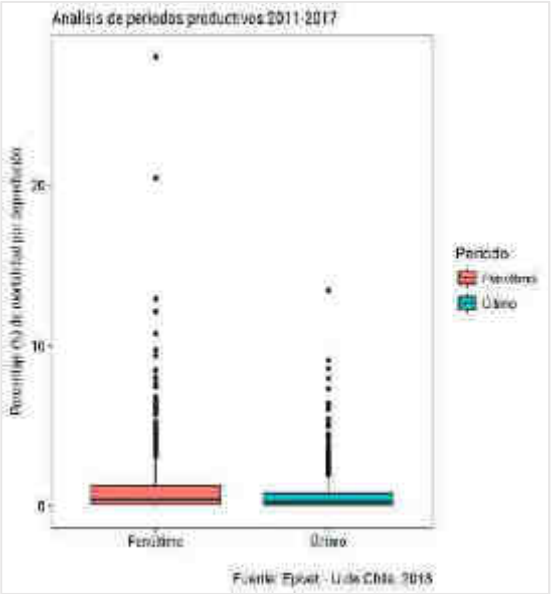


Tabla 34. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,04%	1,29%	0,75%	-0,54
Mediana	0,31%	0,38%	0,26%	-0,12
Desviación estándar	2%	2,4%	1,38%	-1,02
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	28,01%	28,01%	13,45%	-14,56

7.2.2.6.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por depredadores alcanza en promedio 1,34% por ciclo productivo (Tabla 35). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por depredadores alcanzó en promedio un 1,7%, mientras que en el último periodo la mortalidad por depredadores promedio alcanzó el 0,99% (Gráfico 92), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,71 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por depredadores en el último periodo (Tabla 35). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por depredadores de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 93).

Gráfico 92. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón del Atlántico

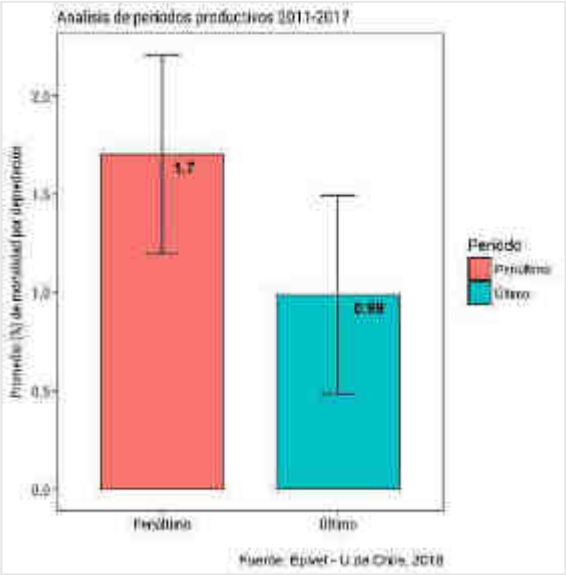


Gráfico 93. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón del Atlántico

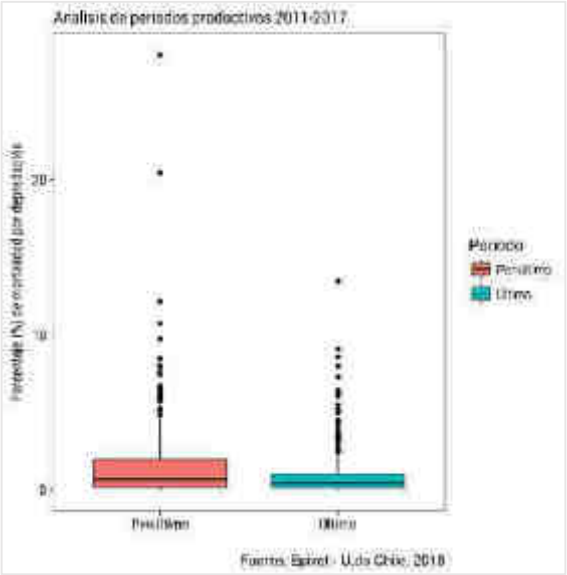


Tabla 35. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,34%	1,7%	0,99%	-0,71
Mediana	0,49%	0,67%	0,42%	-0,25
Desviación estándar	2,34%	2,85%	1,64%	-1,21
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	28,01%	28,01%	13,45%	-14,56

7.2.2.6.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por depredadores alcanza en promedio 0,85% por ciclo productivo (Tabla 36). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por depredadores alcanzó en promedio un 1,05%, mientras que en el último periodo la mortalidad por depredadores promedio alcanzó el 0,54% (Gráfico 94), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,51 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por depredadores en el último periodo (Tabla 36). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por depredadores de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 95).

Gráfico 94. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos trucha arcoíris

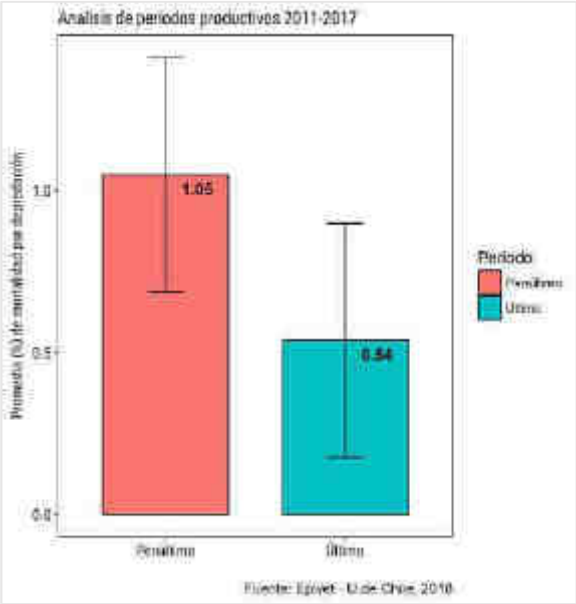


Gráfico 95. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos trucha arcoíris

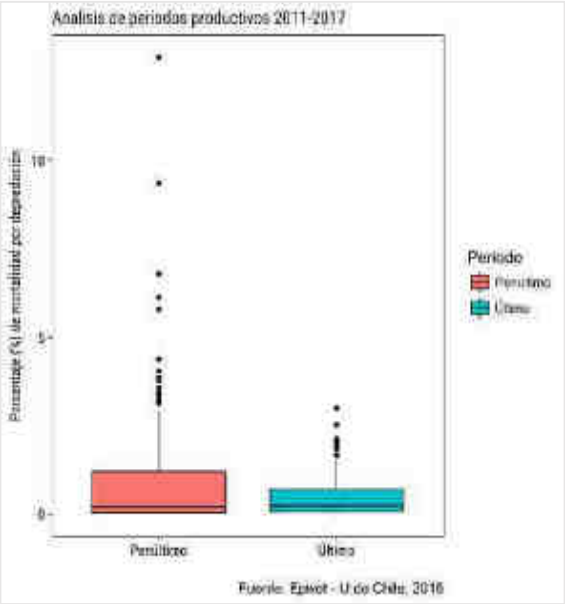


Tabla 36. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,85%	1,02%	0,54%	-0,51
Mediana	0,2%	0,2%	0,23%	0,03
Desviación estándar	1,6%	1,94%	0,7%	-1,24
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	12,91%	12,91%	2,99%	-9,92

7.2.2.6.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por depredadores alcanza en promedio 0,4% por ciclo productivo (Tabla 37). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por depredadores alcanzó en promedio un 0,55%, mientras que en el último periodo la mortalidad por depredadores promedio alcanzó el 0,22% (Gráfico 96), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,33 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por depredadores en el último periodo (Tabla 37). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad por depredadores de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 97).

Gráfico 96. Barplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón coho

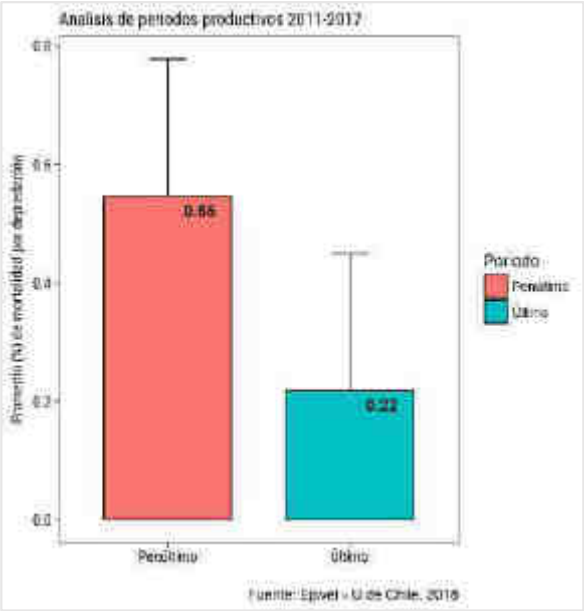


Gráfico 97. Boxplot de mortalidad por depredadores en ciclos productivos salmón coho

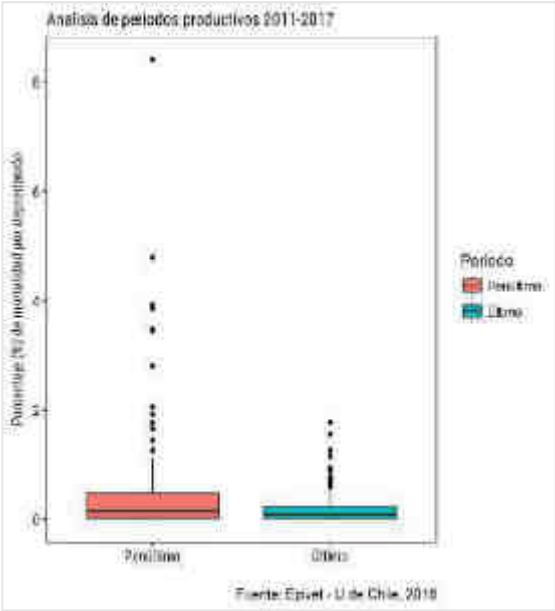


Tabla 37. Análisis estadísticos de mortalidad por depredadores en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,4%	0,55%	0,22%	-0,33
Mediana	0,11%	0,15%	0,09%	-0,06
Desviación estándar	0,87%	1,12%	0,34%	-0,78
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	8,42%	8,42%	1,77%	-6,65

7.2.2.7. Análisis de mortalidad sin causa aparente

A nivel general la mortalidad sin causa aparente en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 1,66% por ciclo productivo (Tabla 38). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad sin causa aparente alcanzó en promedio un 1,95 %, mientras que en el último periodo la mortalidad sin causa aparente promedio alcanzó el 1,33% (Gráfico 98), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,62 puntos porcentuales del promedio de mortalidad sin causa aparente en el último periodo (Tabla 38). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad sin causa aparente de magnitud moderada en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 99).

Gráfico 98. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos

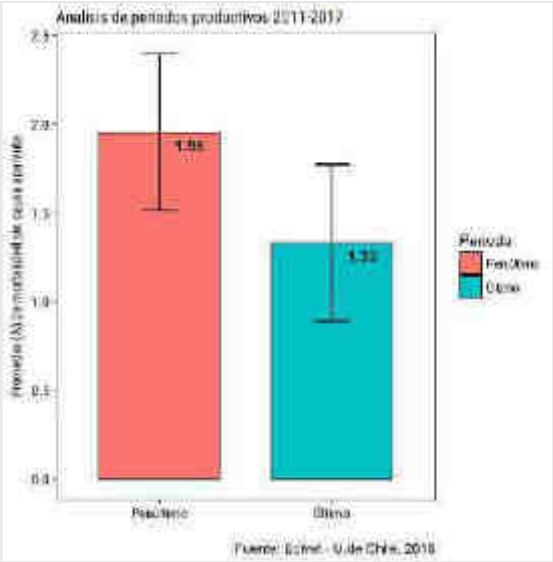


Gráfico 99. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos

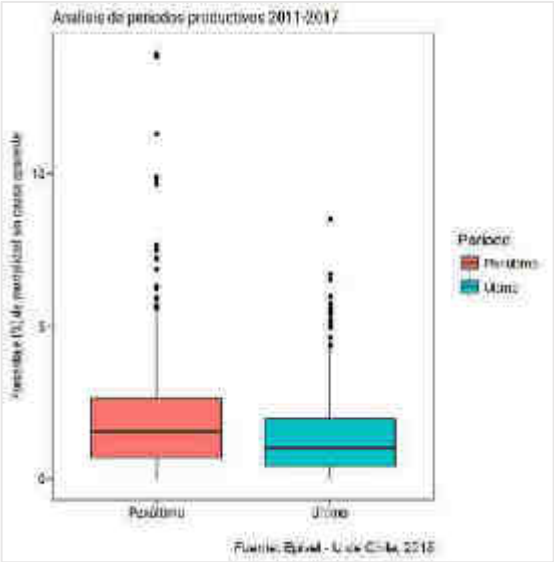


Tabla 38. Análisis estadísticos de mortalidad sin causa aparente a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,66%	1,95%	1,33%	-0,62
Mediana	1,29%	1,54%	1,01%	-0,53
Desviación estándar	1,62%	1,83%	1,28%	-0,55
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	13,91%	13,91%	8,51%	-5,4

7.2.2.7.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad sin causa aparente alcanza en promedio 1,34% por ciclo productivo (Tabla 39). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad sin causa aparente alcanzó en promedio un 1,7%, mientras que en el último periodo la mortalidad sin causa aparente promedio alcanzó el 0,99% (Gráfico 100) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,71 puntos porcentuales del promedio de mortalidad sin causa aparente en el último periodo (Tabla 39). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad sin causa aparente de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 101).

Gráfico 100. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón del Atlántico

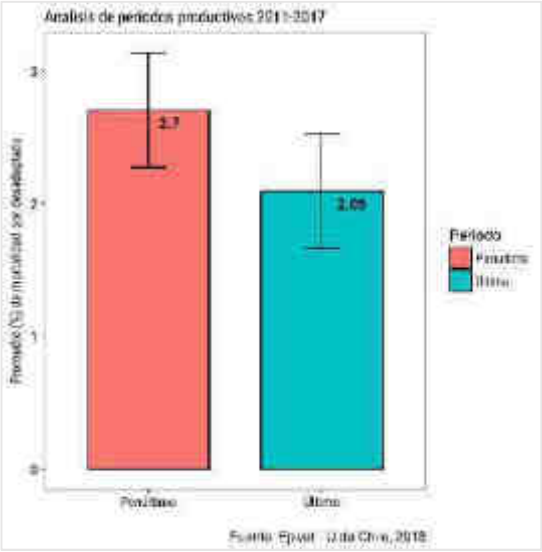


Gráfico 101. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón del Atlántico

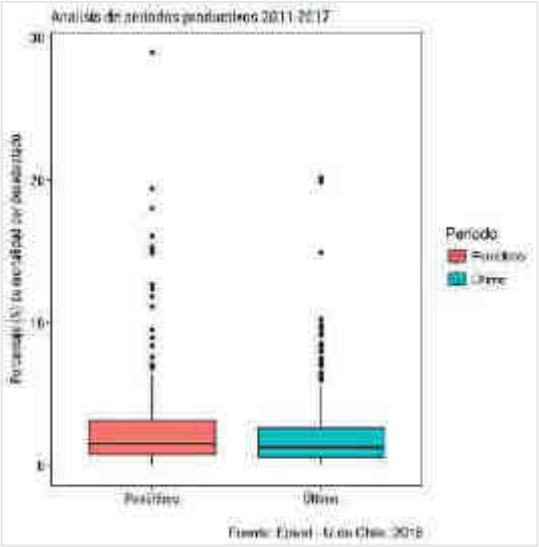


Tabla 39. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,95%	2,36%	1,57%	-0,79
Mediana	1,66%	1,98%	1,37%	-0,61
Desviación estándar	1,68%	1,87%	1,37%	-0,5
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	13,91%	13,91%	8,51%	-5,4

7.2.2.7.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad sin causa aparente alcanza en promedio 1,75% por ciclo productivo (Tabla 40). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad sin causa aparente alcanzó en promedio un 1,98%, mientras que en el último periodo la mortalidad sin causa aparente promedio alcanzó el 1,39 % (Gráfico 102) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,59 puntos porcentuales del promedio de mortalidad sin causa aparente en el último periodo (Tabla 40). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad sin causa aparente de magnitud moderada en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 103).

Gráfico 102. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos trucha arcoíris

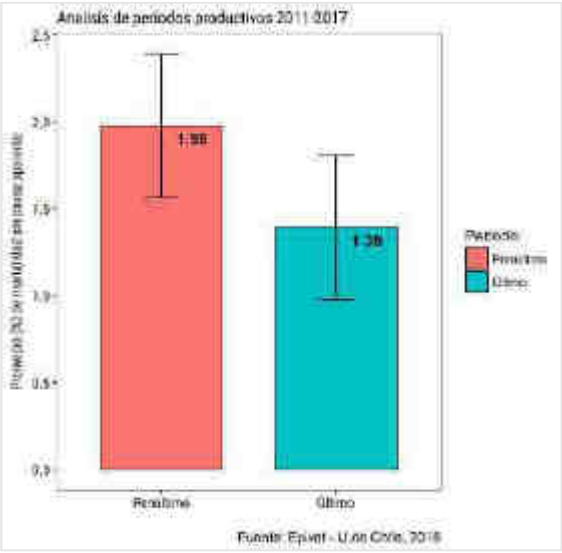


Gráfico 103. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos trucha arcoíris

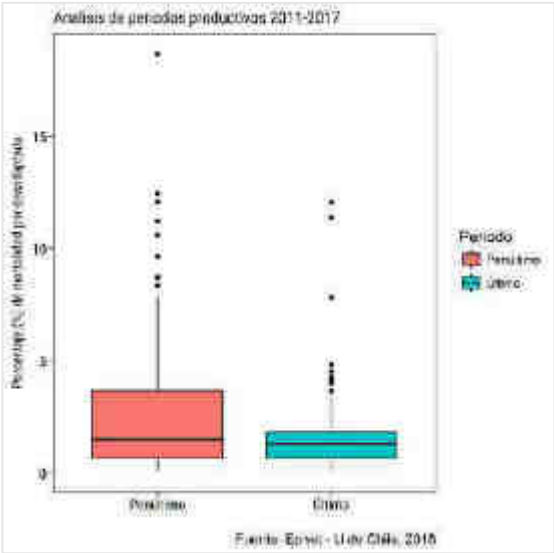


Tabla 40. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,75%	1,98%	1,39%	-0,59
Mediana	1,28%	1,46%	1,06%	-0,4
Desviación estándar	1,76%	2,01%	1,2%	-0,81
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	13,83%	13,83 %	5,51%	-8,32

7.2.2.7.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad sin causa aparente alcanza en promedio 0,82% por ciclo productivo (Tabla 41). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad sin causa aparente alcanzó en promedio un 1%, mientras que en el último periodo la mortalidad sin causa aparente promedio alcanzó el 0,6% (Gráfico 104) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,4 puntos porcentuales del promedio de mortalidad sin causa aparente en el último periodo (Tabla 41). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad sin causa aparente de magnitud moderada en el penúltimo periodo, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 105).

Gráfico 104. Barplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón coho

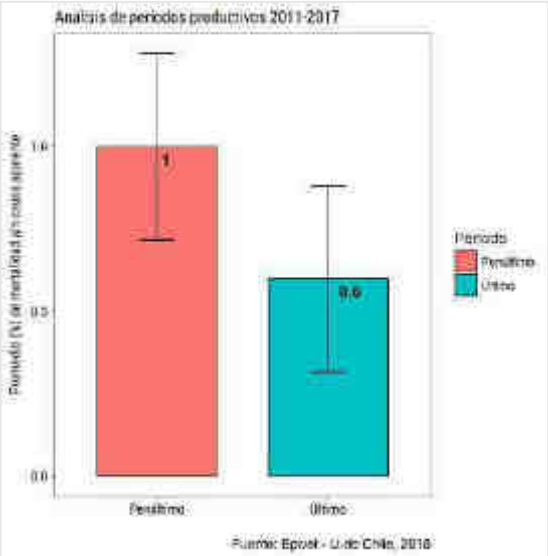


Gráfico 105. Boxplot de mortalidad sin causa aparente en ciclos productivos salmón coho

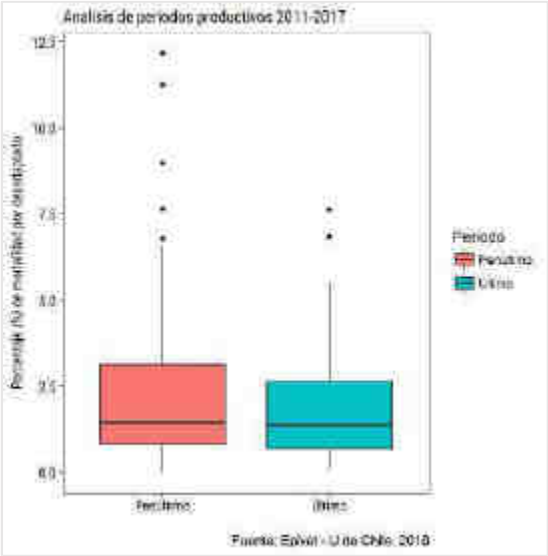


Tabla 41. Análisis estadísticos de mortalidad por sin causa aparente en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,82%	1%	0,6%	-0,4
Mediana	0,59%	0,7%	0,48%	-0,22
Desviación estándar	0,9%	1,06%	0,59%	-0,47
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	6,86%	6,86%	2,96%	-3,9

7.2.2.8 Análisis mortalidad por daño mecánico

A nivel general la mortalidad por daño mecánico en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 1,37% por ciclo productivo (Tabla 42). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por daño mecánico alcanzó en promedio un 1,45 %, mientras que en el último periodo la mortalidad por daño mecánico promedio alcanzo el 1,28% (Gráfico 106), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,17 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por daño mecánico en el último periodo (Tabla 42). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por daño mecánico en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 107)

Gráfico 106. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos

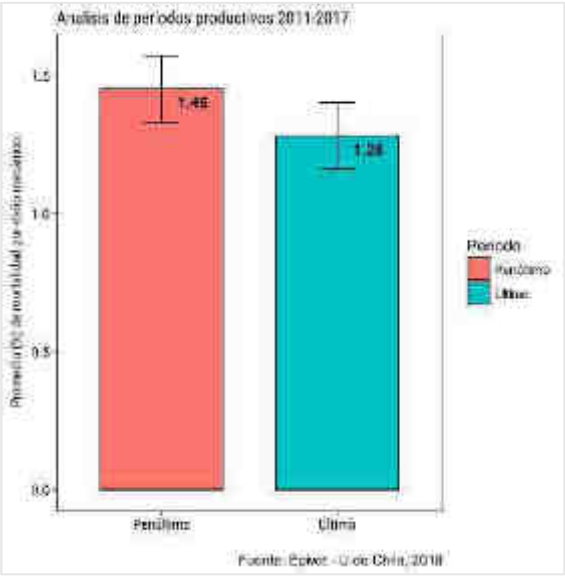


Gráfico 107. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos

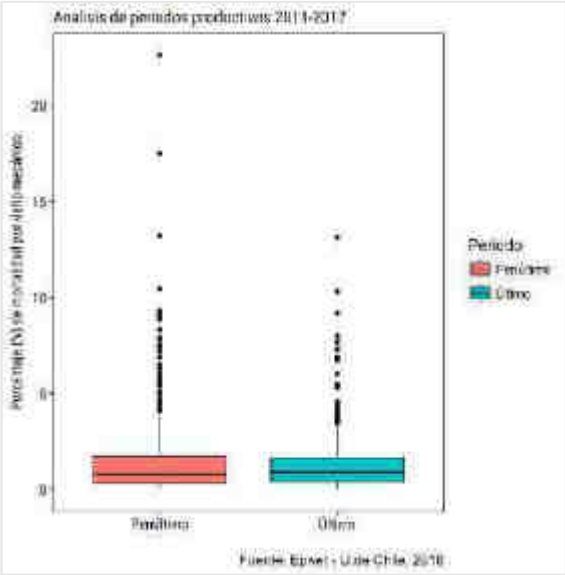


Tabla 42. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,37%	1,45%	1,28%	-0,17
Mediana	0,83%	0,77%	0,89%	0,12
Desviación estándar	1,84%	2,15%	1,42%	-0,73
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	22,63%	22,63%	13,13%	-9,51

7.2.2.8.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por daño mecánico alcanza en promedio 1,75% por ciclo productivo (Tabla 43). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por daño mecánico alcanzó en promedio un 1,88%, mientras que en el último periodo la mortalidad por daño mecánico promedio alcanzó el 1,63% (Gráfico 108) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,25 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por daño mecánico en el último periodo (Tabla 43). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por daño mecánico en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 109).

Gráfico 108. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón del Atlántico

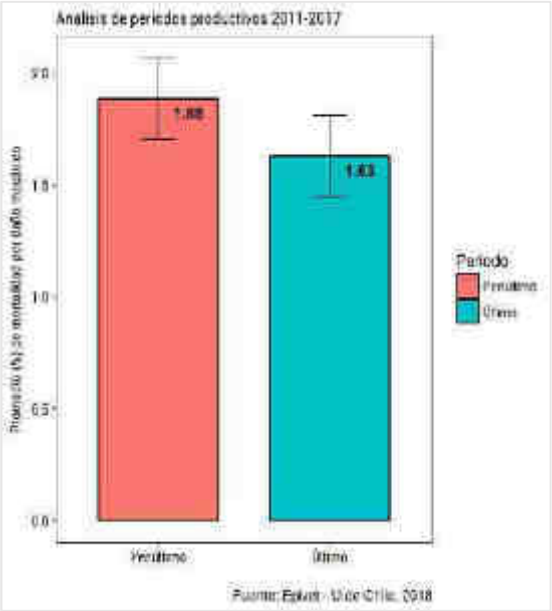


Gráfico 109. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón del Atlántico

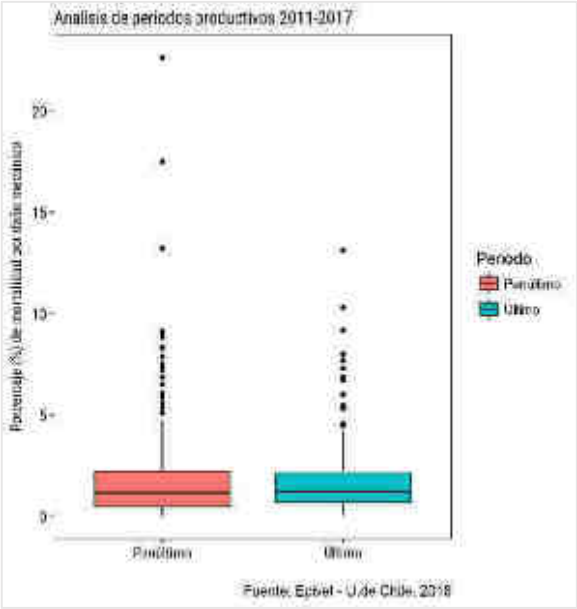


Tabla 43.Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,75%	1,88%	1,63%	-0,25
Mediana	1,2%	1,15%	1,24%	0,1
Desviación estándar	2,11%	2,52%	1,61%	-0,91
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	22,63%	22,63%	13,13%	-9,5

7.2.2.8.2. Salmon trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por daño mecánico alcanza en promedio 0,91% por ciclo productivo (Tabla 44). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por daño mecánico alcanzó en promedio un 0,97%, mientras que en el último periodo la mortalidad por daño mecánico promedio alcanzó el 0,81% (Gráfico 110) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,16 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por daño mecánico en el último periodo (Tabla 44). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por daño mecánico en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 111).

Gráfico 110. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos trucha arcoíris

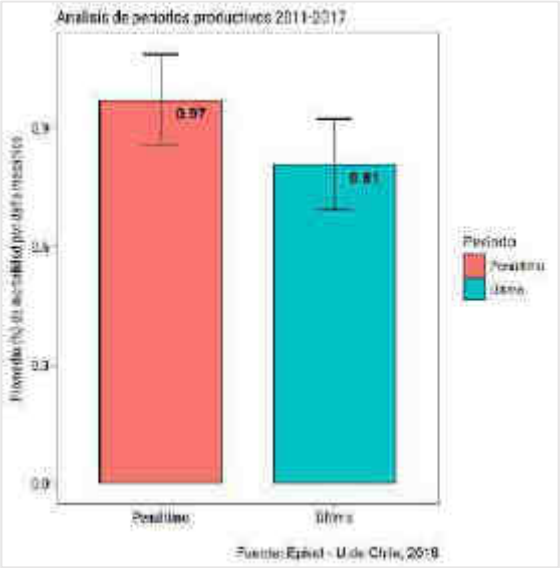


Gráfico 111. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos trucha arcoíris

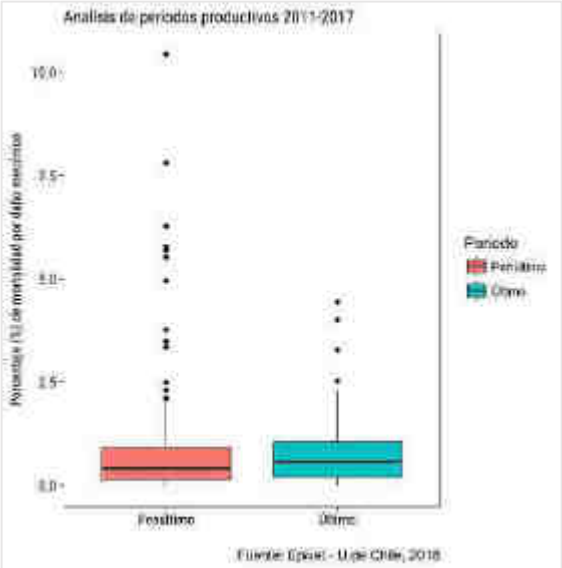


Tabla 44. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,91%	0,97%	0,81%	-0,16
Mediana	0,46%	0,4%	0,57%	0,17
Desviación estándar	1,4%	1,64%	0,89%	-0,75
Mínimo	0%	3%	0%	-3
Máximo	10,43%	10,43%	4,44%	-5,99

7.2.2.8.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por daño mecánico alcanza en promedio 0,77% por ciclo productivo (Tabla 45). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por daño mecánico alcanzó en promedio un 0,91%, mientras que en el último periodo la mortalidad por daño mecánico promedio alcanzó el 0,6% (Gráfico 112) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,31 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por daño mecánico en el último periodo (Tabla 45). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por daño mecánico en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existe una disminución en la magnitud de la mortalidad (Gráfico 113).

Gráfico 112. Barplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón coho

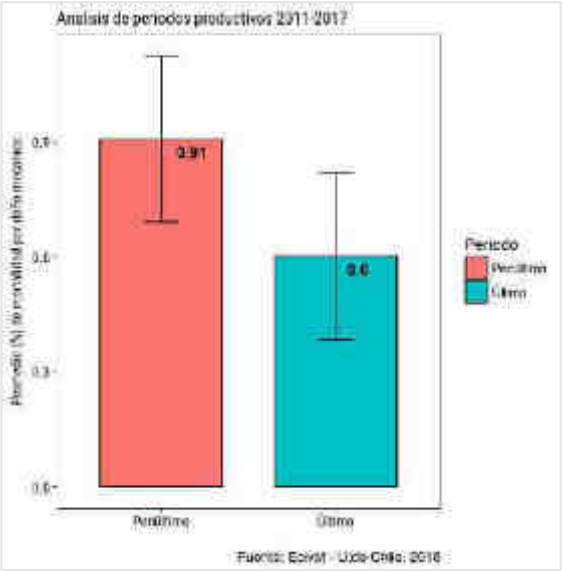


Gráfico 113. Boxplot de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos salmón coho

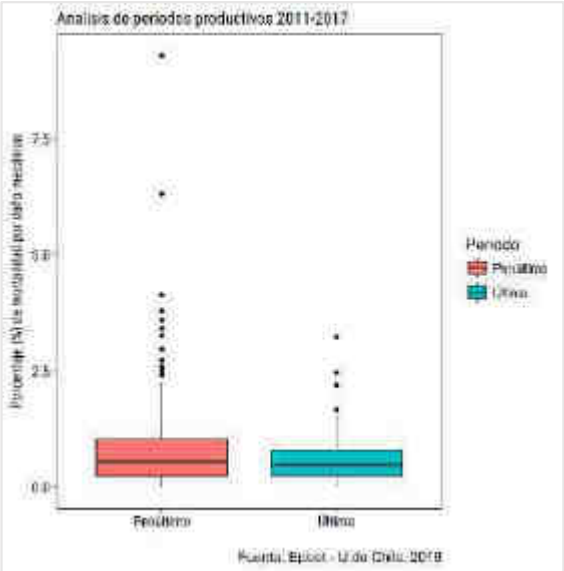


Tabla 45. Análisis estadísticos de mortalidad por daño mecánico en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,77%	0,91%	0,6%	-0,31
Mediana	0,51%	0,55%	0,48%	-0,07
Desviación estándar	1%	1,24%	0,54%	0,7
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	9,3%	9,3%	3,23%	-6,07

7.2.2.9. Análisis mortalidad por desadaptados

A nivel general la mortalidad por desadaptados en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 2,31% por ciclo productivo (Tabla 46). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por desadaptados alcanzo en promedio un 2,6%, mientras que en el último periodo la mortalidad por desadaptados promedio alcanzo el 2% (Gráfico 114), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,6 puntos porcentuales del promedio de mortalidad desadaptados en el último periodo (Tabla 46). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por desadaptados en ambos periodos, sin embargo, durante el penúltimo periodo existió un evento de alta mortalidad inusual (Gráfico 115).

Gráfico 114. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos

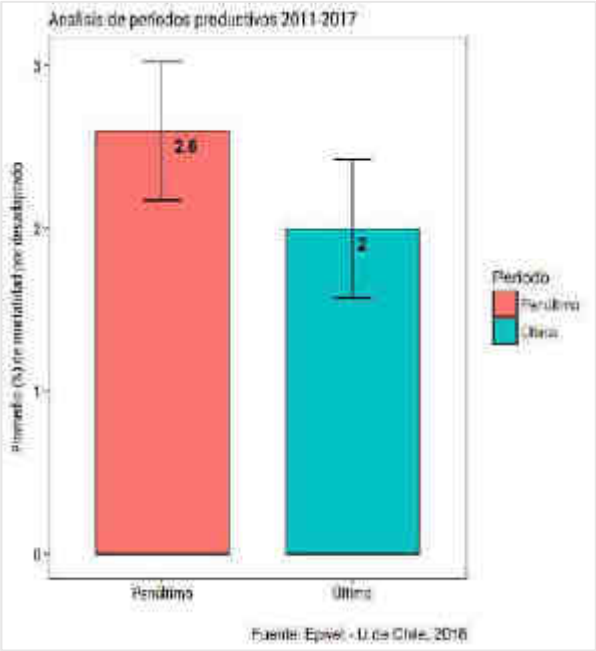


Gráfico 115. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos

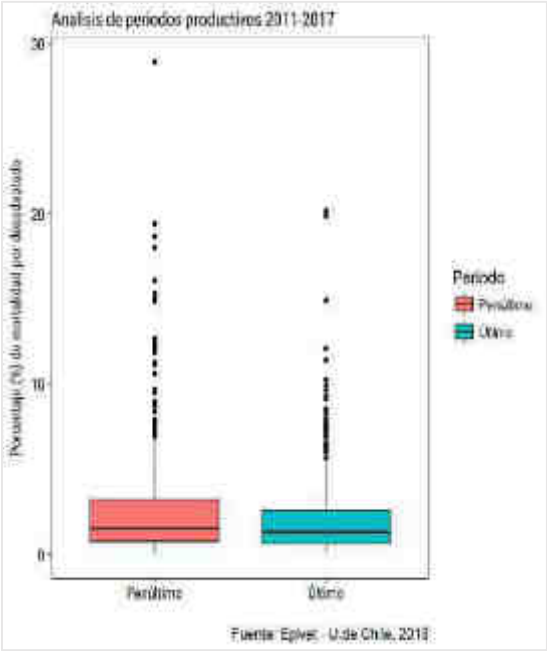


Tabla 46. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,31%	2,6%	2%	-0,6
Mediana	1,42%	1,51%	1,29%	-0,22
Desviación estándar	2,79%	3,12%	2,31%	-0,81
Mínimo	0%	0%	0,12%	0,12
Máximo	28,93%	28,93%	20,17%	-8,76

7.2.2.9.1. Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por desadaptados alcanza en promedio 2,39% por ciclo productivo (Tabla 47). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por desadaptados alcanzó en promedio un 2,7%, mientras que en el último periodo la mortalidad por desadaptados promedio alcanzo el 2,09% (Gráfico 116) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,61 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por desadaptados en el último periodo (Tabla 47). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por desadaptados similares en ambos periodos, sin embargo, durante el penúltimo periodo existió un evento de alta mortalidad inusual (Gráfico 117).

Gráfico 116. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón del Atlántico

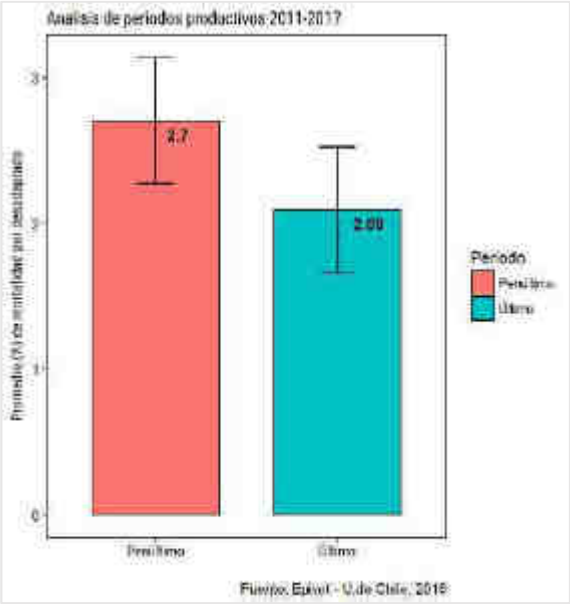


Gráfico 117. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón del Atlántico

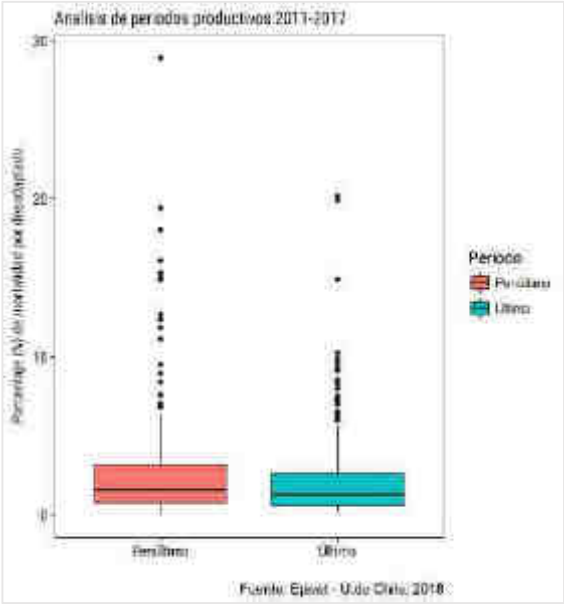


Tabla 47. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,39%	2,7%	2,09%	-0,61
Mediana	1,42%	1,56%	1,25%	-0,31
Desviación estándar	3,04%	3,44%	2,58%	-0,86
Mínimo	0%	0%	0,12%	0,12
Máximo	28,93%	28,93%	20,17%	-8,76

7.2.2.9.2. Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por desadaptados alcanza en promedio 2,42% por ciclo productivo (Tabla 48). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por desadaptados alcanzo en promedio un 2,77%, mientras que en el último periodo la mortalidad por desadaptados promedio alcanzó el 1,85% (Gráfico 118) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,92 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por desadaptados en el último periodo (Tabla 48). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por desadaptados en ambos periodos, sin embargo, el penúltimo periodo exhibe mayor número de eventos de superior magnitud (Gráfico 119).

Gráfico 118. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos trucha arcoíris

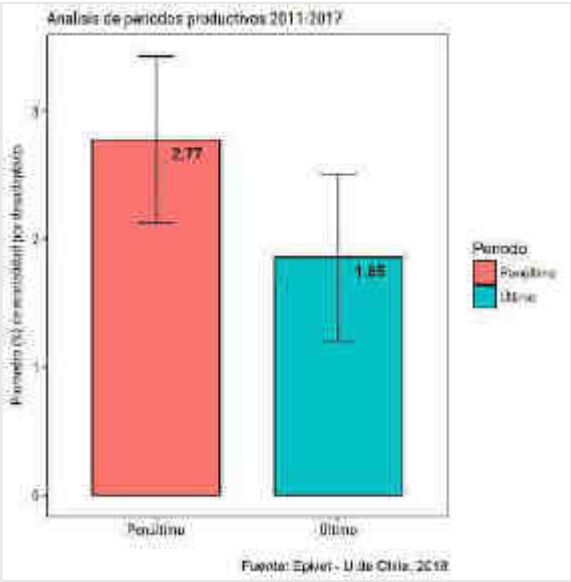


Gráfico 119. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos trucha arcoíris

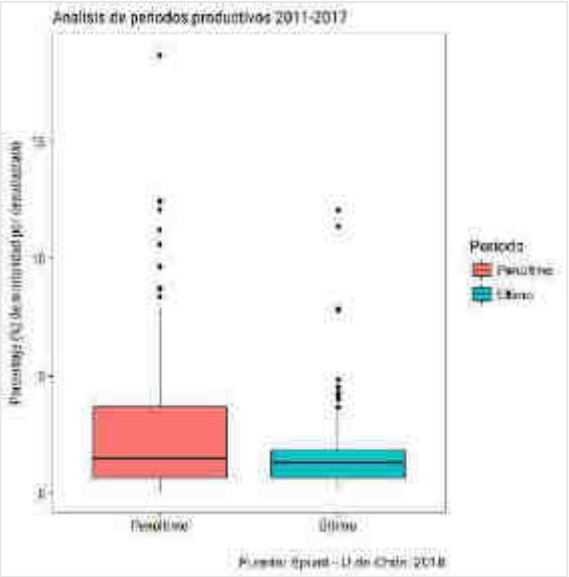


Tabla 48. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,42%	2,77%	1,85%	-0,92
Mediana	1,41%	1,49%	1,29%	-0,2
Desviación estándar	2,87%	3,2%	2,13%	-1,07
Mínimo	0,8%	0,8%	0,15%	-0,65
Máximo	18,68%	18,68%	12,08%	-6,6

7.2.2.9.3. Salmon coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por desadaptados alcanza en promedio 2,02% por ciclo productivo (Tabla 49). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por desadaptados alcanzó en promedio un 2,18%, mientras que en el último periodo la mortalidad por desadaptados promedio alcanzó el 1,82% (Gráfico 120) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,36 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por desadaptados en el último periodo (Tabla 49). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores de mortalidad moderada a alta por desadaptados en ambos periodos, sin embargo, el penúltimo periodo exhibe mayor número de eventos de superior magnitud (Gráfico 121).

Gráfico 120. Barplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón coho

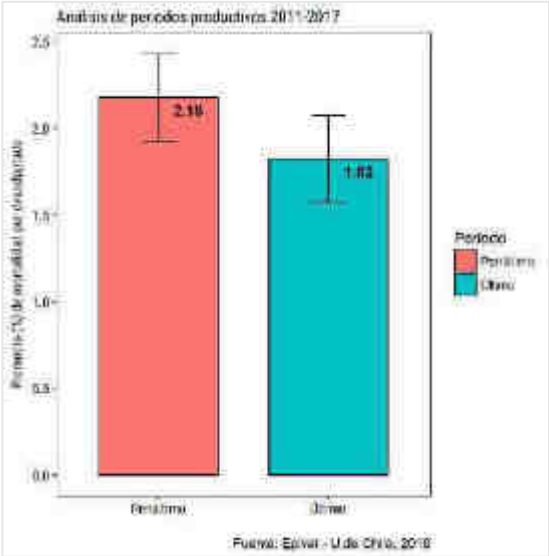


Gráfico 121. Boxplot de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos salmón coho

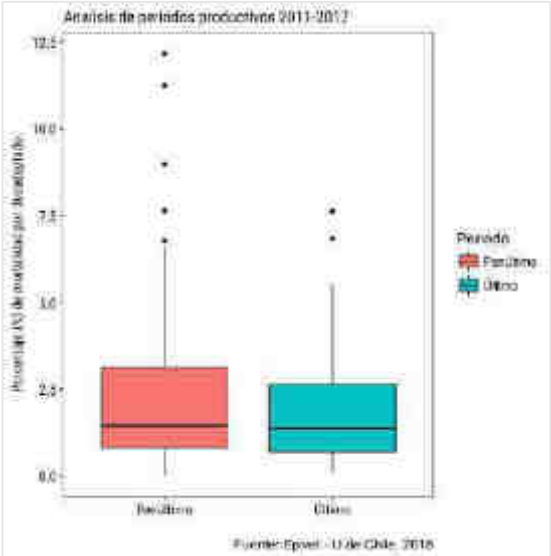


Tabla 49. Análisis estadísticos de mortalidad por desadaptados en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,02%	2,18%	1,82%	-0,36
Mediana	1,43%	1,46%	1,38%	-0,08
Desviación estándar	1,84%	2,08%	1,49%	-0,59
Mínimo	0%	0%	0,12%	0,12
Máximo	12,17%	12,17%	7,63%	-4,54

7.2.2.10. Análisis de mortalidad por deformes

A nivel general la mortalidad por deformes en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 0,38% por ciclo productivo (Tabla 50). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por deformes alcanzo en promedio un 0,43%, mientras que en el último periodo la mortalidad por deformes promedio alcanzo el 0,33% (Gráfico 122), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,1 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por deformes en el último periodo (Tabla 50). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores similares de mortalidad por deformes en ambos periodos, sin embargo, durante el penúltimo periodo existió un evento de alta mortalidad inusual (Gráfico 123).

Gráfico 122. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos

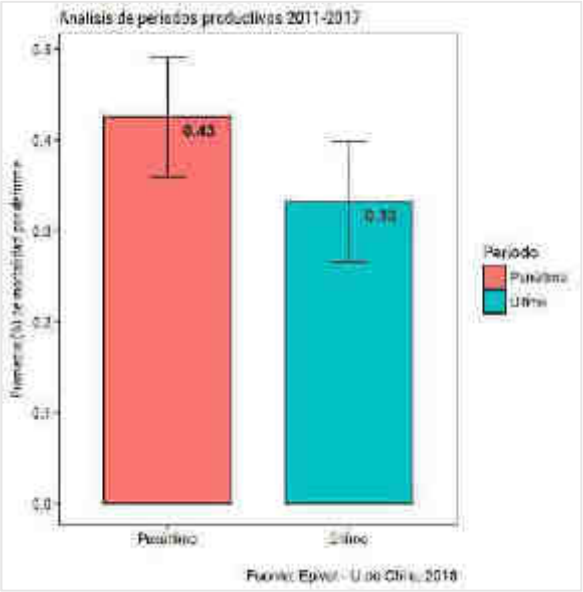


Gráfico 123. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos

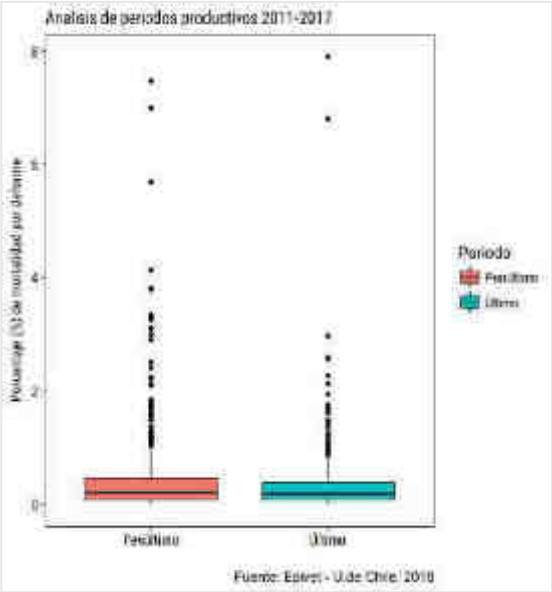


Tabla 50. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,38%	0,43%	0,33%	-0,1
Mediana	0,19%	0,2%	0,18%	-0,02
Desviación estándar	0,68%	0,75%	0,6%	-0,15
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	7,9%	7,47%	7,9%	0,43

7.2.2.10.1 Salmon del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por deformes alcanza en promedio 0,31% por ciclo productivo (Tabla 51). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por deformes alcanzó en promedio un 0,31%, mientras que en el último periodo la mortalidad por deformes promedio alcanzó el 0,31% (Gráfico 124) al comparar los dos últimos periodos productivos no se evidencia diferencia porcentual del promedio de mortalidad por deformes (Tabla 51). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves de mortalidad por deformes de magnitud similar en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existió una leve alza en los eventos de mortalidad (Gráfico 125).

Gráfico 124. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón del Atlántico

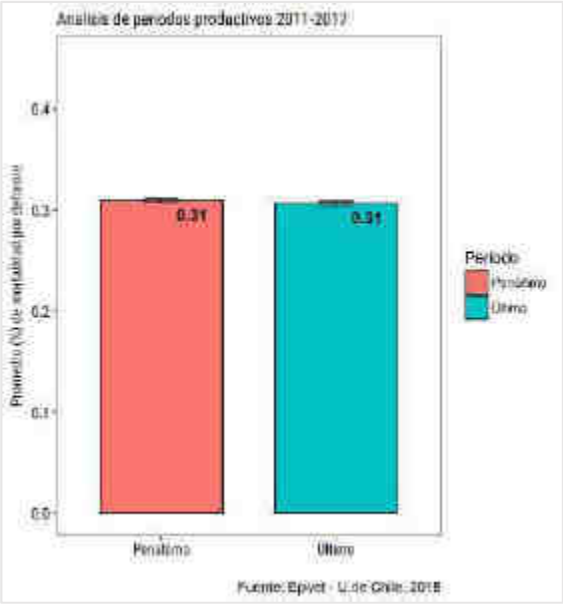


Gráfico 125. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón del Atlántico

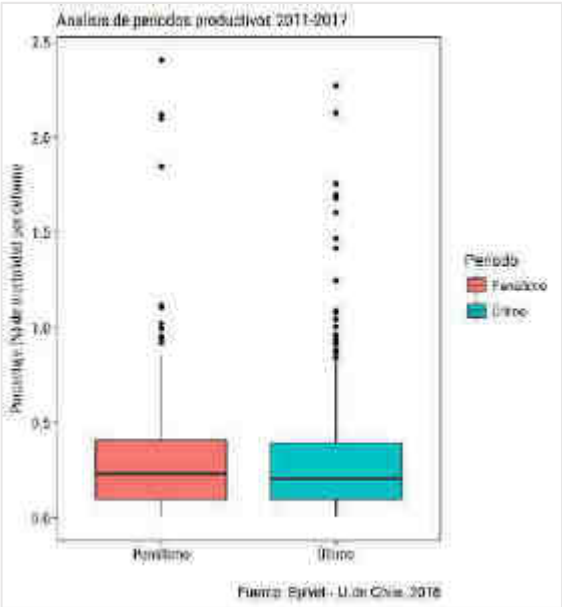


Tabla 51. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,31%	0,31%	0,31%	0
Mediana	0,21%	0,23%	0,2%	-0,03
Desviación estándar	0,33%	0,32%	0,34%	0,02
Mínimo	0%	0%	0,01%	-0,01
Máximo	2,41%	2,41%	2,27%	-0,14

7.2.2.10.2 Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por deformes alcanza en promedio 0,39% por ciclo productivo (Tabla 52). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por deformes alcanzó en promedio un 0,49%, mientras que en el último periodo la mortalidad por deformes promedio alcanzó el 0,24% (Gráfico 126) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,25 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por deformes en el último periodo (Tabla 52). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves a moderados de mortalidad por deformes en el penúltimo periodo (Gráfico 127).

Gráfico 126. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos trucha arcoíris

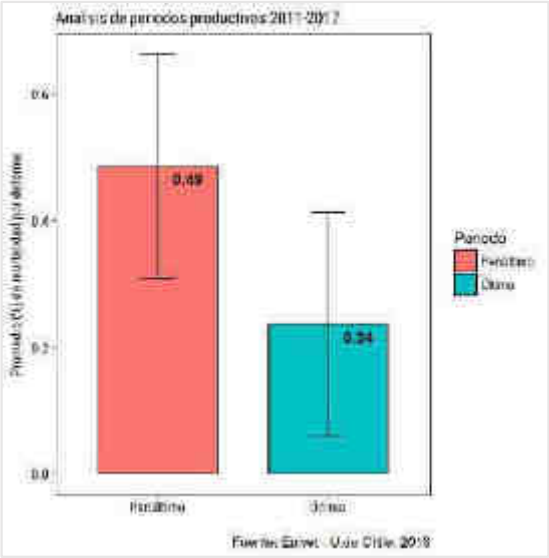


Gráfico 127. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos trucha arcoíris

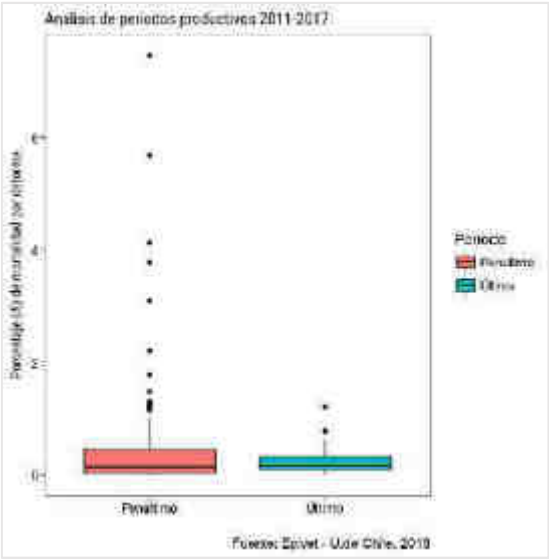


Tabla 52. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,39%	0,49%	0,24%	-0,25
Mediana	0,15%	0,14%	0,17%	-0,03
Desviación estándar	0,85%	1,05%	0,22%	0,08
Mínimo	0%	0%	0,01%	0,01
Máximo	7,47%	7,47%	1,22%	-6,25

7.2.2.10.3 Salmón coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por deformes alcanza en promedio 0,57% por ciclo productivo (Tabla 53). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por deformes alcanzo en promedio un 0,64%, mientras que en el último periodo la mortalidad por deformes promedio alcanzo el 0,48% (Gráfico 128) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia una disminución de 0,16 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por deformes en el último periodo (Tabla 53). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves de mortalidad por deformes de magnitud similar en ambos periodos, sin embargo, el último periodo exhibió una leve alza en la magnitud de los eventos de mortalidad (Gráfico 129).

Gráfico 128. Barplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón coho

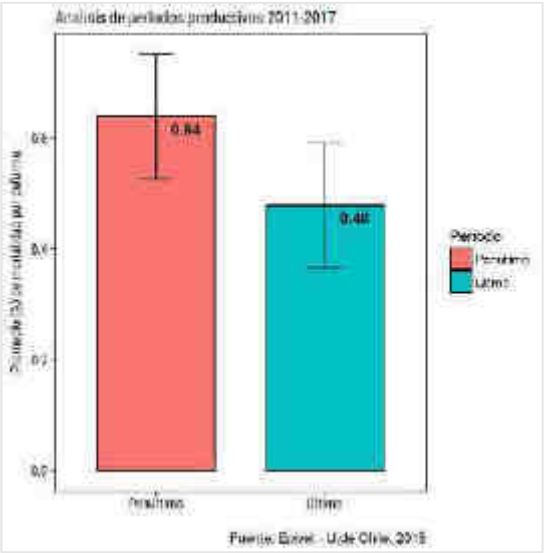


Gráfico 129. Boxplot de mortalidad por deformes en ciclos productivos salmón coho

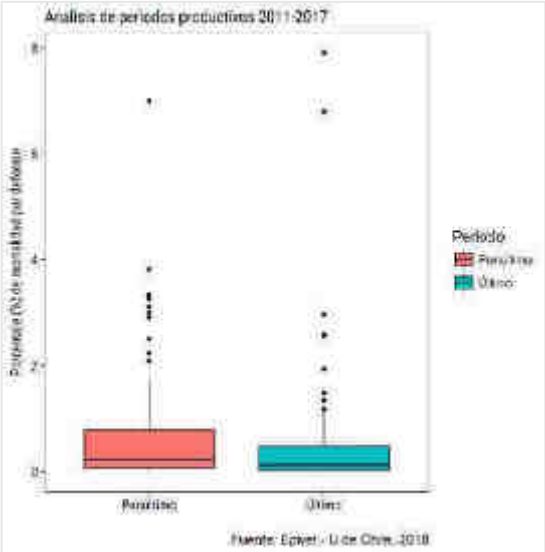


Tabla 53. Análisis estadísticos de mortalidad por deformes en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,57%	0,64%	0,48 %	-0,16
Mediana	0,17%	0,22%	0,12%	-0,1
Desviación estándar	1,07%	1,01%	1,13%	0,12
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	7,9%	6,98%	7,9%	0,92

7.2.2.11. Análisis mortalidad por maduros

A nivel general la mortalidad por maduros en los ciclos productivos de las tres especies salmónidas cultivadas en Chile alcanza en promedio 0,25% por ciclo productivo (Tabla 54). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por maduros alcanzo en promedio un 0,22%, mientras que en el último periodo la mortalidad por maduros promedio alcanzo el 0,28% (Gráfico 130), al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un aumento de 0,06 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por maduros en el último periodo (Tabla 54). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con valores similares de mortalidad por maduros en ambos periodos, sin embargo, el último periodo exhibió eventos de mortalidades levemente superiores (Gráfico 131).

Gráfico 130. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos

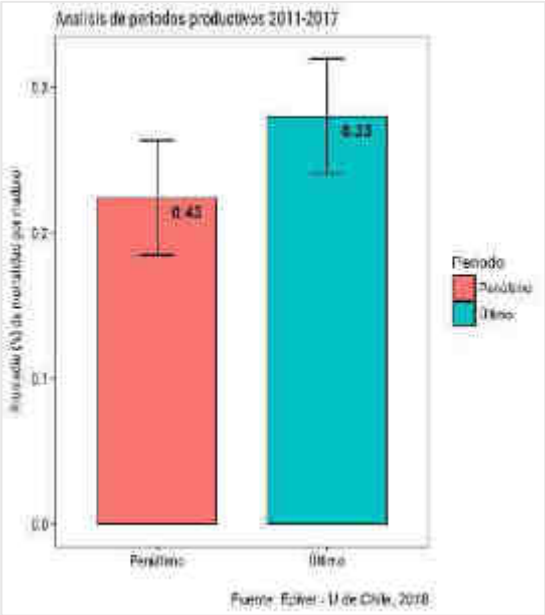


Gráfico 131. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos

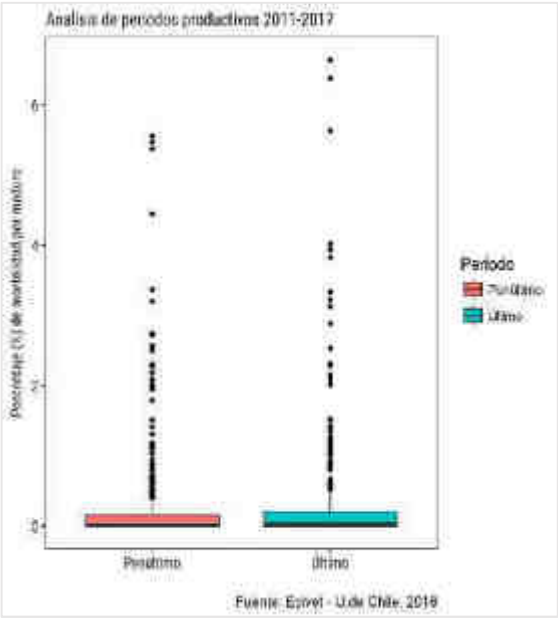


Tabla 54. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros a nivel de ciclos productivos

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,25%	0,22%	0,28%	0,06
Mediana	0,03%	0,02%	0,03%	0,01
Desviación estándar	0,68%	0,63%	0,73%	0,1
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	6,64%	5,56%	6,64%	1,08

7.2.2.11.1 Salmón del Atlántico

En los ciclos de salmón del Atlántico la mortalidad por maduros alcanza en promedio 0,34% por ciclo productivo (Tabla 55). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por maduros alcanzo en promedio un 0,33%, mientras que en el último periodo la mortalidad por maduros promedio alcanzo el 0,35% (Gráfico 132) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un aumento de 0,02 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por maduros (Tabla 55). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves de mortalidad por maduros de magnitud similar en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existió una leve alza en los eventos de mortalidad (Gráfico 133).

Gráfico 132. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón del Atlántico

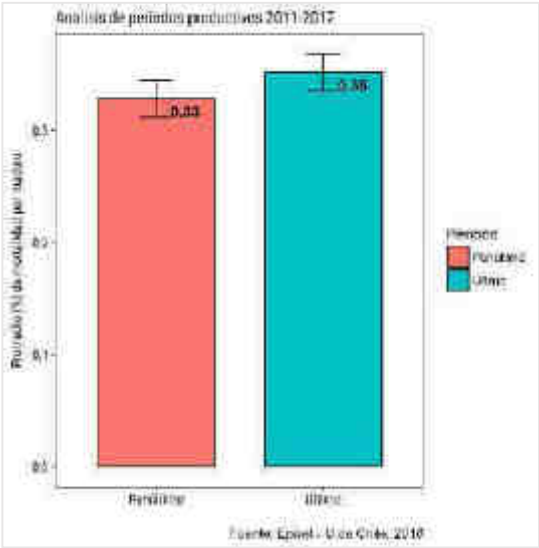


Gráfico 133. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón del Atlántico

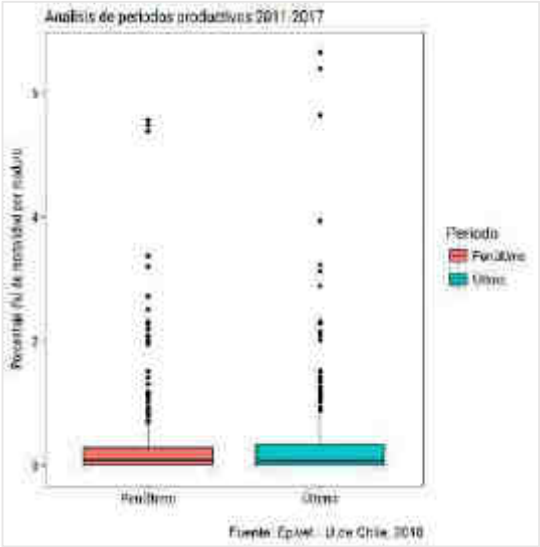


Tabla 55. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de salmón del Atlántico

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,34%	0,33%	0,35%	0,02
Mediana	0,08%	0,09%	0,07%	-0,02
Desviación estándar	0,78%	0,74%	0,81%	0,07
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	6,64%	5,56%	6,64%	1,08

7.2.2.11.2 Trucha arcoíris

En los ciclos de trucha arcoíris la mortalidad por maduros alcanza en promedio 0,13% por ciclo productivo (Tabla 56). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por maduros alcanzo en promedio un 0,14%, mientras que en el último periodo la mortalidad por maduros promedio alcanzo el 0,1% (Gráfico 134) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un aumento de 0,04 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por maduros (Tabla 56). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves de mortalidad por maduros en el penúltimo periodo (Gráfico 135).

Gráfico 134. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos trucha arcoíris

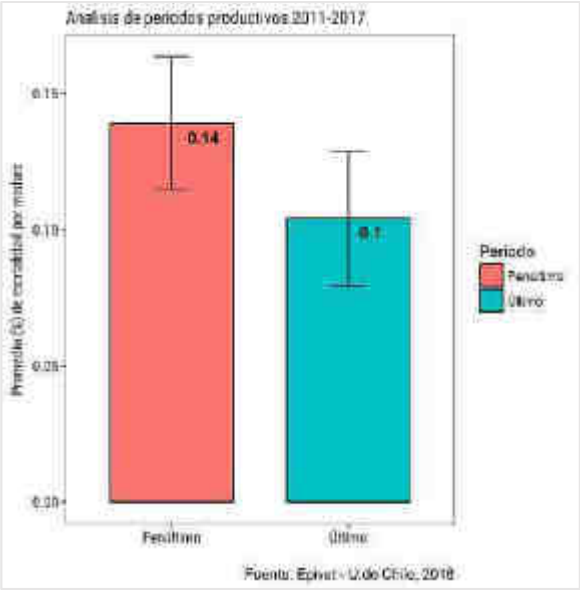


Gráfico 135. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos trucha arcoíris

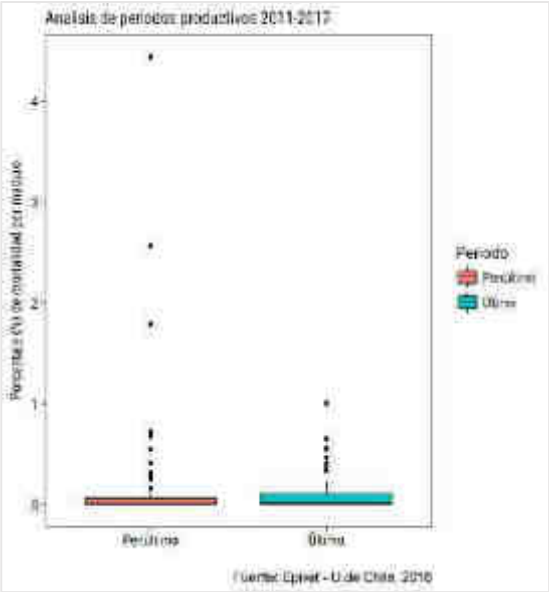


Tabla 56. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de trucha arcoíris

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,13%	0,14%	0,1%	0,04
Mediana	0%	0%	0,01%	0,01
Desviación estándar	0,41%	0,51%	0,19%	-0,32
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	4,44%	4,44%	1%	-3,44

7.2.2.11.3 Salmón coho

En los ciclos de salmón coho la mortalidad por maduros alcanza en promedio 0,12% por ciclo productivo (Tabla 57). En el penúltimo periodo productivo la mortalidad por maduros alcanzo en promedio un 0,06%, mientras que en el último periodo la mortalidad por maduros promedio alcanzó el 0,2% (Gráfico 136) al comparar los dos últimos periodos productivos se evidencia un aumento de 0,14 puntos porcentuales del promedio de mortalidad por maduros (Tabla 57). Es posible evidenciar un número de ciclos productivos con eventos leves de mortalidad por maduros de magnitud similar en ambos periodos, sin embargo, durante el último periodo existió un alza en los eventos de mortalidad (Gráfico 137).

Gráfico 136. Barplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón coho

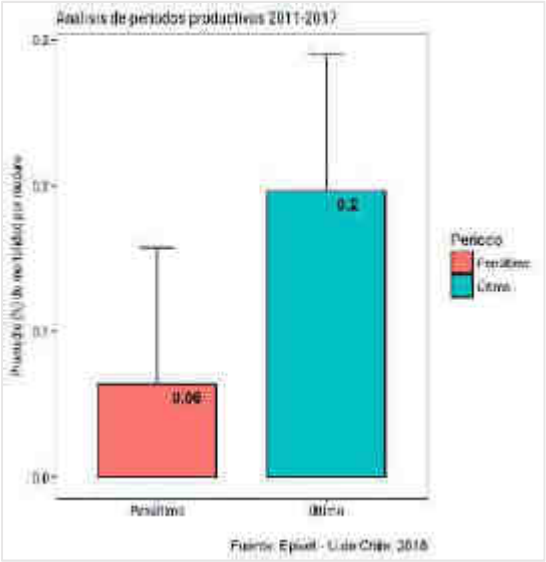


Gráfico 137. Boxplot de mortalidad por maduros en ciclos productivos salmón coho

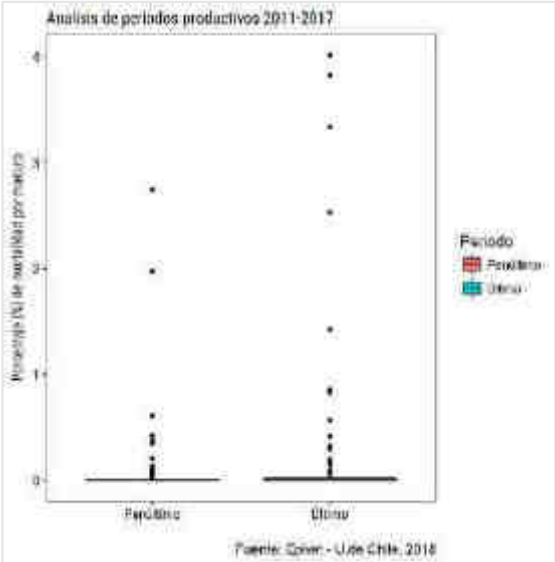


Tabla 57. Análisis estadísticos de mortalidad por maduros en ciclos productivos de salmón coho

	General	Penúltimo Periodo cerrado	Último Periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,12%	0,06 %	0,2%	0,14
Mediana	0%	0%	0%	0
Desviación estándar	0,52%	0,31%	0,69%	0,38
Mínimo	0%	0%	0%	0
Máximo	4,02%	2,74%	4,02%	1,28

7.2.3. Análisis de tendencias de mortalidades a nivel territorial por ACS

El análisis de tendencias de las agrupaciones de concesiones de salmónidos (ACS) considera trabajar la unidad temporal de periodo productivo, unidad temporal común de las todas las ACS del sistema, que tal como se describió en las definiciones previas, el periodo productivo está dado por el descanso sanitario coordinado de cada ACS. Se considerarán todos los ciclos productivos que operaron dentro cada periodo productivo cerrado.

El estudio tomará los últimos dos periodos productivos cerrados de cada ACS, lo que considera una temporalidad aproximada de 4 años de producción. El análisis considerará como periodo productivo cerrado, aquellos periodos de las ACS que a diciembre 2017 o anterior a esta fecha, se encuentren en descanso sanitario coordinado. Esto se traduce en que la consideración de la data se desarrolla entre los años 2011 y 2017. Las fechas específicas de los periodos productivos de cada ACS pueden ser revisadas en el *Anexo N°2: Fechas periodos productivo último y penúltimo cerrado por* ACS.

A continuación, se mostrarán los resultados de los indicadores de mortalidad total del periodo productivo y su variación, de manera de poder establecer un ranking de aquellas ACS que tengan una performance negativa por sobre la mediana y que su variación en puntos porcentuales tienda al alza. Luego, el análisis de realizará por especie, causa y etapa productiva (T1, T2 y T3).

Finalmente se concluirá sobre cuáles son las áreas que presentan tendencia a situarse en los intervalos superiores al promedio y las áreas que se encuentran en el intervalo inferior al promedio de mortalidad.

7.2.3.1. Mortalidad total periodo productivo

El indicador de mortalidad total por periodo productivo por ACS permite obtener una comparación entre el número de peces muertos (independientemente de la causa) respecto del número de peces sembrados en el mismo periodo productivo para una ACS. El análisis de mortalidad total de los dos últimos periodos productivos cerrados identificó dos grupos de ACS, el primer grupo que presenta variación de puntos porcentuales negativa, es decir, que ha disminuido la mortalidad respecto al periodo productivo anterior, éstas representan el 64% de las ACS que tienen información de mortalidad en ambos periodos productivos, este porcentaje se traduce en 34 agrupaciones. En tanto, el segundo grupo identificado presenta variación de puntos porcentuales positiva, es decir, su mortalidad ha aumentado respecto al periodo productivo anterior, representando el 36% de las ACS (19 agrupaciones).

El análisis estadístico de la mortalidad total por periodo productivo muestra que promedio de mortalidad total del último periodo cerrado es 14,38%, en tanto en el periodo anterior fue 14,27% como se muestra en la Tabla 58. Estos periodos productivos analizados, a nivel temporal abarca los años 2013-2017 para último periodo cerrado, en tanto para el penúltimo periodo cerrado abarca los años 2011-2015. Este análisis estadístico promedio debe ser leído como una unidad de referencia comparativa, ya que cada periodo productivo es independiente a nivel temporal, por consiguiente el valor a considerar es el de cada ACS y la variación individual entre sus periodos productivos, ya que esta unidad territorial agrupa a centros de cultivo que tienen las mismas restricciones temporales de producción en función de los

descansos sanitarios coordinados, además de compartir un área común definida por los límites de la agrupación de concesiones de salmónidos.

La tendencia de mortalidad total de cada ACS se ha mantenido en un rango constante entorno al 14% de mortalidad, con un leve aumento de 0,11pp que puede ser explicado en parte por la floración algal de 2016 que generó un aumento sustancial de la mortalidad. En los capítulos siguientes se profundizará el análisis de mortalidad ambiental y secundaria.

Tabla 58. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	14,27%	14,38%	0,11
Mediana	13,71%	12,36%	-1,35
Desviación Estándar	4,98%	8,75%	3,77
Mínimo	3,26%	3,92%	0,66
Máximo	26,23%	53,28%	27,05

El siguiente gráfico muestra en orden decreciente de variación los puntos porcentuales de mortalidad por ACS. Se aprecia una tendencia a la baja de la mortalidad total. La línea roja de variación del gráfico indica aquellos con variación positiva, en tanto la línea azul indica el cambio a negativo del eje de variación de mortalidad.

Gráfico 138. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados

En la Tabla 59 se muestra la mortalidad total por ACS para ambos periodos analizados junto con su variación en puntos porcentuales. Se destacan tres agrupaciones de concesiones que han tenido una variación positiva sustancial (sobre 20 puntos porcentuales) respecto a su periodo productivo anterior, siendo éstas: ACS 2 ubicada en el Seno de Reloncaví con una variación de 41,89pp, ACS 22C ubicada en cercanías del Canal Darwin con 35,14pp y la ACS 7 ubicada en el sector Canal Dalcahue con 27,62pp, lo que se traduce en un incremento de tres veces respecto al periodo productivo anterior.

Un segundo grupo que se destaca son tres agrupaciones que duplicaron su mortalidad, siendo las siguientes ACS 9A ubicada en Canal Dalcahue con 11,73pp, ACS 27 ubicada en Fiordo Quitralco 11,31pp y la ACS 3A ubicada en el Seno de Reloncaví 9,46pp. En relación con lo anterior, cabe destacar la condición de colindantes de las agrupaciones con mayores porcentajes de mortalidad; la ACS 2 y 3A son vecinas y ambas se encuentran ubicadas en el seno de Reloncaví, punto neurálgico de la logística

regional, donde se concentran más de doce puntos de embarque y desembarque en un buffer de 50 kilómetros (medidos desde el punto centroide de la ACS 2).

Por otro lado, se destaca un tercer grupo de agrupaciones que han disminuido su mortalidad, siendo éstas: ACS 28A ubicada a la salida del Fiordo Aysén con -16,25 pp, ACS 18E ubicada en la porción norte del Canal de Moraleda con -13,15 pp y ACS 22D ubicada al sur poniente de la región de Aysén en cercanías del Canal Darwin con -12,97 pp.

En la Tabla 59, se puede apreciar en la columna *Variación (PP)* cada registro está destacado en un color que va desde el color verde al rojo. Este rango va desde el verde, que identifica a la variación en puntos porcentuales más negativa, hasta llegar a las variaciones en puntos porcentuales más positivas, que se registran en color rojo.

Tabla 59. Variación mortalidad total periodo productivo ACS

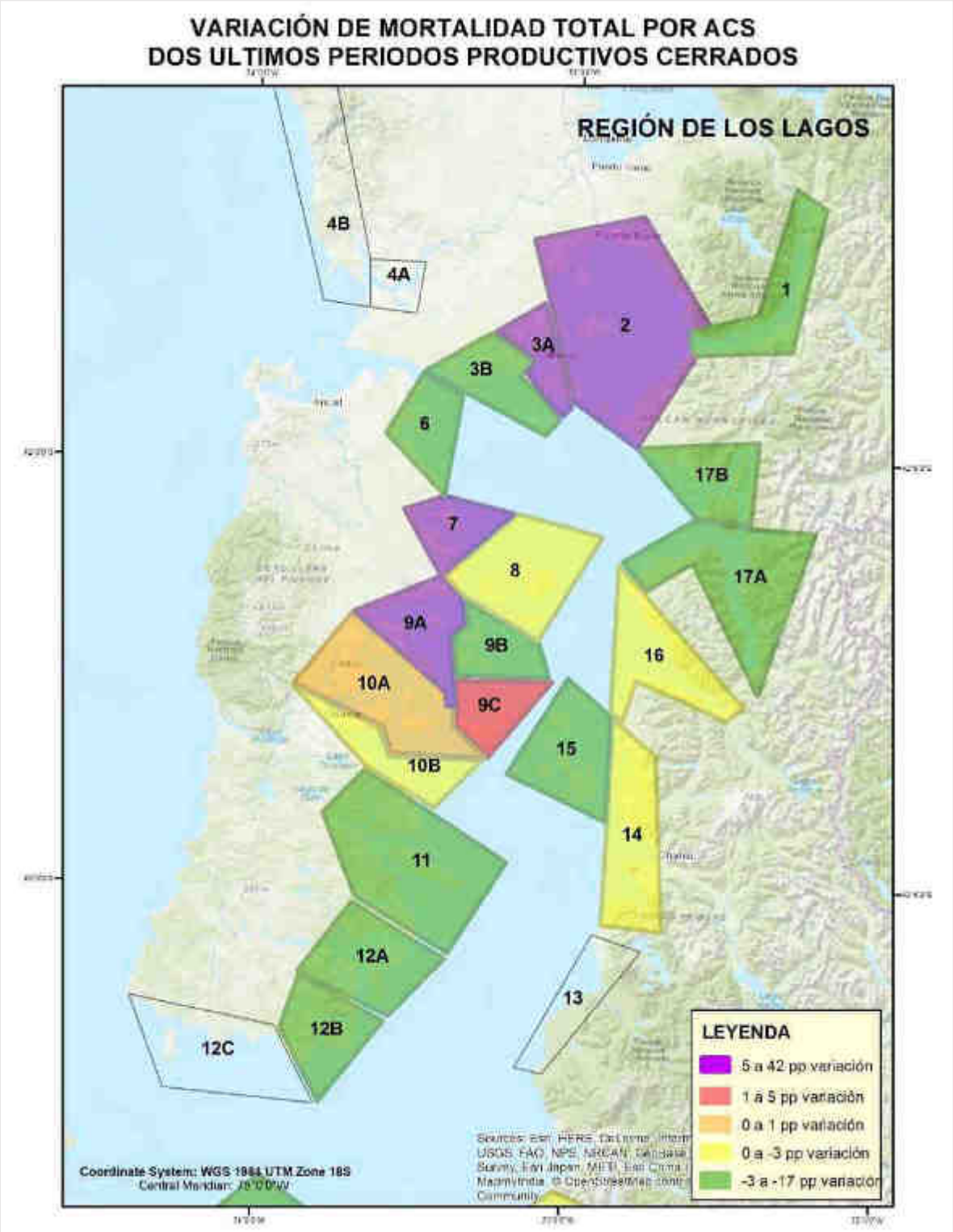
% de mortalidad total			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	14,42%	9,54%	-4,88
2	11,39%	53,28%	41,89
3A	7,42%	16,88%	9,46
3B	21,84%	11,18%	-10,66
6	14,11%	3,92%	-10,19
7	11,35%	38,97%	27,62
8	18,83%	16,52%	-2,31
9A	11,67%	23,40%	11,73
9B	20,92%	15,29%	-5,63
9C	9,17%	13,09%	3,91
10A	12,57%	13,52%	0,95
10B	13,76%	10,86%	-2,90
11	15,48%	9,91%	-5,57
12A	15,66%	9,55%	-6,11
12B	15,97%	11,35%	-4,63
14	7,98%	7,38%	-0,60
15	16,30%	8,34%	-7,97
16	10,06%	8,78%	-1,27
17A	14,88%	11,52%	-3,36
17B	16,06%	11,38%	-4,69
18A	19,89%	14,88%	-5,02
18B	14,60%	9,78%	-4,82
18C	10,98%	15,16%	4,18
18D	13,03%	13,35%	0,31
18E	17,26%	4,12%	-13,15
19A	15,40%	20,63%	5,23
19B	7,25%	13,30%	6,05
20	7,93%	14,72%	6,79
21A	13,44%	8,35%	-5,09
21B	18,05%	20,00%	1,95
21C	10,79%	18,16%	7,36
21D	N/A	12,36%	N/A
22A	23,41%	20,75%	-2,66
22B	16,37%	15,49%	-0,89
22C	12,73%	47,87%	35,14
22D	25,39%	12,42%	-12,97

% de mortalidad total			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23A	19,48%	10,42%	-9,06
23B	22,69%	20,69%	-2,00
23C	14,61%	12,11%	-2,50
24	24,25%	12,66%	-11,59
25A	N/A	14,49%	N/A
25B	N/A	7,79%	N/A
26A	7,94%	8,30%	0,36
26B	10,78%	11,34%	0,56
27	12,29%	23,60%	11,31
28A	26,23%	9,98%	-16,25
28B	13,65%	12,34%	-1,31
28C	N/A	11,32%	N/A
29	N/A	4,07%	N/A
30A	12,32%	8,01%	-4,31
30B	13,65%	13,61%	-0,04
31A	17,23%	12,41%	-4,82
31B	11,43%	19,91%	8,48
32	10,04%	9,62%	-0,42
33	15,07%	20,44%	5,37
34	11,85%	10,07%	-1,78
35	10,56%	9,82%	-0,74
44	3,26%	N/A	N/A
45	6,68%	4,13%	-2,54
49A	N/A	11,25%	N/A
54A	N/A	19,07%	N/A
55	N/A	13,21%	N/A
56	N/A	20,71%	N/A
57	N/A	8,29%	N/A

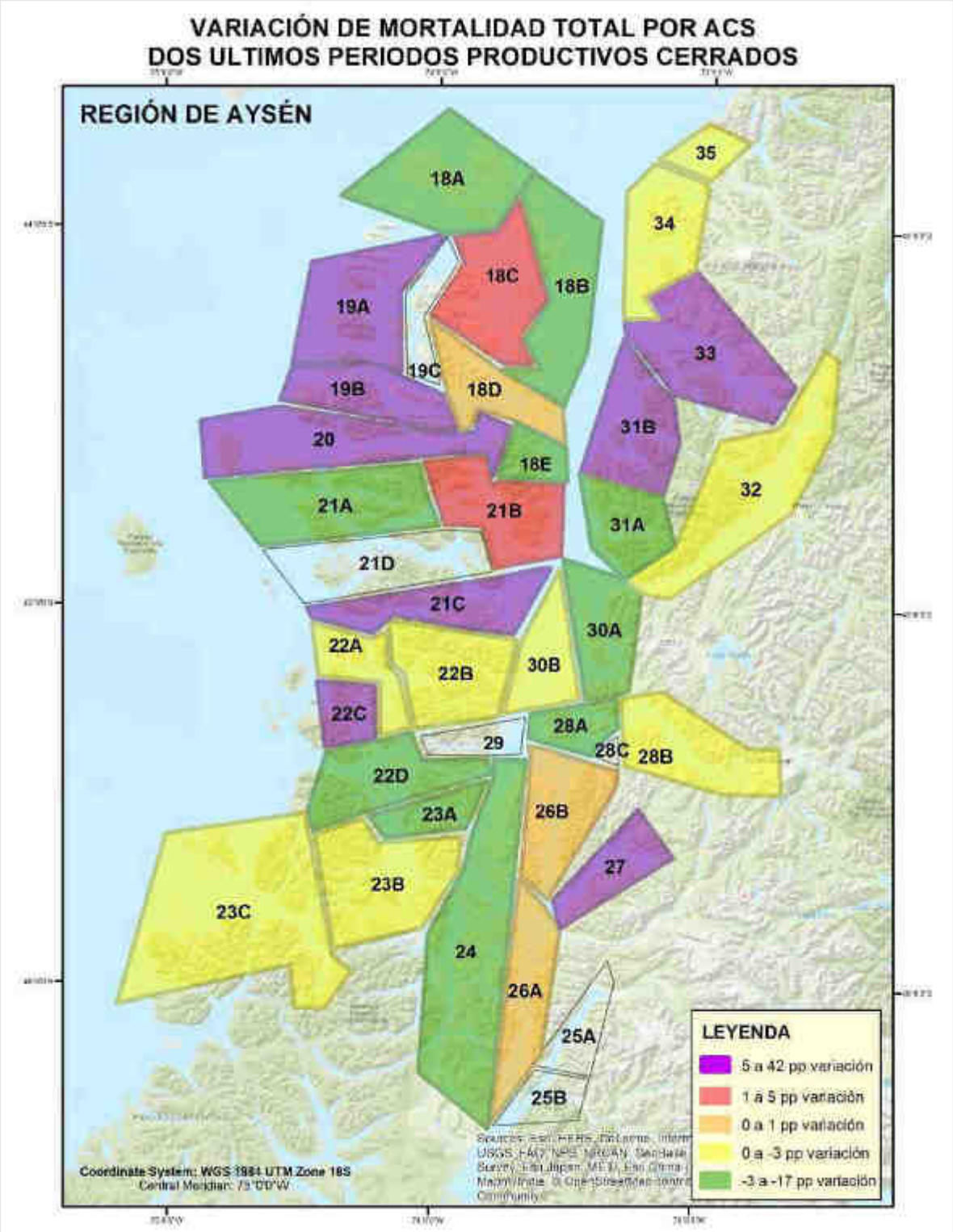
Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad total en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad.

En el Mapa 3 se puede ver que en la zona de Chiloé Continental los resultados de variación de mortalidad total muestran variaciones negativas de mortalidad total en la mayor parte de sus ACS; lo mismo ocurre en la porción sur de la Isla de Chiloé en el sector de Quellón y Queilen. Desde Chiloé Central y hasta el Seno de Reloncaví se presentan resultados de variación más heterogéneos, donde se empiezan a teñir de tonos naranjo, rojo y morado, estos colores muestran que estos sectores tuvieron variaciones positivas de mortalidad del último periodo productivo respecto del penúltimo periodo productivo. En este caso los resultados de mortalidad se ven bastante influidos por el episodio de FAN ocurrido a inicios del año 2016, que afectó en mayor medida a las ACS presentes en el Seno de Reloncaví y Canal Dalcahue en Chiloé Central. En la Región de Aysén (Mapa 4) se puede ver mayor presencia de ACS con resultados positivos de variación, aquí llama la atención la vecindad de ACS con resultados muy negativos y otras con resultados muy positivos, como es el caso de las ACS 21A y 20, las ACS 31 y las ACS 18. La región de Magallanes (Mapa 5) por su parte, muestra resultados positivos con variaciones de mortalidad dentro del rango 0 y -3 pp de variación.

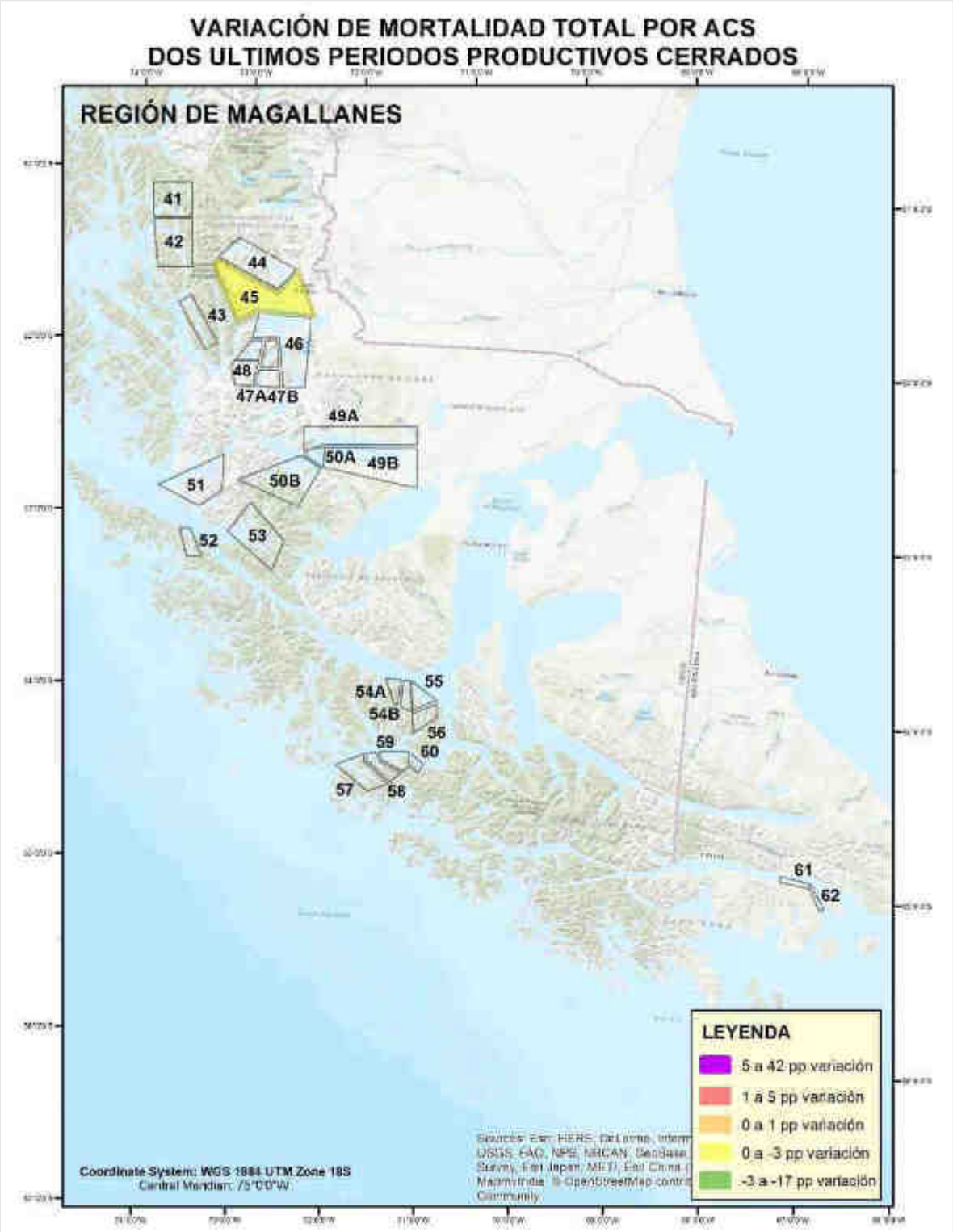
Mapa 3. Mortalidad total por ACS - X Región



Mapa 4. Mortalidad total por ACS - XI Región



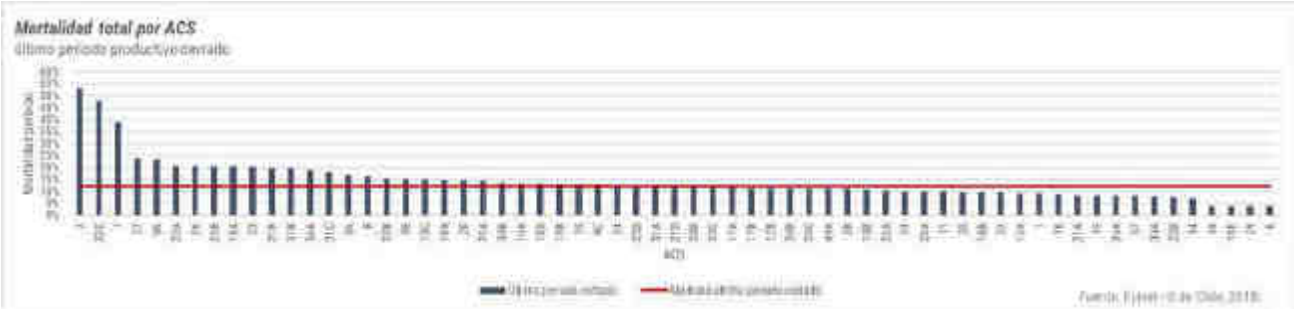
Mapa 5. Mortalidad total por ACS - XII Región



7.2.3.2 Mortalidad total último periodo productivo

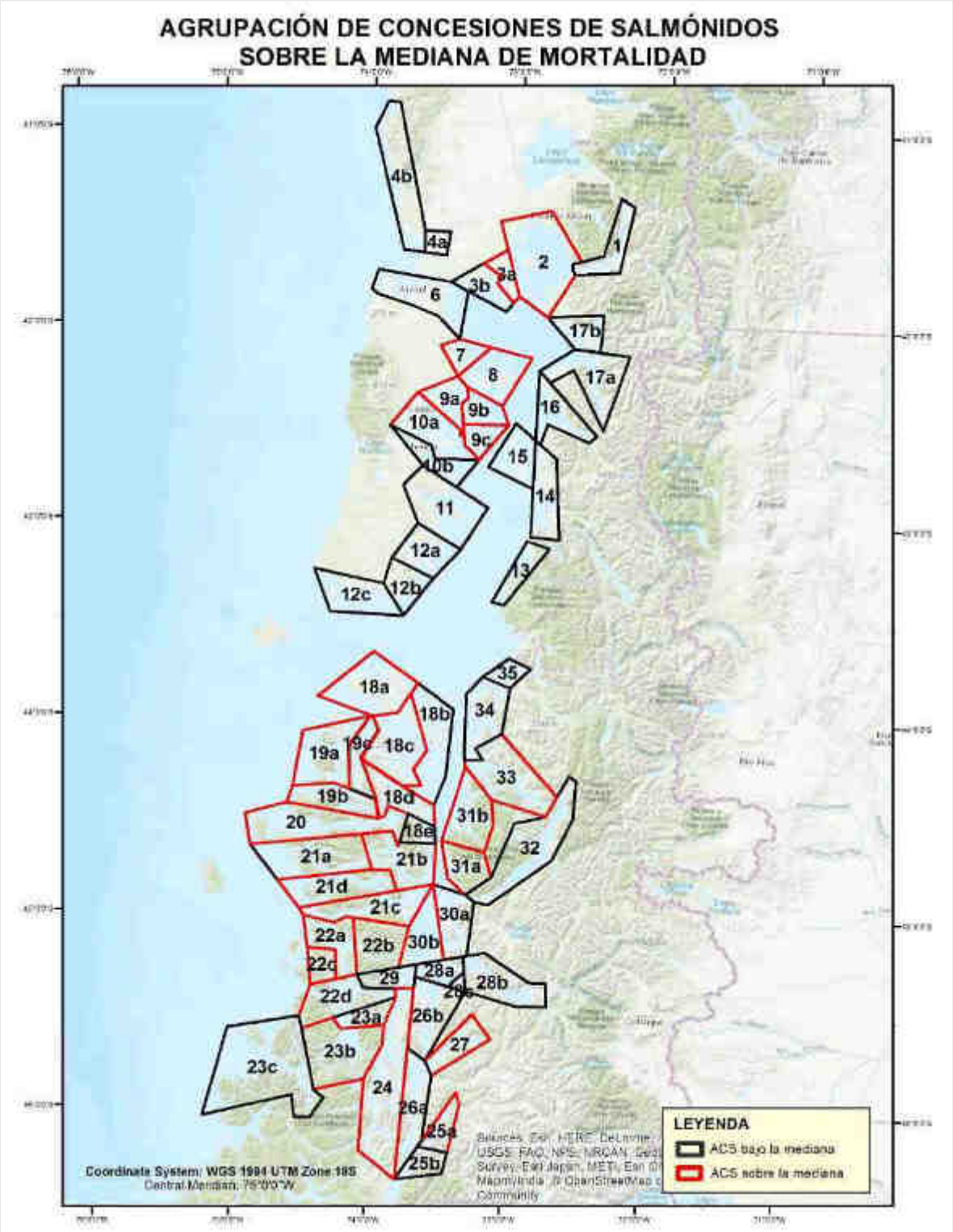
Al analizar el último periodo productivo, es posible identificar aquellas agrupaciones de concesiones que tienen una mortalidad sobre la mediana, 12,36%, como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 139. Mortalidad total último periodo productivo cerrado por ACS

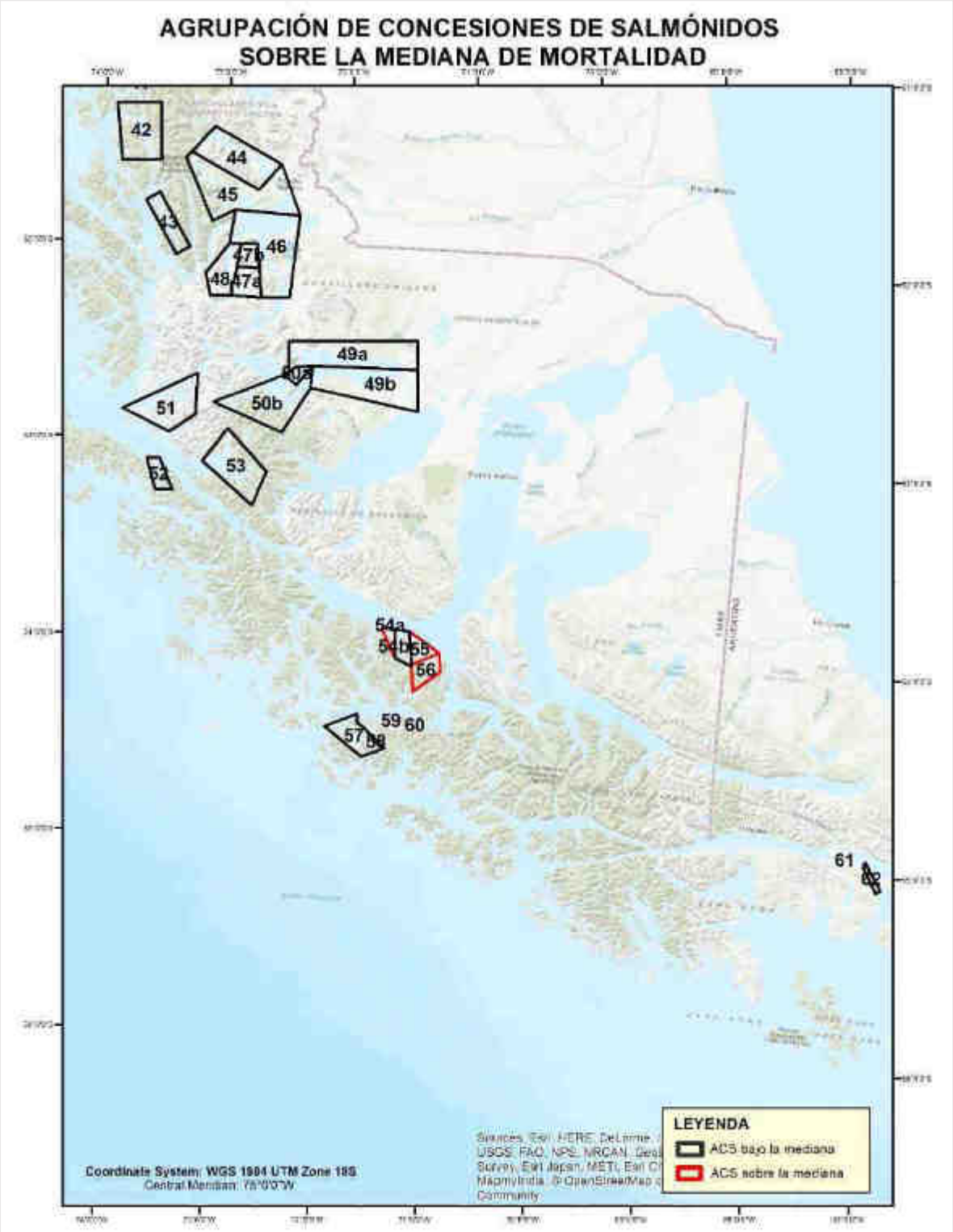


A nivel territorial, las agrupaciones que presentan mortalidad por sobre la mediana se concentran en la XI Región de Aysén con el 66% de las agrupaciones que se ubican sobre el 12,36% de mortalidad total, como se muestra en los siguientes mapas. Adicionalmente se identifica el máximo a nivel regional que su ubican muy por sobre el promedio, la ACS 2 ubicada en el Seno de Reloncaví de la X Región con 53,28% de mortalidad total, seguido por la ACS 22C ubicada en cercanías del Canal Darwin de la XI Región 35,14% de mortalidad total.

Mapa 6. Mapa ACS sobre mediana mortalidad total último periodo productivo cerrado – X y XI Región



Mapa 7. Mapa ACS sobre mediana mortalidad total último periodo productivo cerrado – XII Región

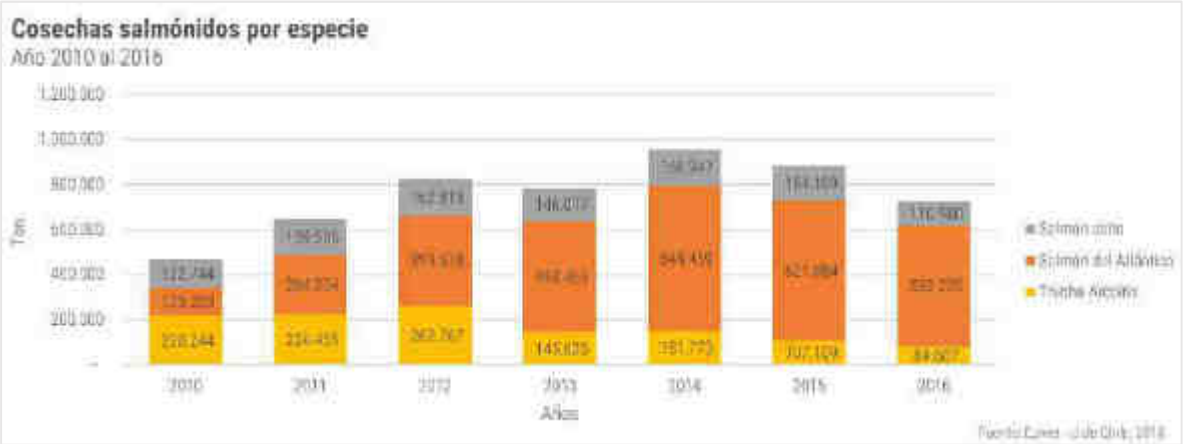


7.2.3.3. Mortalidad total por especie por periodo productivo

El indicador de mortalidad total por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie obtiene una comparación entre el número de peces muertos (independientemente de la causa) por especie, respecto del número de peces sembrados totales de la misma especie para un periodo productivo de la ACS. Este indicador permite determinar mortalidad por especie respecto a la población de la misma especie.

Dentro del análisis de mortalidad por especie es importante destacar el cambio en la distribución de producción de las especies en los últimos 7 años. Al año 2010 la distribución del modelo productivo era dominada por la producción de trucha arcoíris con 47%, en segundo lugar, el salmón del atlántico y salmón coho ambos en torno al 26%. Al año 2016 en la distribución predomina el salmón del atlántico con 73%, luego el salmón coho con 15% y la trucha arcoíris con 13%. El Gráfico 140 muestra la migración a la nueva distribución productiva.

Gráfico 140. Cosecha salmónidos por especie 2010 al 2016 – Anuario Estadístico Sernapesca



Esta nueva distribución productiva conlleva la concentración de la producción en una especie de mayor riesgo, como es el salmón atlántico, siendo susceptible a enfermedades tales como ISAv, SRS y BKD, entre otras. Para ahondar en esta temática, a continuación, se describe en detalle la mortalidad total por especie.

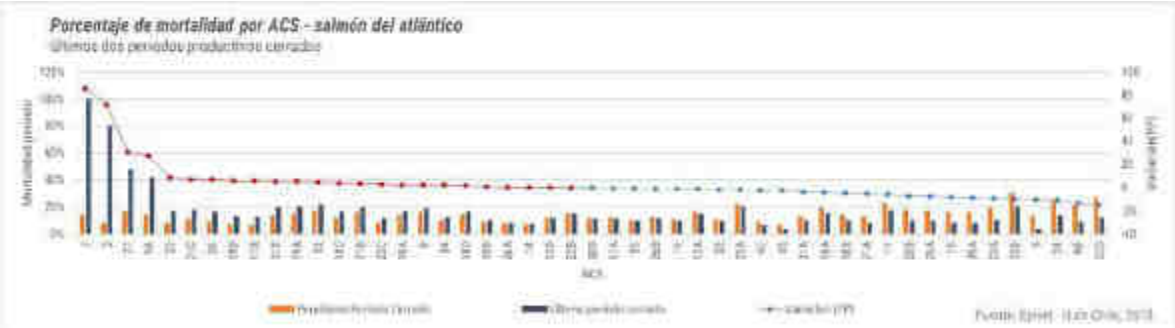
7.2.3.3.1 Mortalidad total de Salmón del atlántico

La mortalidad total de salmón del atlántico presenta una tendencia al alza con una variación de 2,77 puntos porcentuales, donde se distinguen dos grupos muy marcados con equis distribución, un primer grupo que presenta un aumento importante de mortalidad en el último periodo productivo con cuatro ACS que presenta una mortalidad sobre el promedio, siendo éstas: ACS 7 ubicada en Canal Dalcahue con una variación de puntos porcentuales de 85,68pp, ACS 2 ubicada en Seno de Reloncaví con 71,81pp, ACS 27 ubicada en Fiordo Quitralco con 30,98pp y la ACS 9A ubicada en Canal Dalcahue con 27,52pp.

En tanto un segundo grupo con tendencia a la baja de mortalidad donde se destacan las ACS: ACS 6 ubicada en Canal de Chacao con -10,19pp, ACS 24 ubicada a la salida del Fiordo Cupquelán con -10,48pp, ACS 9B con -12,79pp y la ACS 22D ubicada en el Canal Darwin con -14,76pp,

El siguiente gráfico muestra la mortalidad total por especie por ACS.

Gráfico 141. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – salmón del atlántico



La Tabla 60 muestra un resumen de las estadísticas de referencia comparativa, donde se destaca que el máximo alcanzado de mortalidad para el último periodo productivo cerrado fue 100%, ese máximo pertenece a las ACS 7 ubicada en el Canal Dalcahue, donde la siembra de salmón atlántico fue en torno a los 2 millones de peces. En un segundo caso que presenta una mortalidad casi total es la ACS 2 ubicada en el Seno de Reloncaví con 80,10%, correspondiente a una siembra en tono a los 20 millones de peces. En los siguientes capítulos se indagará las causas de esta mortalidad masiva que se ubican en dentro de los peaks del sector.

Tabla 60. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – Salmón del atlántico

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	14,26%	17,03%	2,77
Mediana	14,11%	12,77%	-1,34
Desviación Estándar	5,49%	15,83%	10,34
Mínimo	3,26%	3,92%	0,66
Máximo	30,45%	100,00%	69,55

En la siguiente tabla se puede revisar el detalle de la mortalidad total de salmón del atlántico por ACS. Se puede apreciar en la columna *Variación (PP)* cada registro está destacado en un color que va desde el color verde al rojo. Este rango va desde el verde, que identifica a la variación en puntos porcentuales más negativa, hasta llegar a las variaciones en puntos porcentuales más positivas, que se registran en color rojo.

Tabla 61. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – salmón del atlántico

% de mortalidad total por periodo - Salmón del atlántico			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	N/A	N/A	N/A
2	8,29%	80,10%	71,81
3A	N/A	38,73%	N/A
3B	9,79%	16,69%	6,90
6	14,11%	3,92%	-10,19
7	14,56%	100,00%	85,44
8	16,20%	19,09%	2,88
9A	14,81%	42,33%	27,52
9B	22,17%	9,38%	-12,79
9C	9,17%	6,83%	-2,34
10A	13,94%	16,91%	2,97
10B	9,22%	10,11%	0,89
11	23,46%	17,54%	-5,92
12A	16,88%	15,45%	-1,43
12B	12,36%	12,67%	0,32
14	7,44%	7,76%	0,33
15	16,30%	8,34%	-7,97
16	10,84%	9,54%	-1,30
17A	12,42%	11,90%	-0,51
17B	6,77%	12,77%	6,00
18A	19,89%	15,82%	-4,08
18B	14,60%	9,97%	-4,63
18C	12,58%	16,71%	4,12
18D	14,88%	16,83%	1,95
18E	17,26%	N/A	N/A
19A	15,40%	20,63%	5,23
19B	7,25%	13,30%	6,05
20	8,38%	17,12%	8,74
21A	13,44%	8,35%	-5,09
21B	16,15%	20,00%	3,85
21C	11,36%	18,29%	6,93
21D	N/A	12,36%	N/A
22A	22,72%	20,75%	-1,97
22B	15,42%	15,49%	0,07
22C	N/A	15,09%	N/A
22D	27,30%	12,54%	-14,76

% de mortalidad total por periodo - Salmón del atlántico			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23A	19,48%	10,42%	-9,06
23B	30,45%	20,69%	-9,76
23C	8,60%	12,11%	3,51
24	24,25%	13,77%	-10,48
25A	N/A	14,49%	N/A
25B	N/A	9,03%	N/A
26A	7,94%	8,30%	0,36
26B	13,13%	11,84%	-1,28
27	17,38%	48,36%	30,98
28A	17,50%	9,92%	-7,58
28B	17,67%	10,32%	-7,36
28C	N/A	11,32%	N/A
29	N/A	4,07%	N/A
30A	16,50%	8,01%	-8,49
30B	12,22%	11,90%	-0,32
31A	13,63%	9,93%	-3,69
31B	14,37%	19,91%	5,54
32	11,13%	9,43%	-1,70
33	17,05%	22,18%	5,13
34	10,31%	12,86%	2,55
35	10,56%	9,82%	-0,74
44	3,26%	N/A	N/A
45	6,68%	4,13%	-2,54
49A	N/A	11,61%	N/A
54A	N/A	19,07%	N/A
55	N/A	13,21%	N/A
56	N/A	20,71%	N/A
57	N/A	8,29%	N/A

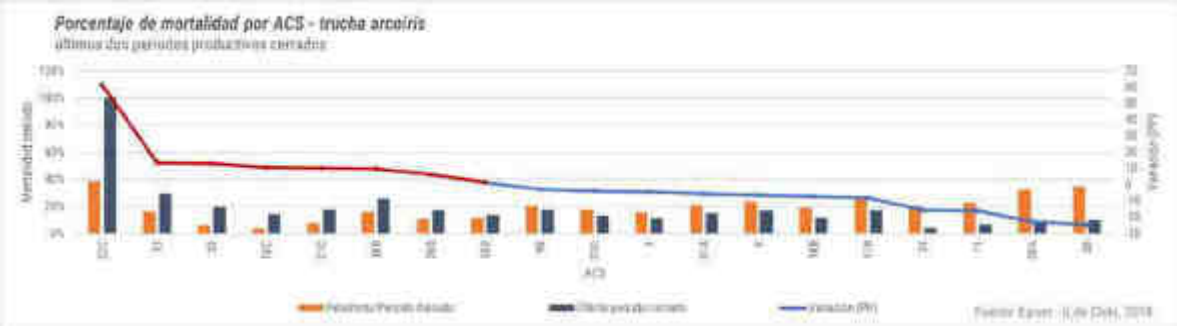
7.2.3.3.2. Mortalidad total Trucha arcoíris

La mortalidad total de trucha arcoíris presenta una tendencia a la baja donde el 58% de las agrupaciones presentan una variación negativa, es decir, su mortalidad ha disminuido en el último periodo cerrado. Se destacan las siguientes agrupaciones: ACS 34 ubicada al nororiente del Canal de Moraleda en el Seno del Melimoyu con -15,51pp, la ACS 11 ubicada en el sector de Queilen con -16,10pp, ACS 28A ubicada a la salida del Fiordo Aysén con -22,64pp y la ACS 3B ubicada en el Seno de Reloncaví con -24,73pp. Todas estas ACS obtuvieron en su último periodo cerrado una mortalidad inferior al 10%.

Por otro lado, un 42% de las agrupaciones ha aumentado su mortalidad, donde se destaca la ACS 22C ubicada en el Canal Darwin con una mortalidad de 100% en el último periodo, la que se asocia a una siembra en torno a los 1,3 millones y una variación de 61,49pp.

El siguiente gráfico muestra la mortalidad total por especie por ACS.

Gráfico 142. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – trucha arcoíris



La Tabla 62 muestra como la referencia comparativa de las estadísticas de los periodos productivos, donde se destaca que el aumento en la variación máxima.

Tabla 62. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – trucha arcoíris

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	19,37%	16,88%	-2,49
Mediana	18,28%	13,34%	-4,93
Desviación Estándar	9,63%	17,87%	8,24
Mínimo	3,82%	3,54%	-0,28
Máximo	39,04%	100,00%	60,96

En la siguiente tabla se puede revisar el detalle de la mortalidad total de trucha arcoíris por ACS.

Tabla 63. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – trucha arcoíris

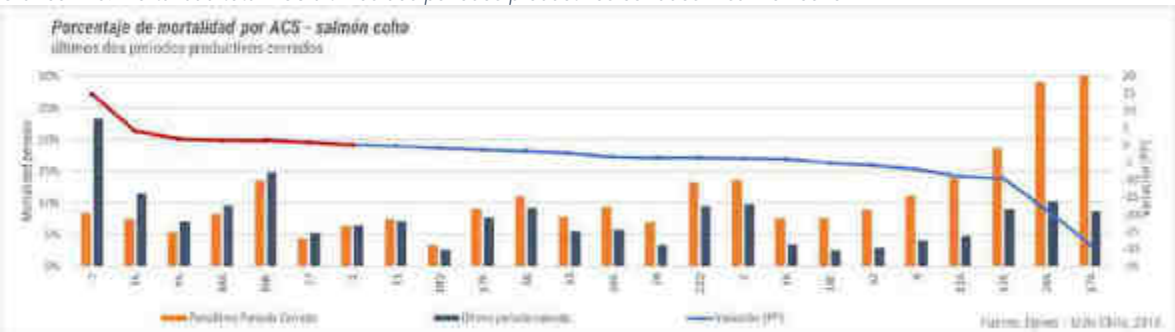
% de mortalidad total por periodo - Trucha arcoíris			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
1	15,62%	11,20%	-4,43
2	39,04%	N/A	N/A
3A	N/A	N/A	N/A
3B	34,63%	9,90%	-24,73
6	N/A	N/A	N/A
7	N/A	N/A	N/A
8	23,46%	16,88%	-6,58
9A	N/A	3,54%	N/A
9B	20,35%	17,55%	-2,80
9C	N/A	28,11%	N/A
10A	25,40%	N/A	N/A
10B	19,11%	11,91%	-7,20
11	22,64%	6,54%	-16,10
12A	15,88%	N/A	N/A
12B	N/A	N/A	N/A
14	9,64%	N/A	N/A
15	N/A	N/A	N/A
16	N/A	9,20%	N/A
17A	15,87%	N/A	N/A
17B	25,14%	17,04%	-8,10
18A	N/A	12,86%	N/A
18B	N/A	9,45%	N/A
18C	3,82%	14,23%	10,41
18D	N/A	N/A	N/A
18E	N/A	N/A	N/A
19A	N/A	N/A	N/A
19B	N/A	N/A	N/A
20	N/A	N/A	N/A
21A	N/A	N/A	N/A
21B	22,65%	N/A	N/A
21C	7,52%	17,68%	10,16
21D	N/A	N/A	N/A
22A	N/A	N/A	N/A
22B	19,75%	N/A	N/A
22C	38,51%	100,00%	61,49
22D	17,45%	13,34%	-4,10

% de mortalidad total por periodo - Trucha arcoíris			
ACS	***Penúltimo Periodo Cerrado***	***Último periodo cerrado***	***Variación (PP)***
23A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
23B	*14,53%*	*N/A*	*N/A*
23C	*38,11%*	*N/A*	*N/A*
24	*N/A*	*6,26%*	*N/A*
25A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
25B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
26A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
26B	*10,77%*	*16,84%*	*6,07*
27	*N/A*	*6,80%*	*N/A*
28A	*32,23%*	*9,58%*	*-22,64*
28B	*11,92%*	*13,47%*	*1,55*
28C	*N/A*	*N/A*	*N/A*
29	*N/A*	*N/A*	*N/A*
30A	*10,95%*	*N/A*	*N/A*
30B	*15,83%*	*25,74%*	*9,91*
31A	*20,66%*	*14,88%*	*-5,78*
31B	*7,72%*	*N/A*	*N/A*
32	*6,22%*	*19,20%*	*12,98*
33	*16,03%*	*29,35%*	*13,32*
34	*19,81%*	*4,30%*	*-15,51*
35	*N/A*	*N/A*	*N/A*
44	*N/A*	*N/A*	*N/A*
45	*N/A*	*N/A*	*N/A*
49A	*N/A*	*9,95%*	*N/A*
54A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
55	*N/A*	*N/A*	*N/A*
56	*N/A*	*N/A*	*N/A*
57	*N/A*	*N/A*	*N/A*

7.2.3.3.3. Salmón coho

La mortalidad total de salmón coho presenta una tendencia a la baja, adicionalmente su mortalidad promedio se ubica muy por debajo de la mortalidad de salmón del atlántico y trucha arcoíris. Esta disminución ha permitido que el 83% de las agrupaciones presenten una mortalidad inferior al 10% en el último periodo productivo. El Gráfico 143 muestra la variación en puntos porcentuales de cada ACS.

Gráfico 143. Mortalidad total ACS últimos dos periodos productivos cerrados – salmón coho



La Tabla 64 muestra las estadísticas de los periodos productivos de las ACS que tuvieron producción de salmón coho. Se destaca que el máximo de mortalidad total salmón coho corresponde a las ACS 7 ubicada en el Canal Dalcahue con una variación de 14,87 puntos porcentuales con una mortalidad de 23,25% en el último periodo, cifra por encima del promedio de 7,12% para este periodo.

Tabla 64. Análisis estadístico Mortalidad total por periodo productivo – salmón coho

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	11,73%	7,12%	-4,61
Mediana	8,87%	6,09%	-2,78
Desviación Estándar	7,79%	4,45%	-3,34
Mínimo	3,32%	2,38%	-0,95
Máximo	37,40%	23,25%	-14,14

En la siguiente tabla se muestra el detalle de mortalidad de coho por ACS.

Tabla 65. Variación mortalidad total periodo productivo ACS – salmón coho

% de mortalidad total por periodo- Salmón Coho			
ACS	***Penúltimo Periodo Cerrado***	***Último periodo cerrado***	***Variación (PP)***
1	*6,29%*	*6,37%*	*0,08*
2	*13,50%*	*9,76%*	*-3,74*
3A	*7,42%*	*11,49%*	*4,07*
3B	*10,95%*	*9,23%*	*-1,73*
6	*N/A*	*N/A*	*N/A*
7	*8,39%*	*23,25%*	*14,87*
8	*11,07%*	*4,08%*	*-6,99*
9A	*5,33%*	*7,08%*	*1,75*
9B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
9C	*N/A*	*N/A*	*N/A*
10A	*8,23%*	*9,65%*	*1,41*
10B	*13,51%*	*14,83%*	*1,32*
11	*7,40%*	*7,10%*	*-0,30*
12A	*13,85%*	*4,73%*	*-9,11*
12B	*18,59%*	*8,99%*	*-9,61*
14	*N/A*	*5,05%*	*N/A*
15	*N/A*	*N/A*	*N/A*
16	*7,50%*	*3,42%*	*-4,08*
17A	*37,40%*	*8,61%*	*-28,78*
17B	*9,16%*	*7,74%*	*-1,42*
18A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
18B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
18C	*7,64%*	*2,55%*	*-5,10*
18D	*3,32%*	*2,56%*	*-0,77*
18E	*N/A*	*4,12%*	*N/A*
19A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
19B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
20	*6,97%*	*3,32%*	*-3,65*
21A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
21B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
21C	*N/A*	*N/A*	*N/A*
21D	*N/A*	*N/A*	*N/A*
22A	*28,28%*	*N/A*	*N/A*
22B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
22C	*6,79%*	*N/A*	*N/A*
22D	*13,20%*	*9,50%*	*-3,69*

% de mortalidad total por periodo- Salmón Coho			
ACS	***Penúltimo Periodo Cerrado***	***Último periodo cerrado***	***Variación (PP)***
23A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
23B	*14,60%*	*N/A*	*N/A*
23C	*N/A*	*N/A*	*N/A*
24	*N/A*	*N/A*	*N/A*
25A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
25B	*N/A*	*2,38%*	*N/A*
26A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
26B	*9,35%*	*5,81%*	*-3,54*
27	*4,44%*	*5,29%*	*0,85*
28A	*29,06%*	*10,22%*	*-18,84*
28B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
28C	*N/A*	*N/A*	*N/A*
29	*N/A*	*N/A*	*N/A*
30A	*7,28%*	*N/A*	*N/A*
30B	*N/A*	*N/A*	*N/A*
31A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
31B	*14,05%*	*N/A*	*N/A*
32	*8,87%*	*2,91%*	*-5,96*
33	*7,78%*	*5,46%*	*-2,31*
34	*N/A*	*4,00%*	*N/A*
35	*N/A*	*N/A*	*N/A*
44	*N/A*	*N/A*	*N/A*
45	*N/A*	*N/A*	*N/A*
49A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
54A	*N/A*	*N/A*	*N/A*
55	*N/A*	*N/A*	*N/A*
56	*N/A*	*N/A*	*N/A*
57	*N/A*	*N/A*	*N/A*

7.2.3.4 Mortalidad por causas primarias

El indicador de mortalidad primaria por causa por periodo productivo por ACS, respecto a la siembra por especie compara el número de peces muertos por causa primaria para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados totales durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje.

El análisis de mortalidad por causas primarias releva en el último periodo productivo un claro incremento en la mortalidad por causa ambiental, seguido por otras causas, daño mecánico y maduro. Si bien la mortalidad secundaria presenta una disminución, tanto el mínimo como máximo han aumentado. En la siguiente tabla se muestran las estadísticas de referencia comparativa. Se puede apreciar en la columna *Variación (PP)* cada registro está destacado en un color que va desde el color verde al rojo. Este rango va desde el verde, que identifica a la variación en puntos porcentuales más negativa, hasta llegar a las variaciones en puntos porcentuales más positivas, que se registran en color rojo. Cabe destacar, que la causal secundaria se incluye en la Tabla 66, ya que ésta a pesar que se analiza en profundidad en otras secciones, de forma agrupada ésta es parte de las causales primarias declaradas en mortalidades.

Tabla 66. Análisis estadístico mortalidad por causas primarias dos últimos periodos productivos cerrados

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundaria	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
Ambiental	0,88%	0,29%	1,53%	0,00%	7,65%	3,09%	0,57%	7,69%	0,00%	45,76%	2,21
Eliminación	1,34%	0,80%	1,85%	0,00%	9,68%	1,17%	0,58%	2,15%	0,00%	16,14%	-0,17
Otras causas	0,72%	0,58%	0,56%	0,04%	2,76%	1,13%	0,57%	1,41%	0,05%	8,82%	0,40
Depredadores	1,37%	1,09%	1,38%	0,04%	6,61%	0,82%	0,54%	0,82%	0,02%	4,08%	-0,55
Sin Causa Aparente	1,94%	1,63%	1,04%	0,27%	4,82%	1,37%	1,31%	0,85%	0,00%	3,68%	-0,57
Embrionaria	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	-0,00
Daño mecánico	1,44%	1,28%	0,96%	0,18%	5,03%	1,53%	1,18%	1,74%	0,06%	12,72%	0,09
Desadaptado/rezagado	2,57%	2,05%	1,71%	0,40%	6,94%	1,93%	1,65%	1,18%	0,29%	5,40%	-0,64
Deforme	0,41%	0,30%	0,36%	0,06%	1,94%	0,34%	0,27%	0,29%	0,00%	1,51%	-0,07
Maduro	0,23%	0,14%	0,35%	0,00%	1,92%	0,27%	0,15%	0,40%	0,00%	2,09%	0,04

En el Gráfico 144 y el Gráfico 145 se muestra la distribución de las causas primarias, donde se aprecia que en el penúltimo periodo productivo cerrado predominan las causas secundaria, desadaptado y SCA, a diferencia de lo que ocurre en el último periodo productivo cerrado, donde las causas principales son ambiental, secundaria, seguido por desadaptados. Este cambio donde se releva la causa ambiental se explica dada la floración algal que produjo un claro impacto, focalizado en cinco agrupaciones que presentan un incremento sustancial en la causa ambiental (ACS 2, ACS 3A, ACS 7, ACS 9A, ACS 22C). En tanto, a nivel de causa secundaria, se destaca la ACS 27 que presenta una mortalidad por sobre el promedio en el último periodo cerrado con 12,72%. Cabe destacar, que la causal secundaria se incluye en el Gráfico 144 y Gráfico 145, ya que ésta a pesar que se analiza en profundidad en otras secciones, de forma agrupada ésta es parte de las causales primarias declaradas en mortalidades.

Gráfico 144. Mortalidad causas primarias por ACS en penúltimo periodo productivo

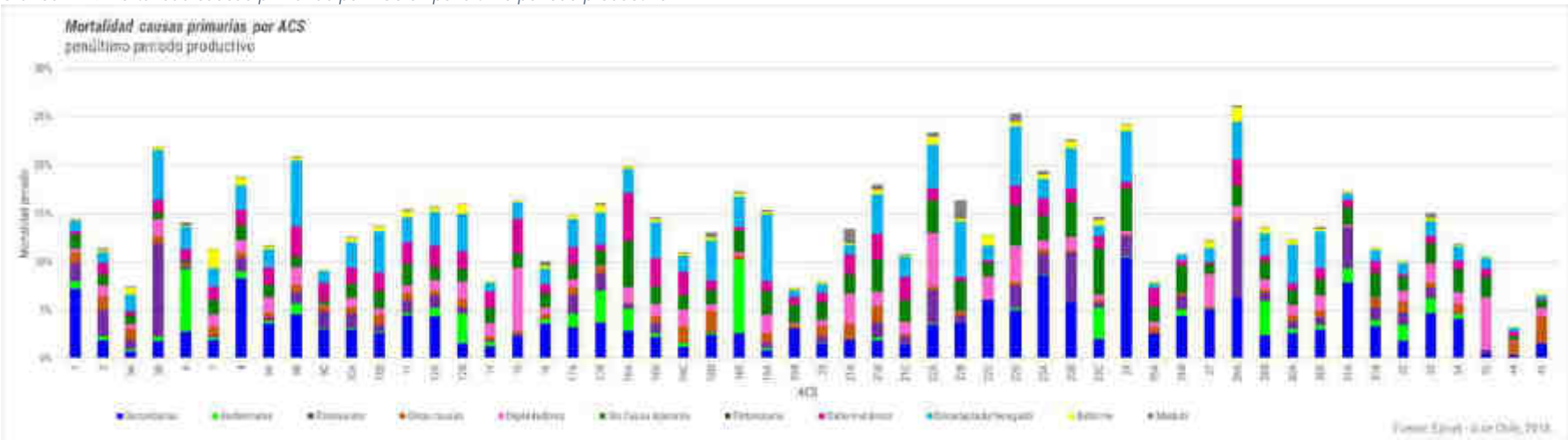
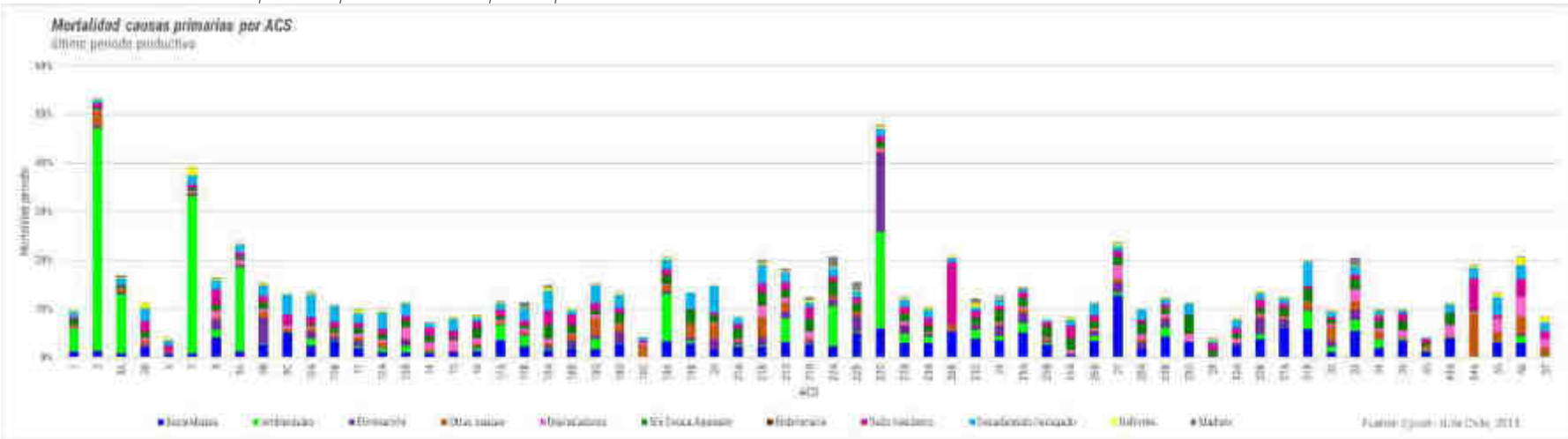


Gráfico 145. Mortalidad causas primarias por ACS en último periodo productivo



En las secciones posteriores, se estudiarán en detalle las principales causas primarias en términos epidemiológicos, siendo las siguientes:

- Secundarias y su desglose de causas
- Ambiental
- Sin causa aparente (SCA)
- Desadaptados/Rechazados

7.2.3.5 Mortalidad causas secundarias

El indicador de mortalidad secundaria por causa específica por periodo productivo por ACS permite comparar el número de peces muertos por causa secundaria específica para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados en el mismo periodo para una ACS.

El análisis de resultados obtenidos en el Gráfico 146, muestra en términos generales una disminución de la mortalidad secundaria en el 62% de las agrupaciones de las ACS estudiadas que contienen información para ambos periodos productivos, sin embargo, en aquellas que hubo aumento de mortalidad en el último periodo cerrado la variación alcanza a duplicar el penúltimo periodo productivo. En este grupo de agrupaciones que aumentaron su mortalidad se distinguen cinco ACS, siendo las siguientes: ACS 27 con 7,65pp, ACS 35 con 3,08pp, 31B 2,56pp, ACS 19A con 2,44pp y ACS 9C con 2,33pp.

Por otro lado, existen ACS en que la disminución de la mortalidad secundaria es sustancial alcanzando un máximo de -6,69 pp, las ACS que se destacan son: ACS 8 con una variación de -4,02pp, ACS 28A con -4,36pp, ACS 23A -5,62, ACS 1 -5,85pp y ACS 24 con -6,96pp. El detalle de la mortalidad y variación entre periodo se muestra en la Tabla 68.

Gráfico 146. Mortalidad secundaria ACS últimos dos periodos productivos cerrados

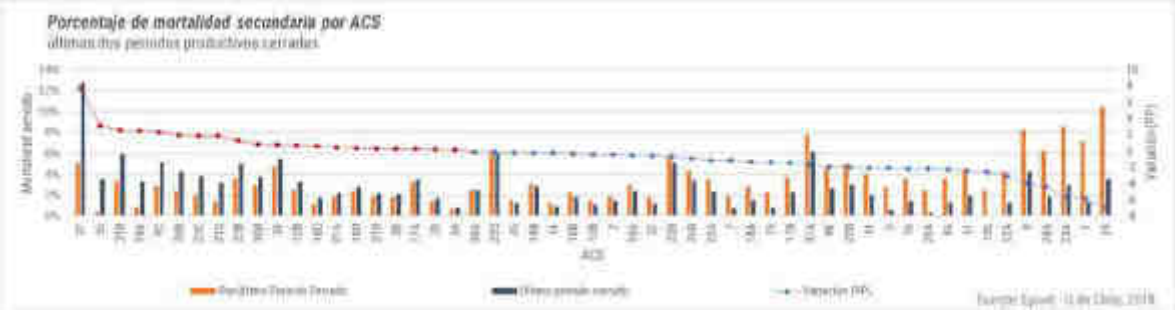


Tabla 67. Análisis estadístico Mortalidad secundaria por periodo productivo

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	3,37%	2,74%	-0,63
Mediana	2,84%	2,45%	-0,39
Desviación Estándar	2,17%	2,01%	-0,16
Mínimo	0,34%	0,00%	-0,34
Máximo	10,46%	12,72%	2,26

Tabla 68. Variación mortalidad secundaria periodo productivo ACS

% de mortalidad por secundaria			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	7,14%	1,29%	-5,85
2	1,88%	1,45%	-0,43
3A	0,70%	0,83%	0,14
3B	1,82%	2,10%	0,28
6	2,77%	0,66%	-2,10
7	1,90%	0,78%	-1,12
8	8,27%	4,25%	-4,02
9A	3,59%	1,31%	-2,28
9B	4,60%	2,67%	-1,94
9C	2,85%	5,18%	2,33
10A	2,95%	2,44%	-0,51
10B	2,57%	3,25%	0,68
11	4,43%	1,98%	-2,45
12A	4,30%	1,22%	-3,08
12B	1,49%	1,07%	-0,43
14	1,23%	0,96%	-0,27
15	2,26%	0,85%	-1,41
16	3,59%	1,43%	-2,16
17A	3,22%	3,46%	0,24
17B	3,71%	2,29%	-1,43
18A	2,83%	1,50%	-1,33
18B	2,24%	1,89%	-0,36
18C	1,16%	1,74%	0,58
18D	2,42%	2,80%	0,38
18E	2,57%	0,00%	-2,57
19A	0,82%	3,26%	2,44
19B	3,08%	2,82%	-0,26
20	1,45%	1,68%	0,23
21A	1,86%	2,26%	0,39
21B	1,88%	2,16%	0,28
21C	1,37%	3,18%	1,81
21D	N/A	2,70%	N/A
22A	3,47%	2,35%	-1,12
22B	3,66%	4,96%	1,31
22C	6,06%	5,96%	-0,11
22D	4,98%	2,95%	-2,03
23A	8,58%	2,96%	-5,62

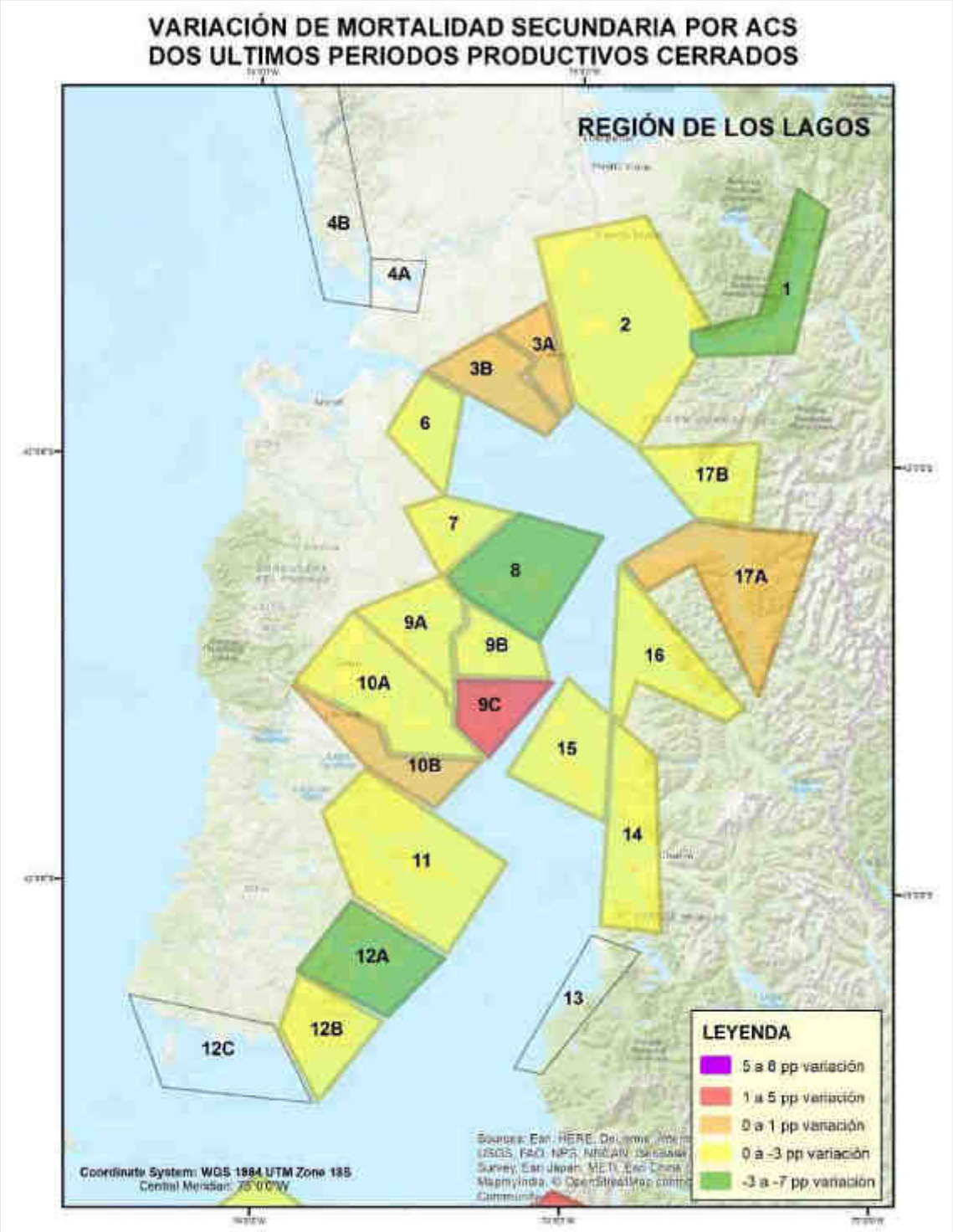
% de mortalidad por secundaria			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	5,76%	5,11%	-0,64
23C	1,99%	3,80%	1,81
24	10,46%	3,50%	-6,96
25A	N/A	5,14%	N/A
25B	N/A	2,72%	N/A
26A	2,51%	0,30%	-2,20
26B	4,32%	3,37%	-0,95
27	5,07%	12,72%	7,65
28A	6,22%	1,87%	-4,36
28B	2,39%	4,29%	1,89
28C	N/A	3,14%	N/A
29	N/A	0,27%	N/A
30A	2,55%	2,45%	-0,10
30B	2,95%	3,79%	0,84
31A	7,84%	6,11%	-1,73
31B	3,32%	5,88%	2,56
32	1,81%	1,17%	-0,64
33	4,72%	5,47%	0,75
34	4,07%	1,99%	-2,08
35	0,43%	3,51%	3,08
44	0,34%	N/A	N/A
45	1,50%	1,25%	-0,25
49A	N/A	4,03%	N/A
54A	N/A	0,18%	N/A
55	N/A	3,03%	N/A
56	N/A	2,95%	N/A
57	N/A	0,11%	N/A

Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad secundaria en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad.

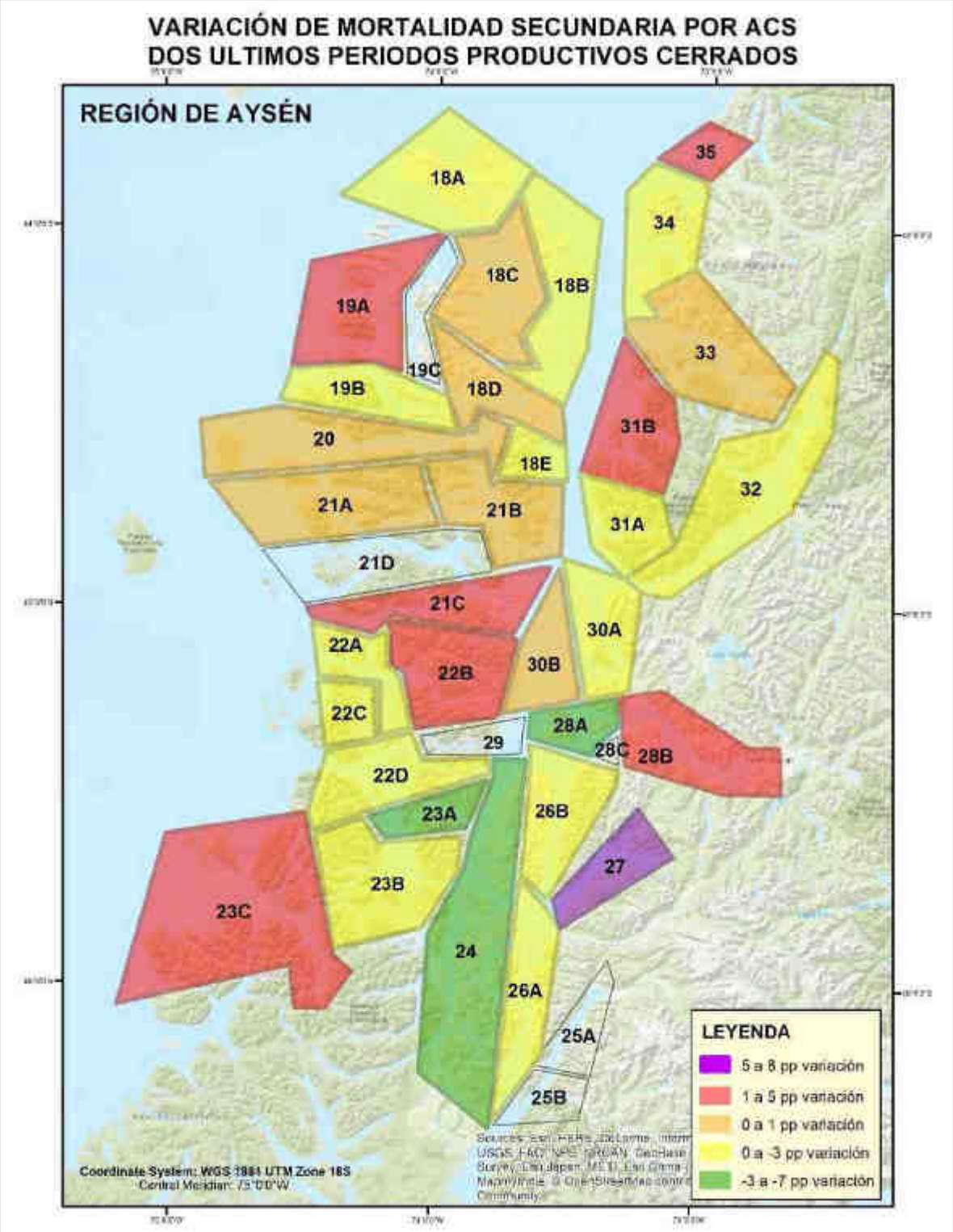
En la Región de Los Lagos se observan resultados muy positivos, donde la mayoría de las ACS presentan variaciones negativas de un periodo al otro, sin embargo, destaca la variación positiva de la ACS 9C en el sector la Isla Quinchao. La Región de Aysén, por su parte, muestra un panorama muy diferente con un número importante de ACS con resultados negativos, causa preocupación también en este caso que, no se observan patrones espaciales de comportamiento de este tipo de mortalidad infecciosa, nuevamente se mezclan áreas de muy buenos resultados con áreas de muy malos resultados, destacan los malos

resultados de la ACS 27, cuya explicación se entregará más adelante. La Región de Magallanes, mantiene variaciones dentro de los rangos de variación negativa, lo que indica una disminución de mortalidad de un periodo respecto a otro.

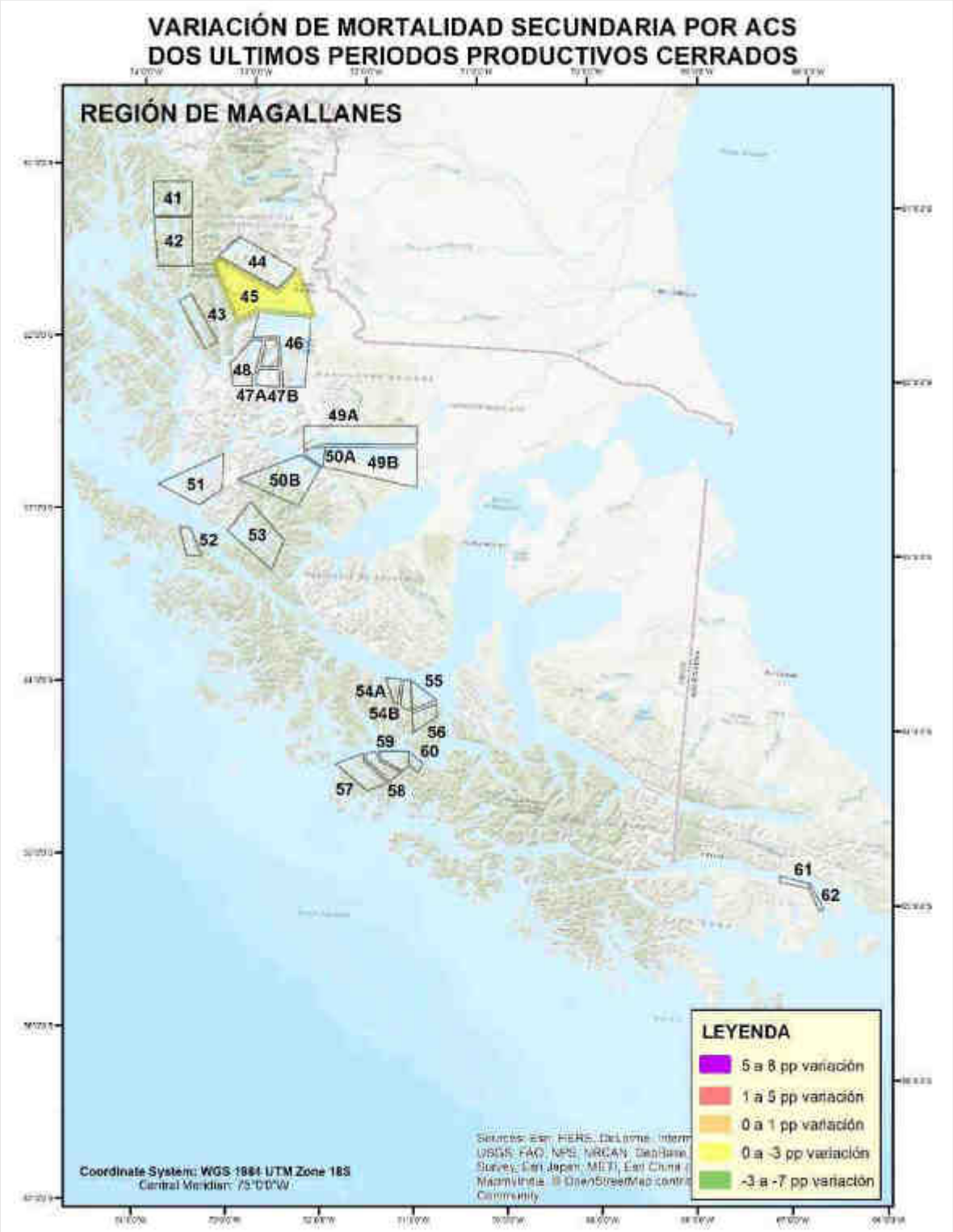
Mapa 8. Mortalidad secundaria por ACS - X Región



Mapa 9. Mortalidad secundaria por ACS - XI Región



Mapa 10. Mortalidad secundaria por ACS - XII Región



7.2.3.5.1. Mortalidad secundaria por especie

El indicador de mortalidad secundaria por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie permite comparar el número de peces muertos por causa secundaria por especie respecto al número de peces sembrados de la misma especie.

A continuación, se revisarán los resultados obtenidos para las tres especies de interés.

Mortalidad secundaria Salmón del atlántico

El análisis obtenido revela que la mortalidad secundaria de salmón del atlántico en el 53% de las agrupaciones con dos periodos productivos cerrados que tuvieron producción de salmón del atlántico en ambos periodos, ha presentado una disminución de mortalidad secundaria (ver Gráfico 147). Por otro lado, el 47% de las agrupaciones han aumentado su mortalidad, donde se destaca la ACS 27 que presenta un incremento sustancial de mortalidad por sobre el promedio con 20pp, esto se traduce en una variación porcentual de 255%, alcanzando una mortalidad de 27,84% en el último periodo productivo cerrado.

En tanto, en términos de disminución de mortalidad se destacan las ACS 11 con -5,29pp, ACS 23A con -5,62pp y ACS 24 con -6,45pp. El detalle por ACS se muestra en la Tabla 70.

Gráfico 147. Mortalidad secundaria por ACS - Salmón del atlántico

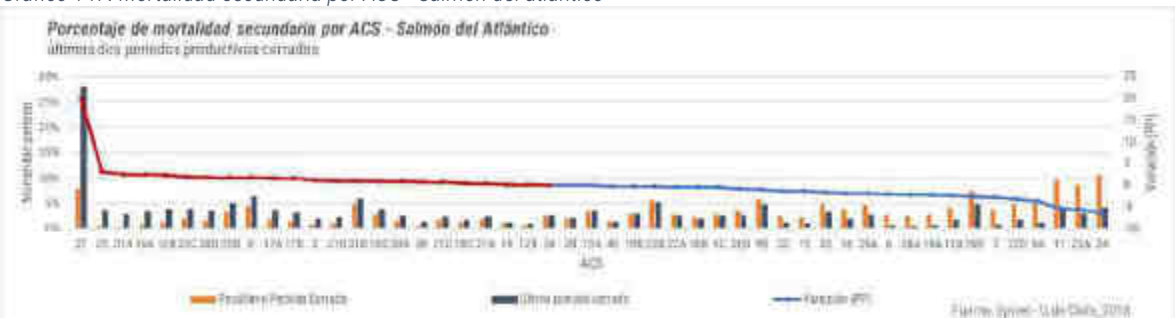


Tabla 69. Análisis estadístico mortalidad secundaria de salmón del atlántico

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	3,16%	3,04%	-0,12
Mediana	2,57%	2,63%	0,07
Desviación Estándar	2,35%	3,55%	1,20
Mínimo	0,19%	0,11%	-0,08
Máximo	10,46%	27,84%	17,38

Tabla 70. Mortalidad por causa secundaria - Salmón del atlántico

% de mortalidad por causa secundaria - Salmón del atlántico			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	N/A	N/A	N/A
2	0,80%	1,92%	1,13
3A	N/A	0,61%	N/A
3B	0,51%	1,28%	0,76
6	2,77%	0,66%	-2,10
7	3,64%	0,76%	-2,88
8	4,42%	6,15%	1,73
9A	4,93%	1,17%	-3,76
9B	5,72%	4,72%	-0,99
9C	2,85%	2,42%	-0,43
10A	3,47%	3,40%	-0,06
10B	1,43%	3,78%	2,35
11	9,48%	4,18%	-5,29
12A	4,08%	1,65%	-2,44
12B	0,80%	0,86%	0,06
14	1,03%	1,09%	0,07
15	2,26%	0,85%	-1,41
16	3,84%	1,88%	-1,96
17A	1,93%	3,55%	1,62
17B	1,52%	3,07%	1,55
18A	2,83%	0,62%	-2,21
18B	2,24%	1,84%	-0,41
18C	1,24%	1,64%	0,40
18D	2,84%	3,71%	0,87
18E	2,57%	N/A	N/A
19A	0,82%	3,26%	2,44
19B	3,08%	2,82%	-0,26
20	2,07%	2,02%	-0,04
21A	1,86%	2,26%	0,39
21B	1,08%	2,16%	1,08
21C	1,60%	2,28%	0,68
21D	N/A	2,70%	N/A
22A	2,75%	2,35%	-0,40
22B	3,23%	4,96%	1,73
22C	N/A	4,51%	N/A
22D	4,82%	1,60%	-3,22
23A	8,58%	2,96%	-5,62

% de mortalidad por causa secundaria - Salmón del atlántico			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	5,39%	5,11%	-0,28
23C	1,94%	3,80%	1,86
24	10,46%	4,01%	-6,45
25A	N/A	5,14%	N/A
25B	N/A	3,29%	N/A
26A	2,51%	0,30%	-2,20
26B	7,33%	4,64%	-2,68
27	7,84%	27,84%	20,00
28A	4,65%	2,63%	-2,01
28B	3,54%	2,58%	-0,96
28C	N/A	3,14%	N/A
29	N/A	0,27%	N/A
30A	1,63%	2,45%	0,82
30B	1,62%	3,44%	1,83
31A	0,19%	2,75%	2,56
31B	4,85%	5,88%	1,03
32	2,48%	1,15%	-1,33
33	4,77%	3,10%	-1,67
34	2,47%	2,50%	0,03
35	0,43%	3,51%	3,08
44	0,34%	N/A	N/A
45	1,50%	1,25%	-0,25
49A	N/A	4,72%	N/A
54A	N/A	0,18%	N/A
55	N/A	3,03%	N/A
56	N/A	2,95%	N/A
57	N/A	0,11%	N/A

Mortalidad Secundaria por Trucha arcoíris

La mortalidad secundaria de trucha arcoíris ha disminuido en el 63% de las agrupaciones con dos periodos productivos cerrados que tuvieron producción de trucha arcoíris en ambos periodos (ver Gráfico 148). Por otro lado, el 37% de las agrupaciones han aumentado su mortalidad, donde se destacan ACS 33 con 12,11pp, ACS 21C con 6,35pp y ACS 28B con 3,33pp.

En tanto, en términos de disminución de mortalidad se destacan las ACS 22C con -20,36pp, ACS 8 con -9,60pp y ACS 34 con -11,09. El detalle por ACS se muestra en la Tabla 72.

Gráfico 148. Mortalidad secundaria por ACS - Trucha arcoíris

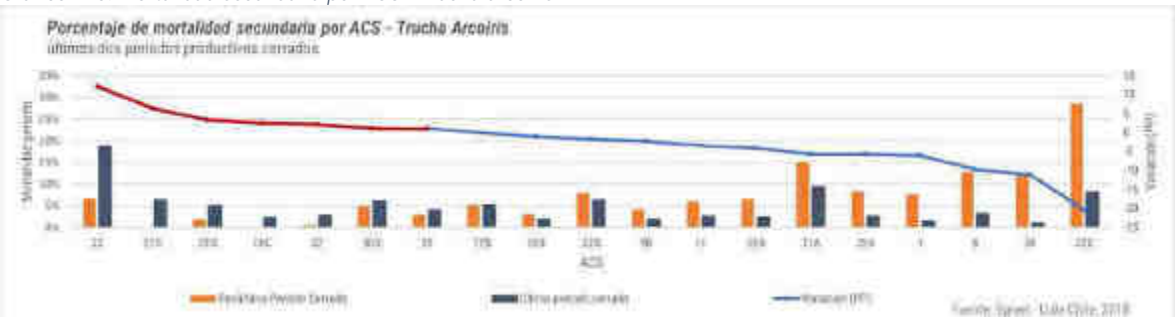


Tabla 71. Análisis estadístico mortalidad secundaria de trucha arcoíris

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	6,26%	4,31%	-1,96
Mediana	5,07%	2,81%	-2,27
Desviación Estándar	5,68%	4,07%	-1,61
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	28,62%	18,84%	-9,77

Tabla 72. Mortalidad por causa secundaria - Trucha arcoíris

% de mortalidad por causa secundaria - Trucha arcoíris			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	7,70%	1,68%	-6,03
2	12,10%	N/A	N/A
3A	N/A	N/A	N/A
3B	2,96%	4,08%	1,12
6	N/A	N/A	N/A
7	N/A	N/A	N/A
8	12,86%	3,26%	-9,60
9A	N/A	0,37%	N/A
9B	4,10%	1,88%	-2,21
9C	N/A	11,82%	N/A
10A	7,69%	N/A	N/A
10B	3,05%	1,92%	-1,13
11	6,08%	2,59%	-3,49
12A	4,49%	N/A	N/A
12B	N/A	N/A	N/A
14	1,85%	N/A	N/A
15	N/A	N/A	N/A
16	N/A	0,00%	N/A
17A	5,42%	N/A	N/A
17B	5,28%	5,25%	-0,03
18A	N/A	3,40%	N/A
18B	N/A	1,97%	N/A
18C	0,00%	2,43%	2,43
18D	N/A	N/A	N/A
18E	N/A	N/A	N/A
19A	N/A	N/A	N/A
19B	N/A	N/A	N/A
20	N/A	N/A	N/A
21A	N/A	N/A	N/A
21B	3,81%	N/A	N/A
21C	0,02%	6,37%	6,35
21D	N/A	N/A	N/A
22A	N/A	N/A	N/A
22B	5,16%	N/A	N/A
22C	28,62%	8,25%	-20,36
22D	8,00%	6,32%	-1,68
23A	N/A	N/A	N/A

% de mortalidad por causa secundaria - Trucha arcoíris			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	3,12%	N/A	N/A
23C	2,17%	N/A	N/A
24	N/A	0,56%	N/A
25A	N/A	N/A	N/A
25B	N/A	N/A	N/A
26A	N/A	N/A	N/A
26B	6,55%	2,44%	-4,11
27	N/A	3,69%	N/A
28A	8,41%	2,73%	-5,69
28B	1,90%	5,24%	3,33
28C	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
30A	4,07%	N/A	N/A
30B	4,99%	6,22%	1,23
31A	15,10%	9,46%	-5,64
31B	2,86%	N/A	N/A
32	0,57%	2,81%	2,24
33	6,73%	18,84%	12,11
34	12,30%	1,21%	-11,09
35	N/A	N/A	N/A
44	N/A	N/A	N/A
45	N/A	N/A	N/A
49A	N/A	1,52%	N/A
54A	N/A	N/A	N/A
55	N/A	N/A	N/A
56	N/A	N/A	N/A
57	N/A	N/A	N/A

Mortalidad Secundaria por Salmón coho

La mortalidad secundaria de salmón coho ha disminuido en el 75% de las agrupaciones con dos periodos productivos cerrados que tuvieron producción de coho en ambos periodos (ver Gráfico 149). En este grupo la variación negativa ha sido en promedio de -1,66pp. Por otro lado, el 25% de las agrupaciones han aumentado su mortalidad, donde se destacan la ACS 3B con 0,92pp, ACS 9A con 0,71pp y la ACS 7 con 0,49pp. En tanto, respecto de la disminución de mortalidad se destacan las ACS 10B con -5,14pp, ACS 28A con -4,18pp, ACS 12A con -3,71pp. El detalle por ACS se muestra en la Tabla 74.

Gráfico 149. Mortalidad secundaria por ACS - Salmón coho

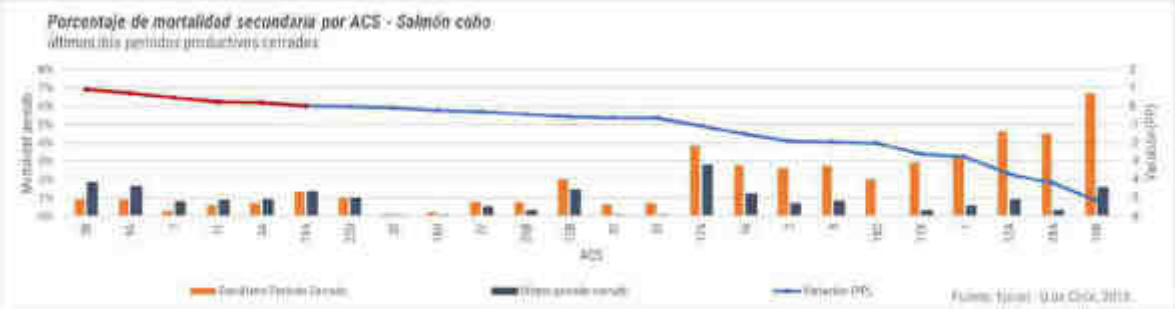


Tabla 73. Análisis estadístico mortalidad secundaria de salmón coho

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,31%	0,75%	-1,56
Mediana	1,00%	0,73%	-0,27
Desviación Estándar	2,45%	0,68%	-1,77
Mínimo	0,12%	0,00%	-0,12
Máximo	9,52%	2,78%	-6,73

Tabla 74. Mortalidad por causa secundaria - Salmón coho

% de mortalidad por causa secundaria - Salmón coho			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	3,32%	0,55%	-2,77
2	2,58%	0,67%	-1,92
3A	0,70%	0,89%	0,19
3B	0,91%	1,83%	0,92
6	N/A	N/A	N/A
7	0,30%	0,79%	0,49
8	2,74%	0,80%	-1,94
9A	0,89%	1,61%	0,71
9B	N/A	N/A	N/A
9C	N/A	N/A	N/A
10A	1,33%	1,34%	0,01
10B	6,68%	1,55%	-5,14
11	0,60%	0,83%	0,23
12A	4,59%	0,88%	-3,71
12B	2,00%	1,43%	-0,57
14	N/A	0,17%	N/A
15	N/A	N/A	N/A
16	2,77%	1,24%	-1,53
17A	3,87%	2,78%	-1,08
17B	2,91%	0,30%	-2,60
18A	N/A	N/A	N/A
18B	N/A	N/A	N/A
18C	2,01%	0,00%	-2,01
18D	0,22%	0,00%	-0,22
18E	N/A	0,00%	N/A
19A	N/A	N/A	N/A
19B	N/A	N/A	N/A
20	0,12%	0,03%	-0,09
21A	N/A	N/A	N/A
21B	N/A	N/A	N/A
21C	N/A	N/A	N/A
21D	N/A	N/A	N/A
22A	8,54%	N/A	N/A
22B	N/A	N/A	N/A
22C	0,87%	N/A	N/A
22D	1,00%	0,97%	-0,03

% de mortalidad por causa secundaria - Salmón coho			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23A	N/A	N/A	N/A
23B	9,52%	N/A	N/A
23C	N/A	N/A	N/A
24	N/A	N/A	N/A
25A	N/A	N/A	N/A
25B	N/A	0,20%	N/A
26A	N/A	N/A	N/A
26B	0,75%	0,32%	-0,44
27	0,78%	0,48%	-0,30
28A	4,49%	0,31%	-4,18
28B	N/A	N/A	N/A
28C	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
30A	0,65%	N/A	N/A
30B	N/A	N/A	N/A
31A	N/A	N/A	N/A
31B	0,36%	N/A	N/A
32	0,64%	0,00%	-0,64
33	0,71%	0,05%	-0,66
34	N/A	0,84%	N/A
35	N/A	N/A	N/A
44	N/A	N/A	N/A
45	N/A	N/A	N/A
49A	N/A	N/A	N/A
54A	N/A	N/A	N/A
55	N/A	N/A	N/A
56	N/A	N/A	N/A
57	N/A	N/A	N/A

A continuación, se analizará la mortalidad secundaria por causa y especie.

7.2.3.6 Mortalidad secundaria por causas

El análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas (Tabla 75) que como se mencionó anteriormente es referencial. La comparación correcta es la variación porcentual entre periodos productivos de una misma ACS dado que son independientes a nivel temporal, sin embargo, sirve para determinar la tendencia que en este caso ha mostrado que la mortalidad secundaria ha disminuido. Por su parte, en aquellas que hubo aumento de mortalidad, este fue sustancial. A nivel de causas de mortalidad secundarias, aquellas que han presentado un aumento en la mortalidad son: BKD, Micosis, Flavobacteriosis, Amebiasis, HSMI y SIT. Este aumento es entorno a los 0,03pp a 0,001pp.

En tanto la causa secundaria que predomina en la mortalidad es SRS, seguido por BKD e IPN. Se destaca el aumento de micosis, llegando en el último periodo productivo cerrado a sobrepasar la mortalidad por síndrome ictérico.

Tabla 75.Análisis estadístico mortalidad secundaria por causas

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundarias	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
SRS	2,65%	2,37%	1,84%	0,00%	8,60%	2,11%	1,68%	2,07%	0,00%	12,33%	-0,54
IPN	0,25%	0,04%	0,73%	0,00%	4,89%	0,10%	0,00%	0,26%	0,00%	1,53%	-0,15
BKD	0,15%	0,03%	0,39%	0,00%	2,34%	0,19%	0,05%	0,48%	0,00%	3,31%	0,03
Síndrome ictérico	0,11%	0,00%	0,21%	0,00%	1,18%	0,05%	0,00%	0,13%	0,00%	0,63%	-0,05
Vibrio	0,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,21%	-0,00
Furunculosis atípica	0,01%	0,00%	0,06%	0,00%	0,44%	0,01%	0,00%	0,08%	0,00%	0,61%	0,00
ISA	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
SIT	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,05%	0,00%	0,41%	0,01
Yersiniosis	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Micosis	0,07%	0,02%	0,12%	0,00%	0,60%	0,09%	0,03%	0,16%	0,00%	0,99%	0,02
Francisellosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Flavobacteriosis	0,04%	0,00%	0,13%	0,00%	0,93%	0,06%	0,00%	0,31%	0,00%	2,44%	0,02
Amebiasis	0,01%	0,00%	0,07%	0,00%	0,49%	0,04%	0,00%	0,12%	0,00%	0,70%	0,04
HSMI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,11%	0,00%	0,82%	0,02
Otras Sec.	0,07%	0,00%	0,36%	0,00%	2,64%	0,06%	0,00%	0,23%	0,00%	1,75%	-0,02
Streptococosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,12%	0,00
ICH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,10%	0,00

El Gráfico 150 muestra la mortalidad secundaria por causa por ACS para el penúltimo periodo cerrado y el Gráfico 151 muestra la mortalidad secundaria por causas por ACS para el último periodo cerrado. En ambos periodos predomina la mortalidad de SRS, donde se destaca el máximo alcanzado por a ACS 27 en el último periodo cerrado, alcanzando una mortalidad de 12,72%, donde el 12,33% es por la causal SRS.

Al realizar un análisis excluyendo SRS, Gráfico 152 y Gráfico 153, la mortalidad secundaria que predomina se compone de BKD, IPN y aparecen otras causas secundarias de forma muy marcada en algunas ACS tales como ACS 1, 21C y 25A.

Gráfico 150. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo

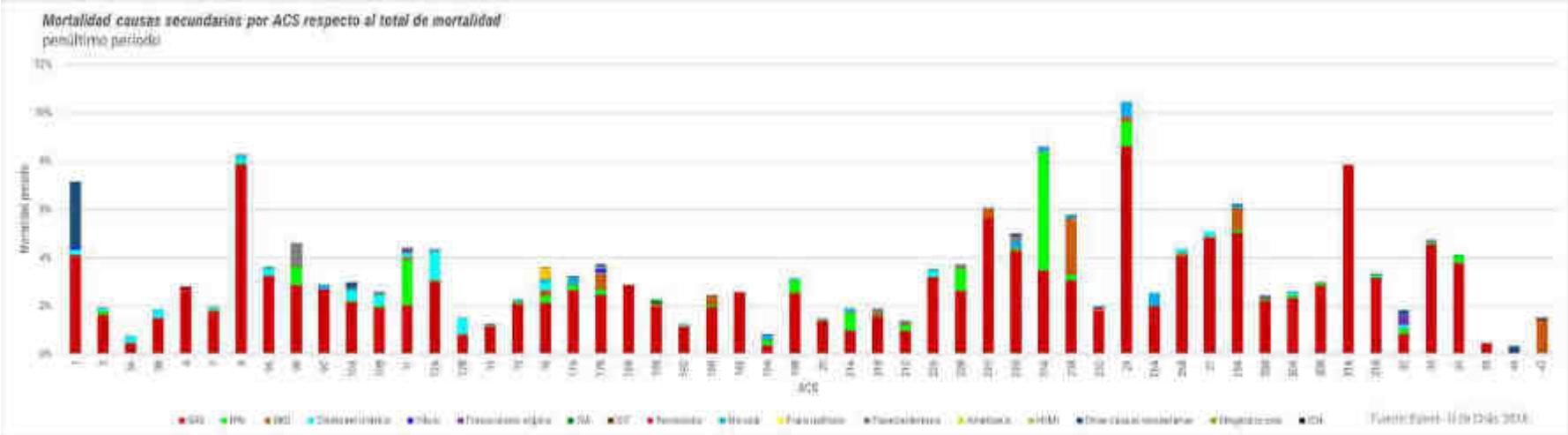
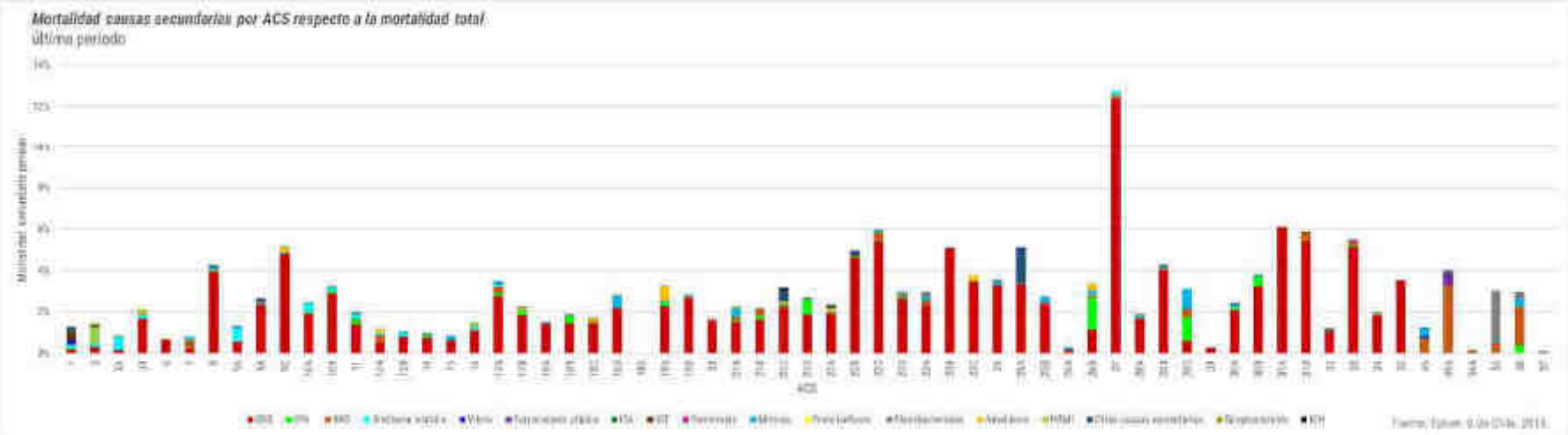


Gráfico 151. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo [5]



[5] El último periodo de la ACS 44 fue descartado del análisis dado que los ciclos productivos del periodo en cuestión se encuentran en calidad de "iniciado" o "no operativo", por lo que no registran información para analizar.

Gráfico 152. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS

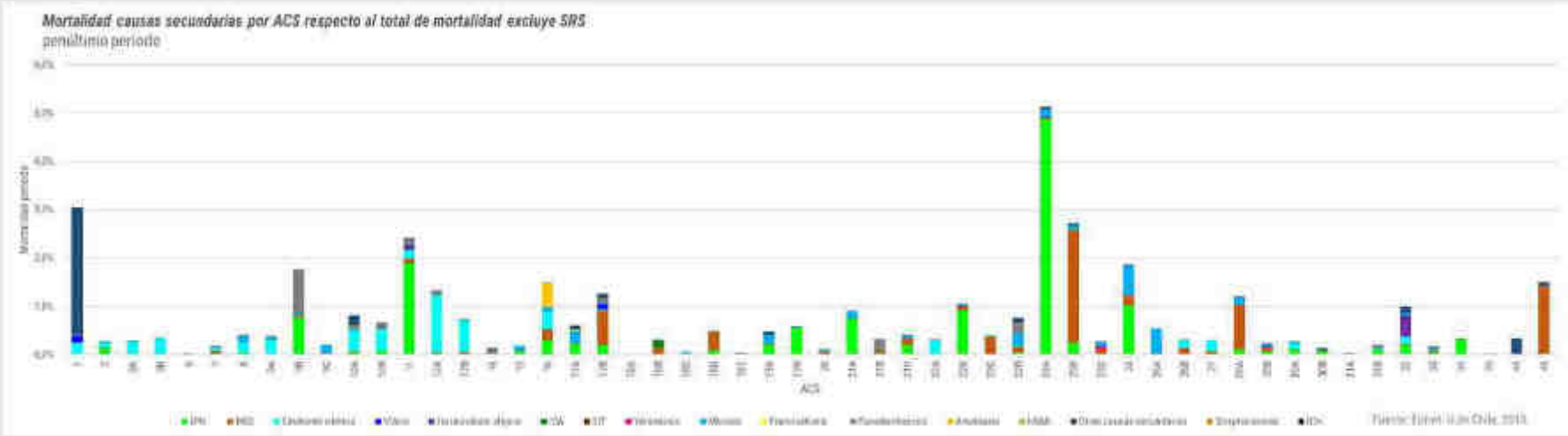
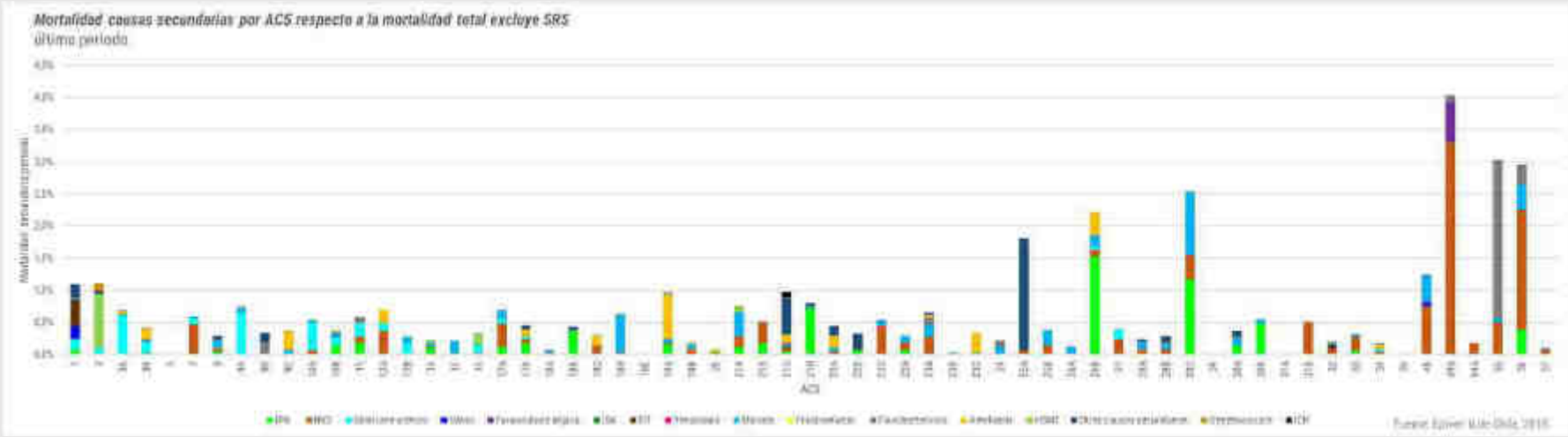


Gráfico 153. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS[6]



[6] El último periodo de la ACS 44 fue descartado del análisis dado que los ciclos productivos del periodo en cuestión se encuentran en calidad de "iniciado" o "no operativo", por lo que no registran información para analizar.

7.2.3.6.1. Mortalidad secundaria por causas respecto a la mortalidad secundaria

El indicador de mortalidad secundaria por causas respecto a la mortalidad secundaria permite determinar la distribución de la mortalidad, la Tabla 76 muestra el análisis estadístico referencial, donde predomina SRS con un promedio de 76,79% en el penúltimo periodo y 69,22% en el último periodo productivo, seguido por BKD con 5,12% en el penúltimo periodo y 9,55% en el último periodo, luego por IPN con 6,10% en el penúltimo periodo y 3,72% en el último periodo.

Tabla 76. Análisis estadístico distribución de mortalidad secundaria por causas

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundarias	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
SRS	76,79%	83,57%	22,70%	0,00%	99,99%	69,22%	80,23%	31,37%	0,00%	99,98%	-7,57
IPN	6,10%	0,92%	11,64%	0,00%	57,01%	3,72%	0,05%	8,56%	0,00%	45,40%	-2,37
BKD	5,12%	1,18%	13,99%	0,00%	94,23%	9,55%	1,61%	20,81%	0,00%	100,00%	4,44
Síndrome ictérico	4,22%	0,01%	9,01%	0,00%	43,42%	3,90%	0,00%	11,50%	0,00%	72,99%	-0,32
Vibrio	0,11%	0,00%	0,47%	0,00%	2,81%	0,33%	0,00%	2,11%	0,00%	16,19%	0,22
Furunculosis atípica	0,49%	0,00%	3,31%	0,00%	24,27%	0,32%	0,00%	1,97%	0,00%	15,13%	-0,17
ISA	0,12%	0,00%	0,88%	0,00%	6,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	-0,12
SIT	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,58%	0,00%	4,01%	0,00%	31,39%	0,58
Yersiniosis	0,05%	0,00%	0,36%	0,00%	2,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,05
Micosis	2,26%	0,65%	4,45%	0,00%	22,77%	4,43%	1,39%	8,47%	0,00%	41,93%	2,17
Francisellosis	0,01%	0,00%	0,05%	0,00%	0,39%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,04%	-0,01
Flavobacteriosis	1,22%	0,00%	3,40%	0,00%	20,24%	2,89%	0,01%	12,22%	0,00%	80,77%	1,67
Amebiasis	0,25%	0,00%	1,86%	0,00%	13,68%	1,79%	0,00%	4,16%	0,00%	21,34%	1,54
HSMI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,27%	0,00%	7,38%	0,00%	57,02%	1,27
Otras Sec.	3,26%	0,14%	13,92%	0,00%	96,22%	1,80%	0,16%	5,25%	0,00%	34,07%	-1,46
Streptococosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,00%	1,05%	0,00%	8,27%	0,14
ICH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,38%	0,00%	3,01%	0,05

El Gráfico 154 y Gráfico 155 muestran la mortalidad secundaria por causa por ACS respecto a la mortalidad secundaria para el penúltimo periodo cerrado y el último periodo cerrado correspondientemente. En ambos periodos predomina la mortalidad de SRS, donde se destaca el máximo alcanzado por la ACS 31A en ambos periodos su mortalidad secundaria alcanza en torno al 99%.

Gráfico 154. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto mortalidad secundaria para el último periodo productivo

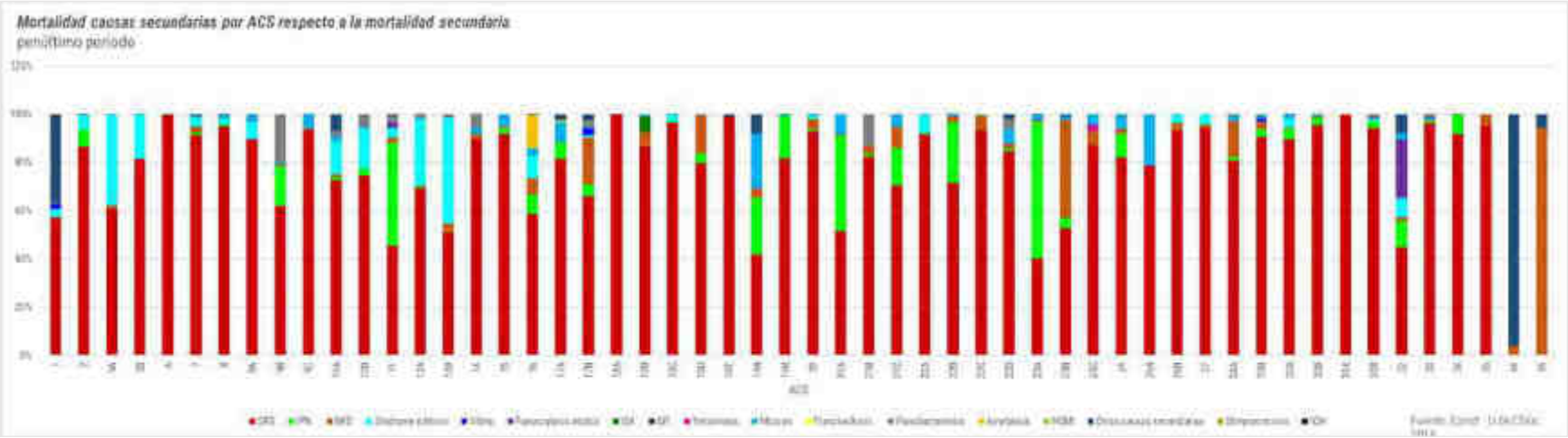
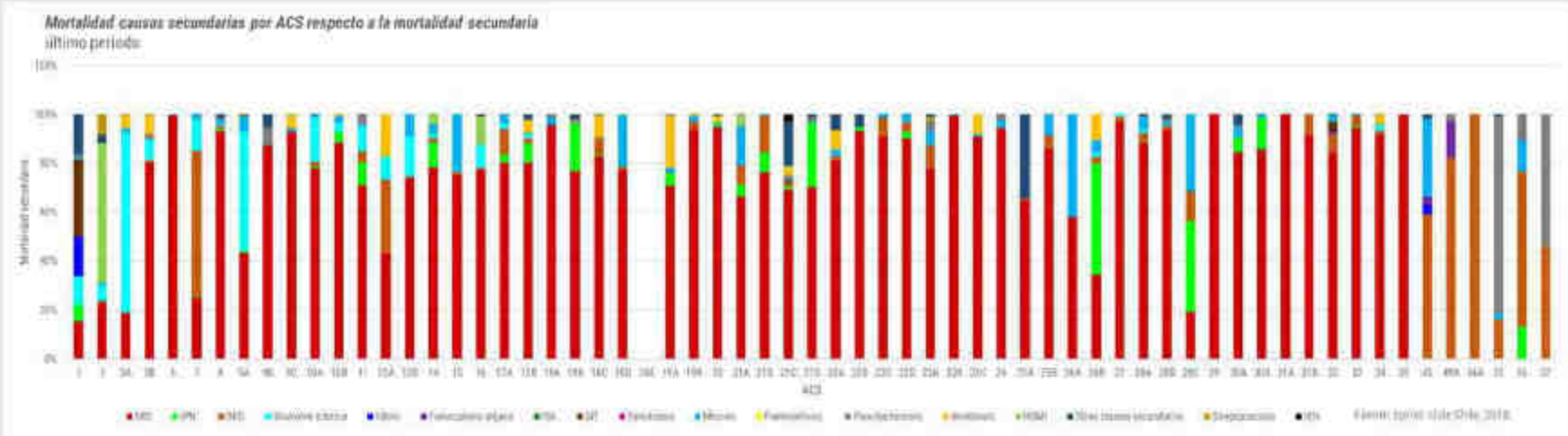


Gráfico 155. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto mortalidad secundaria para el último periodo productivo



7.2.3.6.7 Mortalidad secundaria por causas por especie

El indicador de mortalidad secundaria por causa específica por especie por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie permite comparar el número de peces muertos por causa secundaria específica por especie para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados de esta especie en el mismo periodo para una ACS.

Mortalidad secundaria por causa – Salmón del atlántico

La mortalidad secundaria de salmón del atlántico por causa muestra una predominancia de SRS que se ha mantenido en ambos periodos productivos, con una leve baja en el último periodo productivo, sin embargo, hay un aumento de BKD, micosis, flavobacteriosis, amebiasis, HSMI, otras causas secundarias y vibriosis (Ver Tabla 77).

Tabla 77. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de salmón del atlántico

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundarias	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
% Mortalidad Salar	14,26%	14,11%	5,49%	3,26%	30,45%	17,03%	12,77%	15,83%	3,92%	100,00%	2,77
%Mortalidad Secundaria Salar	3,16%	2,57%	2,35%	0,19%	10,46%	3,04%	2,63%	3,55%	0,11%	27,84%	-0,12
SRS	2,48%	2,07%	1,88%	0,00%	8,60%	2,40%	1,90%	3,55%	0,00%	27,27%	-0,08
BKD	0,09%	0,02%	0,21%	0,00%	1,41%	0,20%	0,01%	0,55%	0,00%	3,81%	0,10
IPN	0,42%	0,06%	1,14%	0,00%	6,32%	0,14%	0,00%	0,37%	0,00%	2,43%	-0,28
Síndrome ictérico	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Vibrio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,05%	0,00
Furunculosis atípica	0,02%	0,00%	0,11%	0,00%	0,68%	0,01%	0,00%	0,10%	0,00%	0,78%	-0,01
ISA	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
SIT	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
Yersiniosis	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Micosis	0,10%	0,03%	0,14%	0,00%	0,60%	0,11%	0,05%	0,18%	0,00%	0,99%	0,01
Francisellosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Flavobacteriosis	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,06%	0,05%	0,00%	0,31%	0,00%	2,44%	0,05
Amebiasis	0,01%	0,00%	0,09%	0,00%	0,64%	0,06%	0,00%	0,14%	0,00%	0,70%	0,04
HSMI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,17%	0,00%	1,33%	0,03
Otras Sec.	0,02%	0,00%	0,06%	0,00%	0,32%	0,05%	0,00%	0,23%	0,00%	1,75%	0,02
Streptococosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,19%	0,00
ICH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-

El Gráfico 156 y Gráfico 157 muestran un aumento de SRS sobre el promedio de la mortalidad en la ACS 27 para el último periodo cerrado. Al analizar las ACS excluyendo SRS (Gráfico 158 y Gráfico 159) se muestran un aumento de IPN en la ACS 26B y ACS 28C, además un aumento de mortalidad por BKD en las agrupaciones de la Región de Magallanes, ACS 45, ACS 49A, ACS 54A, ACS 55 y ACS 56, el máximo se produjo en la ACS 49A con 3,81% de mortalidad por BKD.

Gráfico 156. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Salmón Atlántico

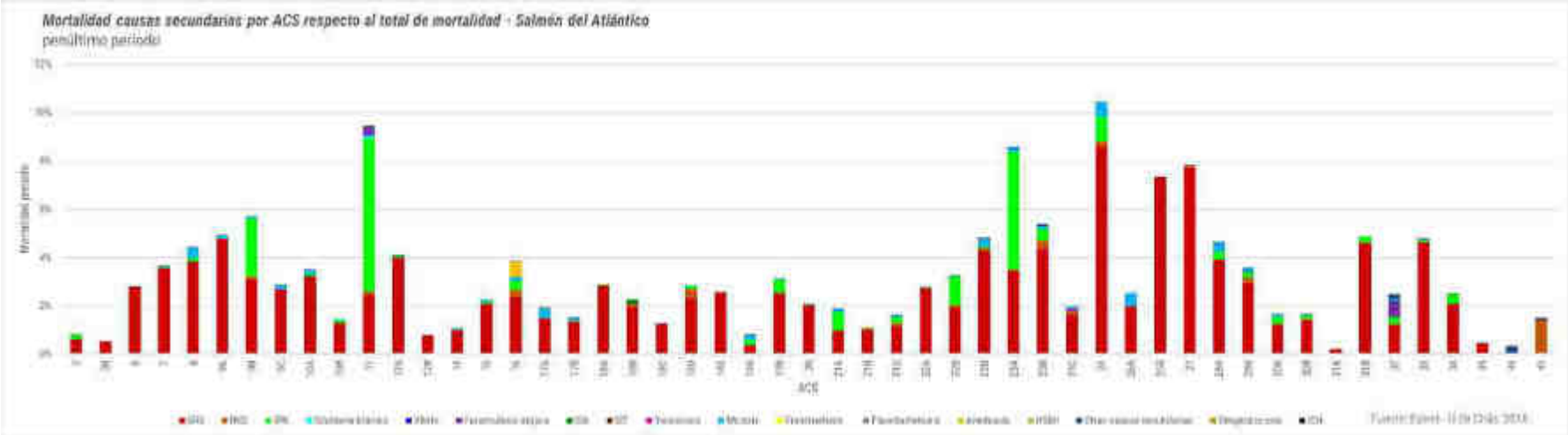


Gráfico 157. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Salmón Atlántico

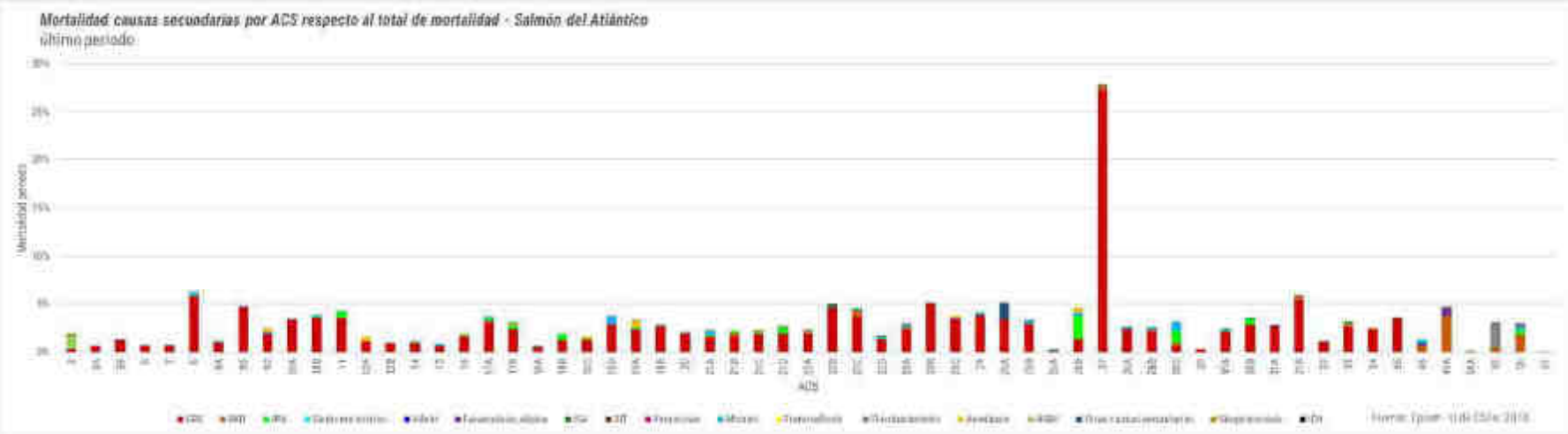


Gráfico 158.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS – Salmón Atlántico

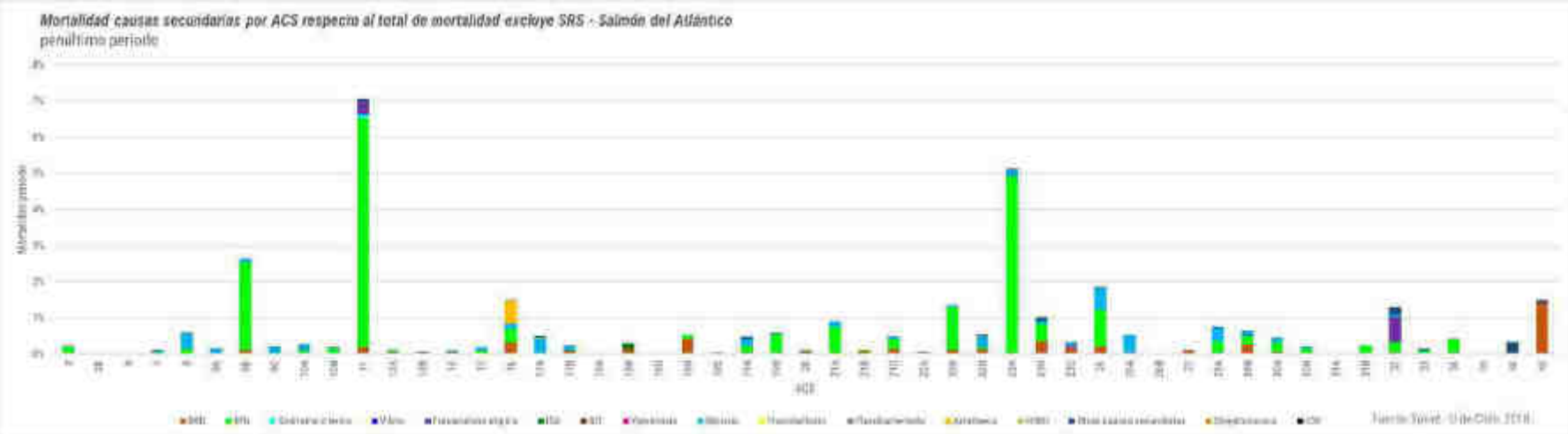
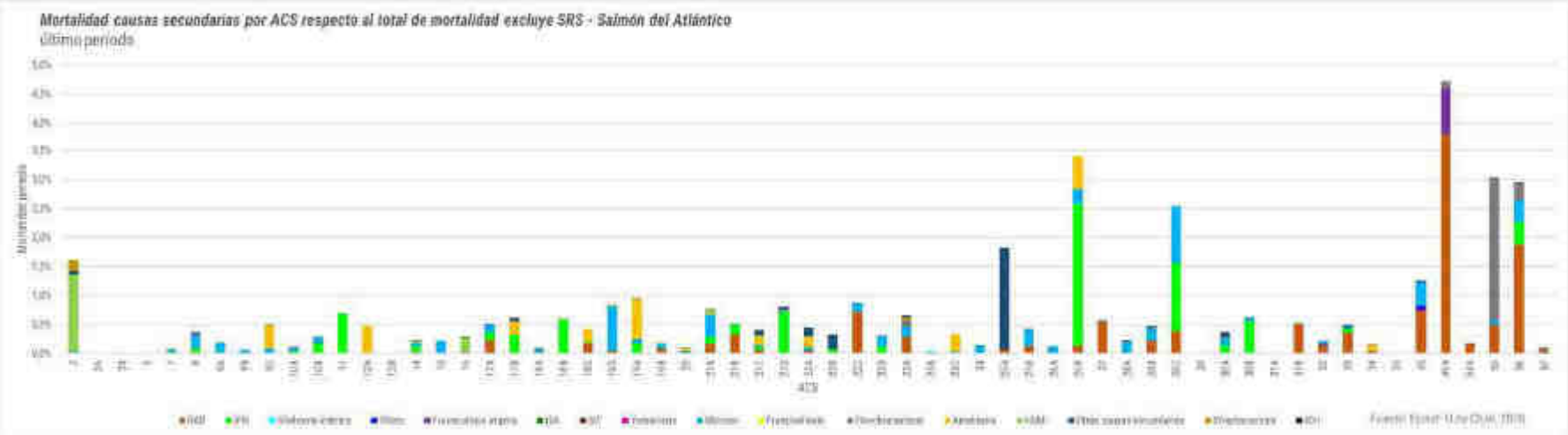


Gráfico 159.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS – Salmón Atlántico



Mortalidad secundaria por causas – Trucha arcoíris

La mortalidad secundaria de trucha arcoíris por causa muestra una predominancia de SRS que se ha mantenido en ambos periodos productivos, sin embargo, presenta una disminución en el último periodo productivo, en cuanto a las otras causas de mortalidad secundaria todas han disminuido excepto BKD con una variación de 0,05pp, seguido por SIT que presenta un aumento de 0,04pp (Ver Tabla 78).

Tabla 78. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de Trucha arcoíris

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundarias	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
% Mortalidad Trucha	19,37%	18,28%	9,63%	3,82%	39,04%	16,88%	13,34%	17,87%	3,54%	100,00%	-2,49
%Mortalidad Secundaria Trucha	6,26%	5,07%	5,68%	0,00%	28,62%	4,31%	2,81%	4,07%	0,00%	18,84%	-1,96
SRS	5,78%	4,37%	5,73%	0,00%	28,62%	3,96%	2,70%	4,19%	0,00%	18,84%	-1,82
BKD	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,07%	0,06%	0,00%	0,29%	0,00%	1,49%	0,05
IPN	0,03%	0,00%	0,13%	0,00%	0,61%	0,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,13%	-0,03
Síndrome ictérico	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
Vibrio	0,01%	0,00%	0,05%	0,00%	0,23%	0,01%	0,00%	0,06%	0,00%	0,32%	-0,00
Furunculosis atípica	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
ISA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
SIT	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,13%	0,00%	0,62%	0,04
Yersiniosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Micosis	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	-0,00
Francisellosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
Flavobacteriosis	0,23%	0,03%	0,40%	0,00%	1,53%	0,08%	0,02%	0,17%	0,00%	0,65%	-0,14
Amebiasis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,03%	0,00%	0,12%	0,01
HSMI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Otras Sec.	0,20%	0,00%	0,65%	0,00%	3,03%	0,13%	0,02%	0,43%	0,00%	2,24%	-0,08
Streptococosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
ICH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,08%	0,00%	0,44%	0,02

El Gráfico 160 y Gráfico 161 muestran que la causa que predomina en ambos periodos productivos por ACS es SRS, con un peak en la ACS 22C en el penúltimo periodo productivo con 28,62% de mortalidad de SRS de trucha arcoíris y en la ACS 33 con 18,84% de mortalidad en el último periodo productivo. Al analizar las ACS excluyendo SRS (Gráfico 162 y Gráfico 163) se muestra un aumento del último periodo productivo de otras causas secundarias en la ACS 21C con 2,24% de mortalidad, además un aumento de mortalidad por IPN en las agrupaciones de la Región de Magallanes, ACS 49A con 1,49% de mortalidad.

Gráfico 160.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Trucha arcoíris

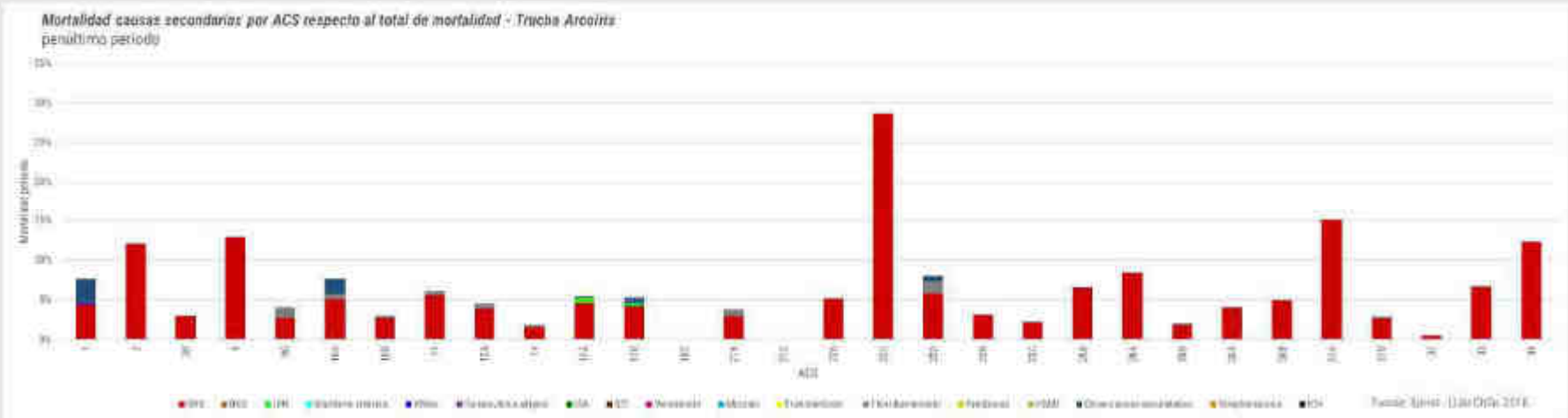


Gráfico 161.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Trucha arcoíris

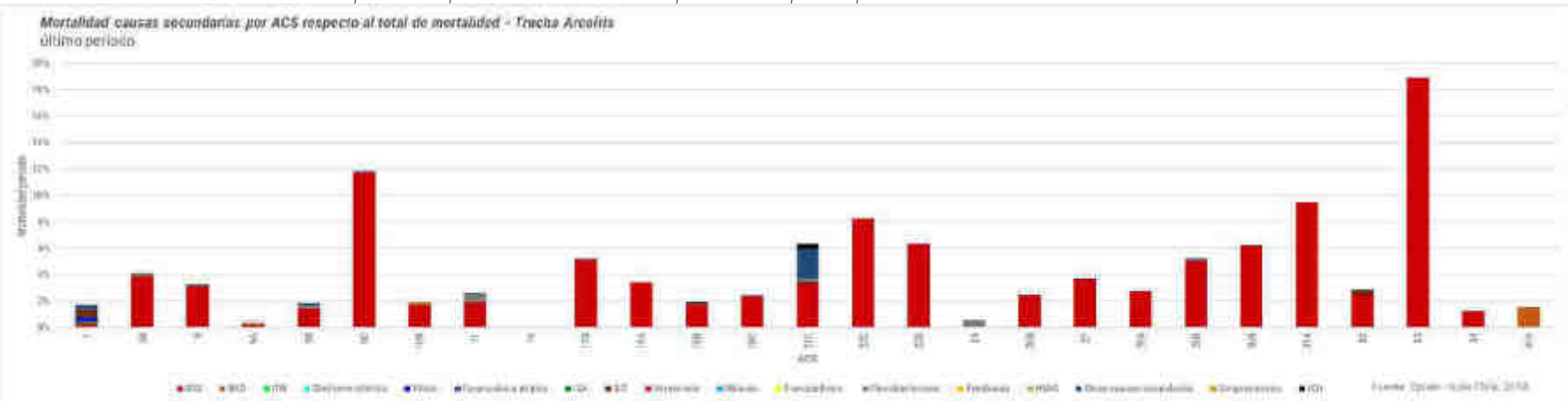


Gráfico 162.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS – Trucha arcoíris

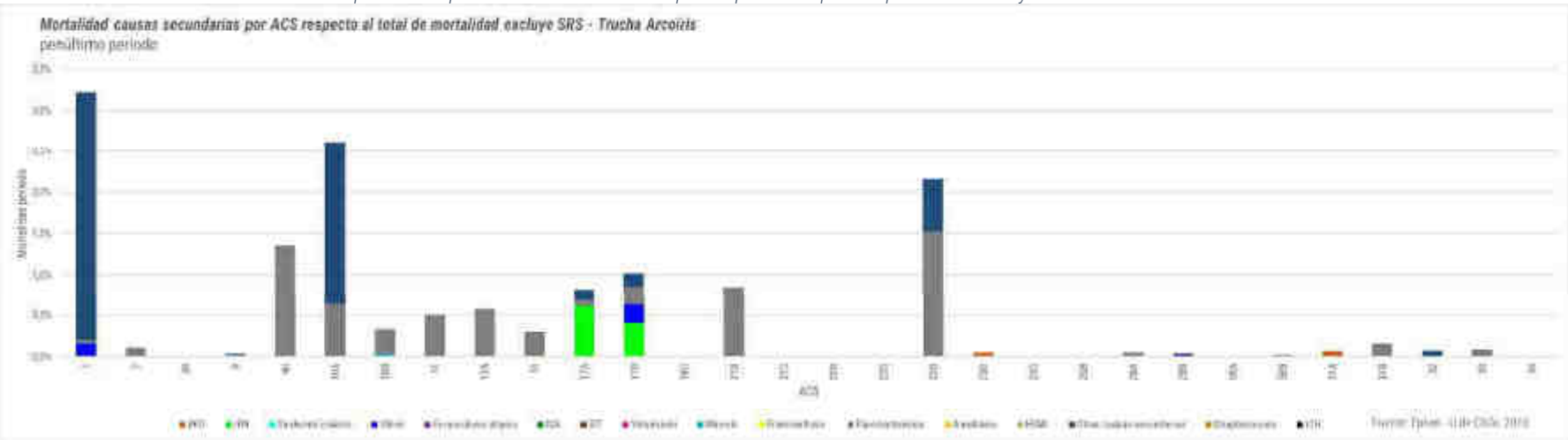
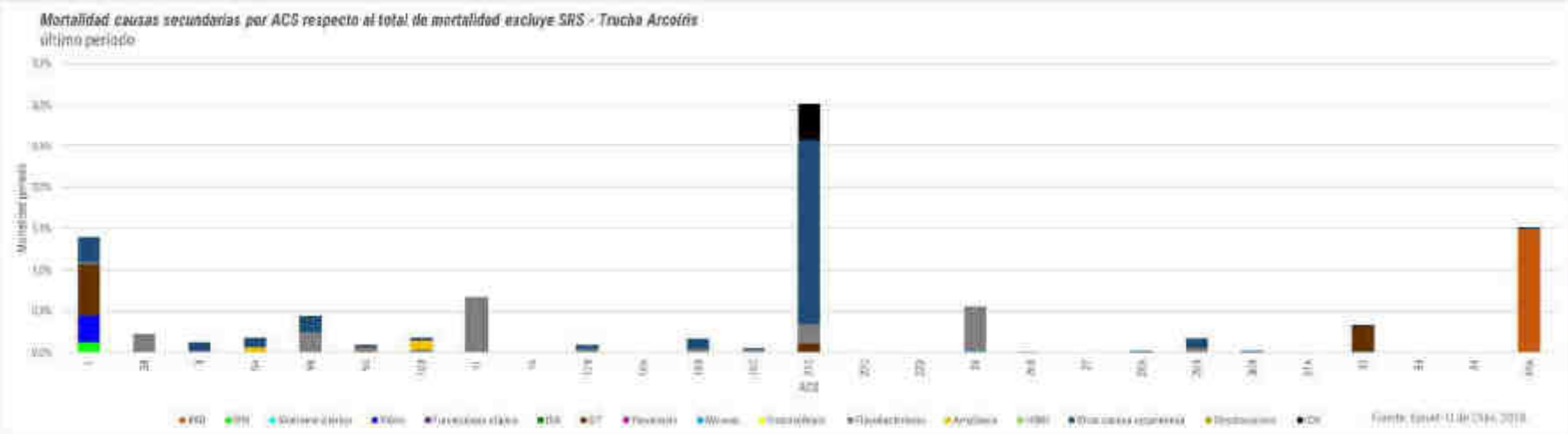


Gráfico 163. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS – Trucha arcoíris



Mortalidad secundaria por causas – Salmón coho

La mortalidad secundaria de salmón coho ha disminuido sustancialmente de un promedio de 2,31% a 0,75%, sin embargo, se destaca el incremento de amebiasis en 0,01pp. La causa secundaria que predomina en salmón coho ha variado entre periodos productivos, ya que en el penúltimo periodo era SRS, segundo de Síndrome Ictérico y BKD, en tanto en el último periodo es Síndrome Ictérico, seguido de BKD y SRS.

Tabla 79. Análisis estadístico de mortalidad secundaria por causas respecto a la siembra de Salmón coho

	penúltimo periodo productivo					último periodo productivo					
	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Variación (PP)
% Mortalidad del periodo	14,27%	13,71%	4,98%	3,26%	26,23%	14,38%	12,36%	8,75%	3,92%	53,28%	0,11
Secundarias	3,37%	2,84%	2,17%	0,34%	10,46%	2,74%	2,45%	2,01%	0,00%	12,72%	-0,63
% Mortalidad Coho	11,73%	8,87%	7,79%	3,32%	37,40%	7,12%	6,09%	4,45%	2,38%	23,25%	-4,61
%Mortalidad Secundaria Coho	2,31%	1,00%	2,45%	0,12%	9,52%	0,75%	0,73%	0,68%	0,00%	2,78%	-1,56
SRS	0,87%	0,29%	1,36%	0,00%	6,44%	0,17%	0,03%	0,29%	0,00%	1,19%	-0,70
BKD	0,60%	0,01%	1,89%	0,00%	9,31%	0,18%	0,01%	0,34%	0,00%	1,36%	-0,42
IPN	0,02%	0,00%	0,03%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02
Síndrome ictérico	0,76%	0,33%	1,10%	0,00%	4,98%	0,36%	0,20%	0,42%	0,00%	1,44%	-0,40
Vibrio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
Furunculosis atípica	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
ISA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,00
SIT	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Yersiniosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Micosis	0,05%	0,00%	0,17%	0,00%	0,88%	0,01%	0,00%	0,05%	0,00%	0,27%	-0,03
Francisellosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
Flavobacteriosis	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	-0,00
Amebiasis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,06%	0,00%	0,29%	0,01
HSMI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Otras Sec.	0,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,10%	0,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,09%	0,00
Streptococosis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
ICH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00

El Gráfico 164 y el Gráfico 165 muestran que la causa que predomina ha variado en ambos periodos productivos, en el penúltimo periodo es SRS, con un peak en la ACS 22A de 6,44%% de mortalidad de SRS de salmón cocho, en tanto el último periodo productivo predomina el Síndrome Ictérico con un peak en la ACS 10B de 4,98% de mortalidad. Este fenómeno se ve claramente al excluir SRS de los gráficos (Gráfico 166 y Gráfico 167).

Gráfico 164.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo – Salmón coho

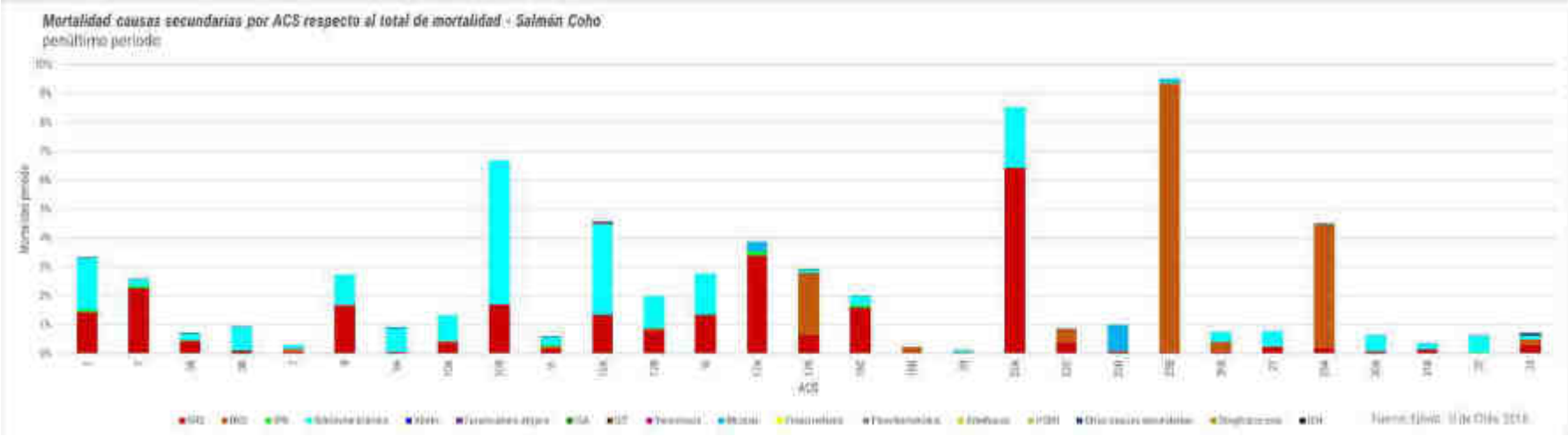


Gráfico 165. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo – Salmón coho

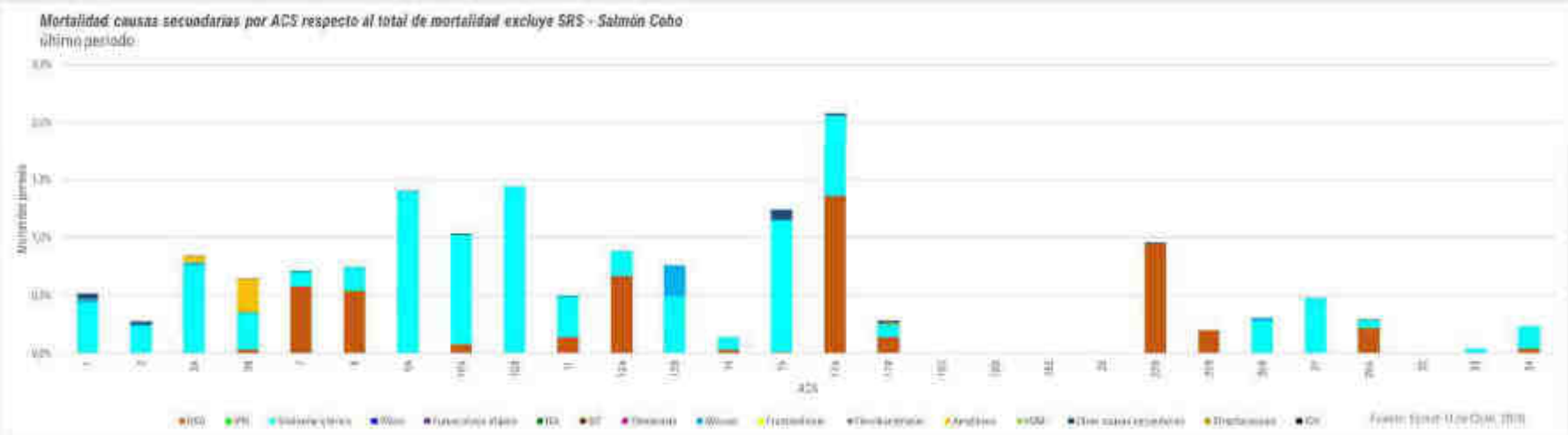


Gráfico 166.Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el penúltimo periodo productivo excluye SRS– Salmón coho

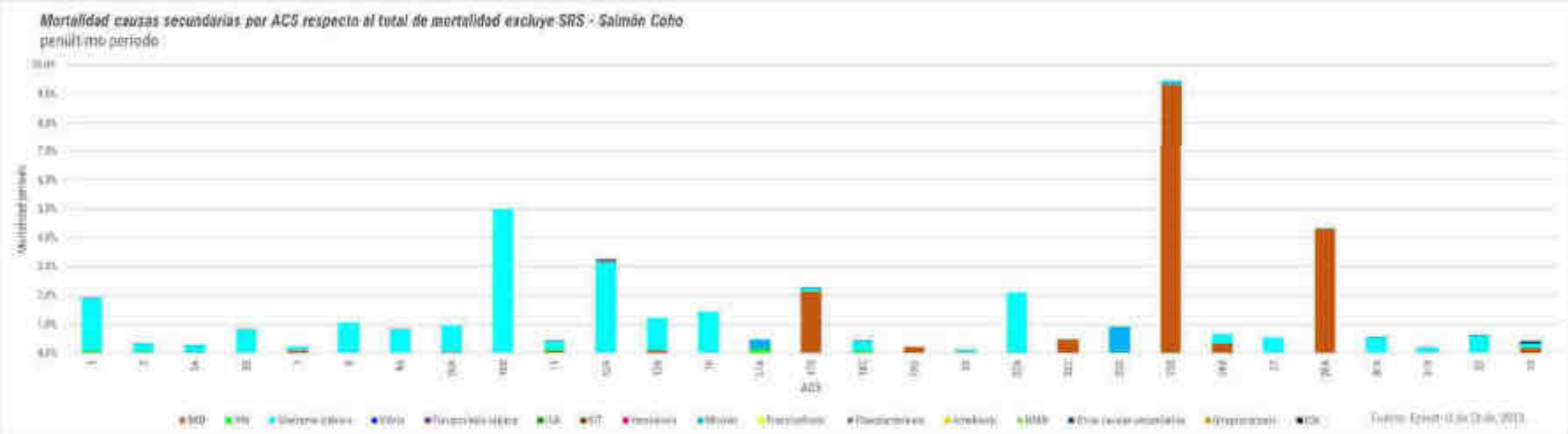
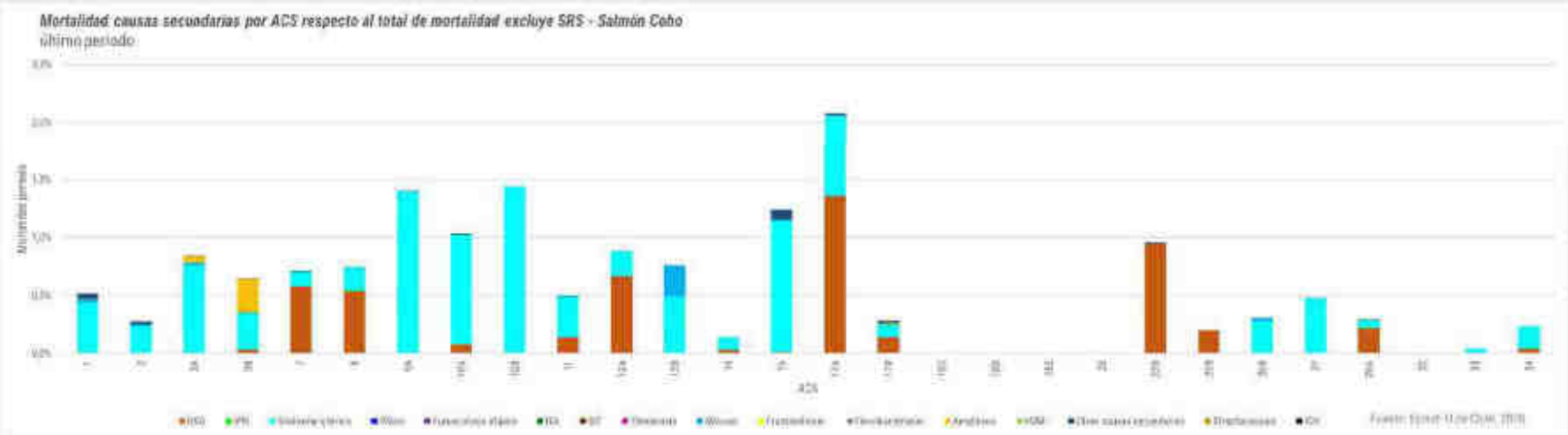


Gráfico 167. Mortalidad causas secundarias por ACS respecto al total de mortalidad para el último periodo productivo excluye SRS– Salmón coho



7.2.3.6.3. Mortalidad SRS

El Síndrome Rickettsial Salmonídeo o Piscirickettsiosis (SRS) es la causa que predomina en mortalidad secundaria, por consiguiente, se profundizará el análisis de tendencias en ACS a nivel general, de manera de poder determinar cuáles son las ACS que se ven mayormente afectadas por SRS.

El Gráfico 168 muestra que, de las ACS estudiadas, el 44% presentó un aumento de mortalidad respecto al periodo anterior. La Tabla 80 refleja que a nivel general existe una disminución de la mortalidad por SRS con una variación en puntos porcentuales promedio de -0,54pp, sin embargo, se presentan focos de aumento de mortalidad por SRS, así como también una importante disminución en algunas agrupaciones.

Gráfico 168. Mortalidad SRS últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

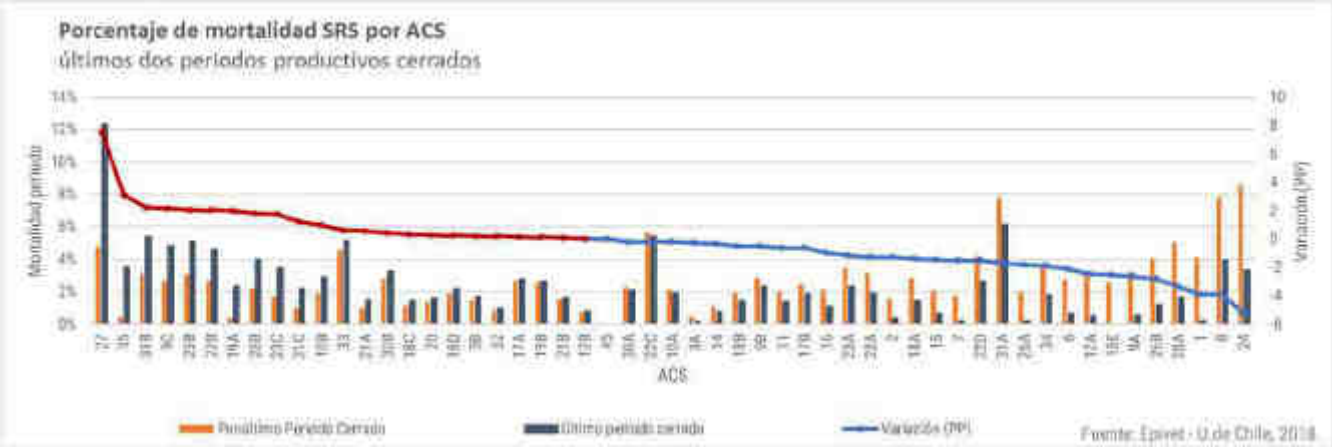


Tabla 80. Análisis estadístico mortalidad SRS

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,65%	2,11%	-0,54
Mediana	2,37%	1,68%	-0,69
Desviación Estándar	1,84%	2,07%	0,23
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	8,60%	12,33%	3,73

La Tabla 81 muestra la mortalidad por SRS y su variación por ACS, la ACS que sufrió un mayor aumento de mortalidad es la ACS 27 con 7,54pp, alcanzando una mortalidad de 12,33% en el último periodo productivo. Por otro lado, la ACS que presentó una mayor disminución de mortalidad es la ACS 24 con una variación de -5,3pp, con mortalidad de 3,3% en el último periodo.

Tabla 81. Mortalidad por SRS por ACS

% de mortalidad por SRS			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	4,09%	0,20%	-3,89
2	1,62%	0,34%	-1,28
3A	0,42%	0,16%	-0,27
3B	1,48%	1,68%	0,20
6	2,76%	0,66%	-2,10
7	1,74%	0,20%	-1,54
8	7,86%	3,95%	-3,91
9A	3,22%	0,57%	-2,65
9B	2,84%	2,33%	-0,52
9C	2,66%	4,81%	2,14
10A	2,14%	1,91%	-0,23
10B	1,91%	2,88%	0,97
11	2,01%	1,41%	-0,61
12A	2,98%	0,53%	-2,45
12B	0,76%	0,79%	0,03
14	1,10%	0,75%	-0,35
15	2,07%	0,64%	-1,44
16	2,10%	1,10%	-1,00
17A	2,62%	2,78%	0,15
17B	2,45%	1,84%	-0,62
18A	2,83%	1,44%	-1,39
18B	1,93%	1,45%	-0,49
18C	1,12%	1,44%	0,32
18D	1,93%	2,17%	0,24
18E	2,54%	0,00%	-2,54
19A	0,34%	2,31%	1,96
19B	2,51%	2,64%	0,13
20	1,35%	1,59%	0,25
21A	0,96%	1,50%	0,54
21B	1,55%	1,65%	0,10
21C	0,96%	2,19%	1,23
21D	N/A	1,90%	N/A
22A	3,18%	1,90%	-1,27
22B	2,61%	4,64%	2,02
22C	5,65%	5,42%	-0,23
22D	4,22%	2,67%	-1,55
23A	3,45%	2,30%	-1,15

% de mortalidad por SRS			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	3,03%	5,09%	2,05
23C	1,73%	3,46%	1,73
24	8,60%	3,30%	-5,30
25A	N/A	3,32%	N/A
25B	N/A	2,33%	N/A
26A	1,97%	0,18%	-1,80
26B	4,03%	1,17%	-2,86
27	4,78%	12,33%	7,54
28A	5,02%	1,64%	-3,37
28B	2,17%	4,00%	1,83
28C	N/A	0,60%	N/A
29	N/A	0,27%	N/A
30A	2,29%	2,08%	-0,21
30B	2,82%	3,25%	0,43
31A	7,80%	6,11%	-1,70
31B	3,13%	5,38%	2,25
32	0,81%	0,99%	0,18
33	4,54%	5,16%	0,62
34	3,73%	1,82%	-1,91
35	0,41%	3,51%	3,09
44	0,00%	N/A	N/A
45	0,00%	0,00%	0,00
49A	N/A	0,00%	N/A
54A	N/A	0,00%	N/A
55	N/A	0,00%	N/A
56	N/A	0,00%	N/A
57	N/A	0,00%	N/A

A nivel de especie (Gráfico 169, Gráfico 170 y Gráfico 171), la especie que se ve mayormente afectada por SRS es salmón del atlántico, se presentó un aumento de mortalidad el 48% de las ACS estudiadas que presentan producción de salmón del atlántico en ambos periodos, el promedio de mortalidad en último periodo de 2,4%. Sin embargo, la variación promedio disminuyó alcanzando un promedio -0,08pp.

En segundo lugar, se ubica la trucha arcoíris con un 47% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de SRS, con una variación promedio de -1,82 puntos porcentuales y un promedio de mortalidad en último periodo 3,96%.

En tercer lugar, el salmón coho con un 33% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de SRS con un promedio de mortalidad en último periodo 0,17% mortalidad, y una variación promedio de -0,70pp.

Gráfico 169. Mortalidad SRS - Salmón del atlántico

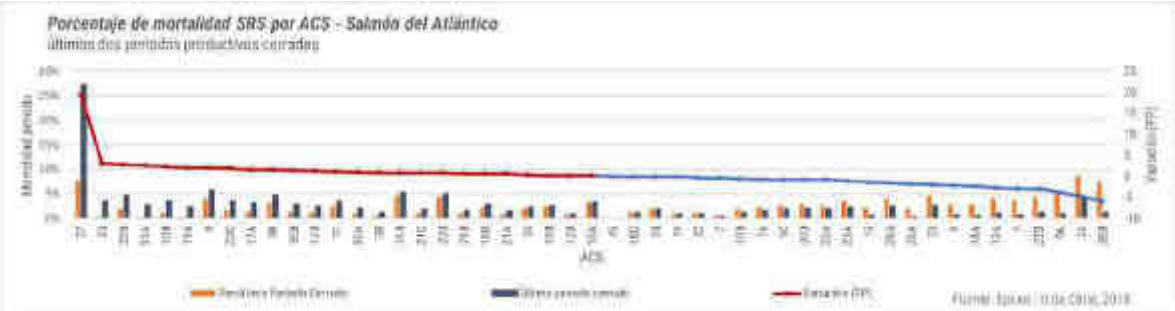


Gráfico 170. Mortalidad SRS - Trucha arcoíris

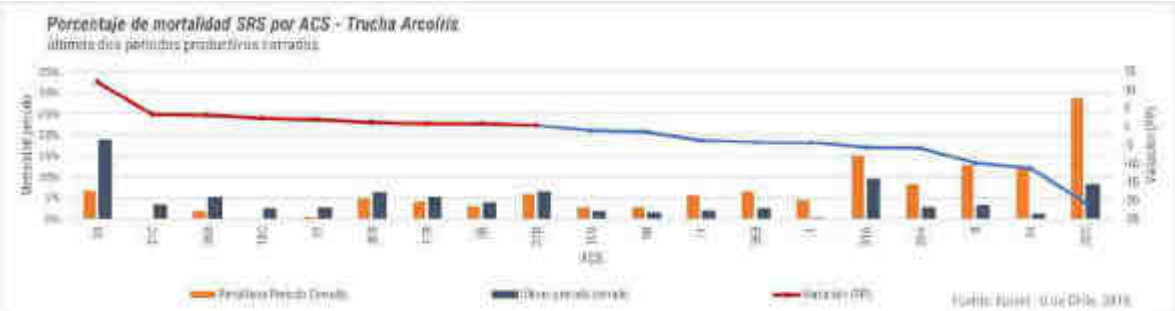
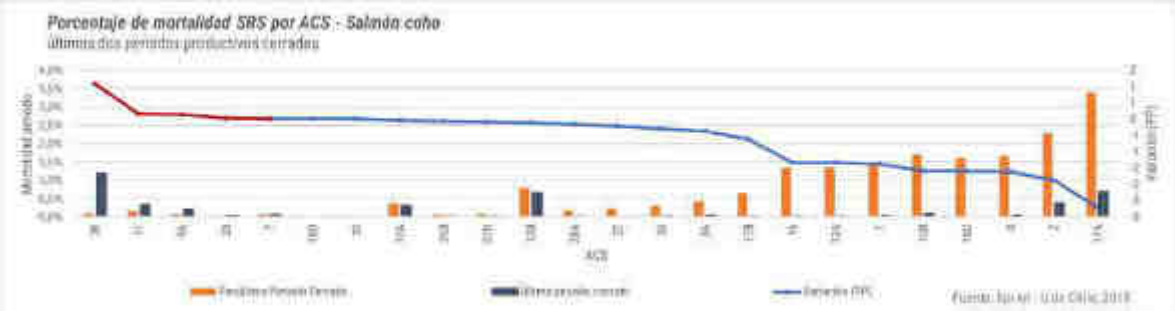


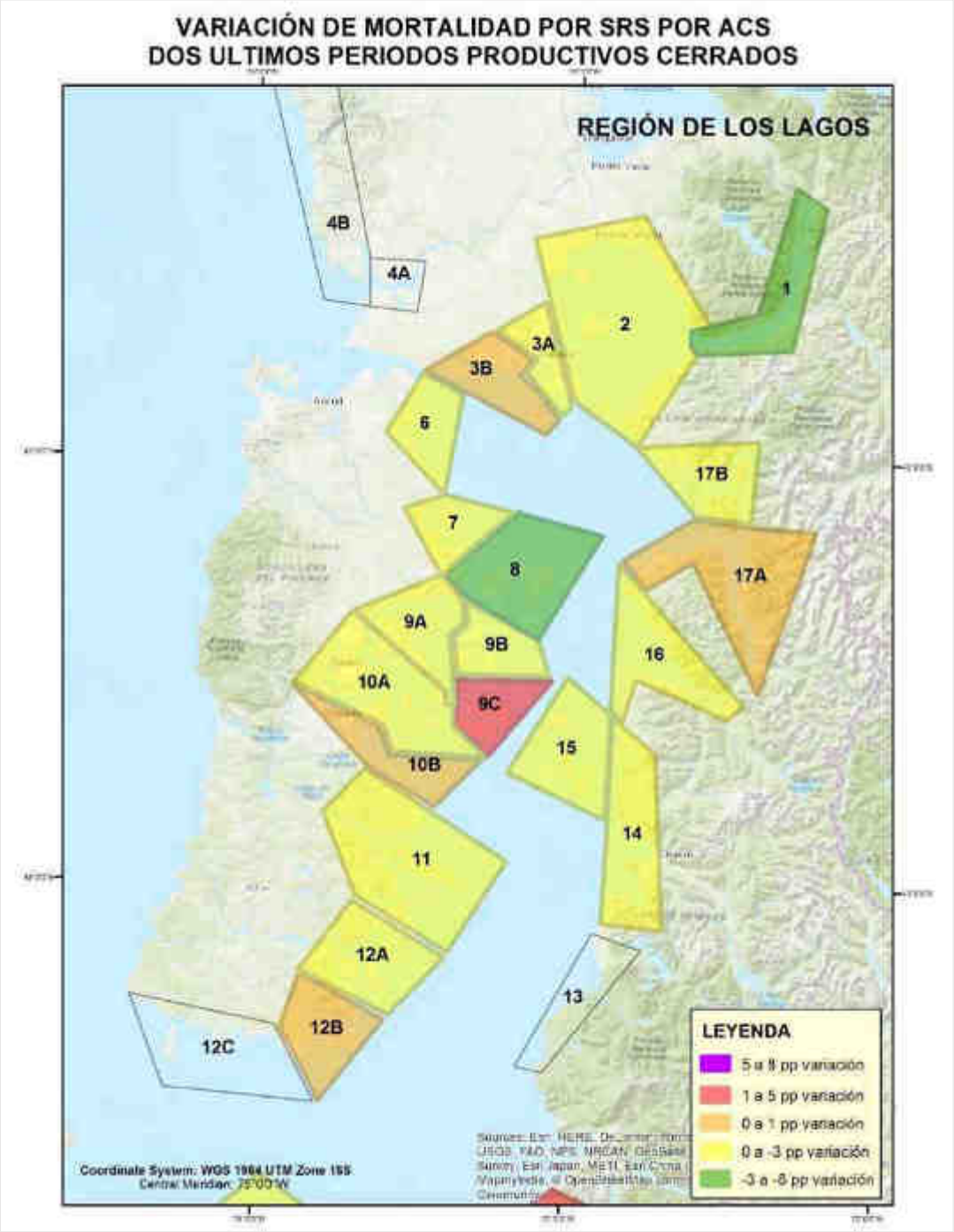
Gráfico 171. Mortalidad SRS - Salmón coho



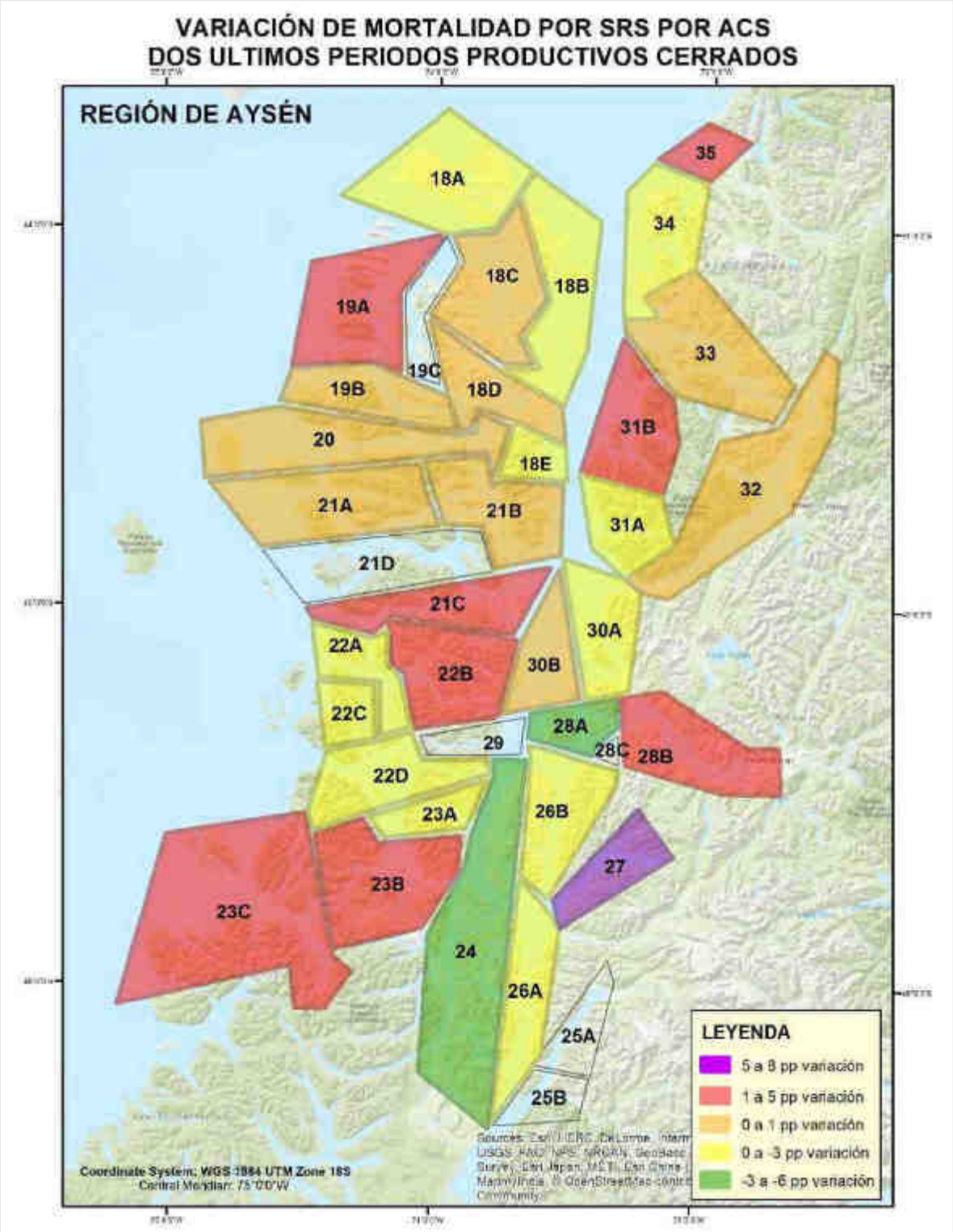
Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad por SRS en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad. En este caso en la Región de Los Lagos se observa en general buenos resultados con variaciones menores a 0 pp de variación. Sin embargo, destaca el mal resultado de la ACS 9C ubicada en el sector del Archipiélago de las Islas Alao, Apiao y Chaulinec. En tanto, en la Región de Aysén se observa mayor presencia de ACS situadas en categorías con malos resultados en términos de variación para esta causal de mortalidad infecciosa, destacan las ACS 23 en el sector sur poniente de la región en Islas Salas, Fitz Roy y Clemente,

y la ACS 27 ubicada en el Fiordo Quitralco. La Región de Magallanes por su parte, muestra a la ACS 45 con buenos resultados, dentro del rango 0pp a -3pp de variación.

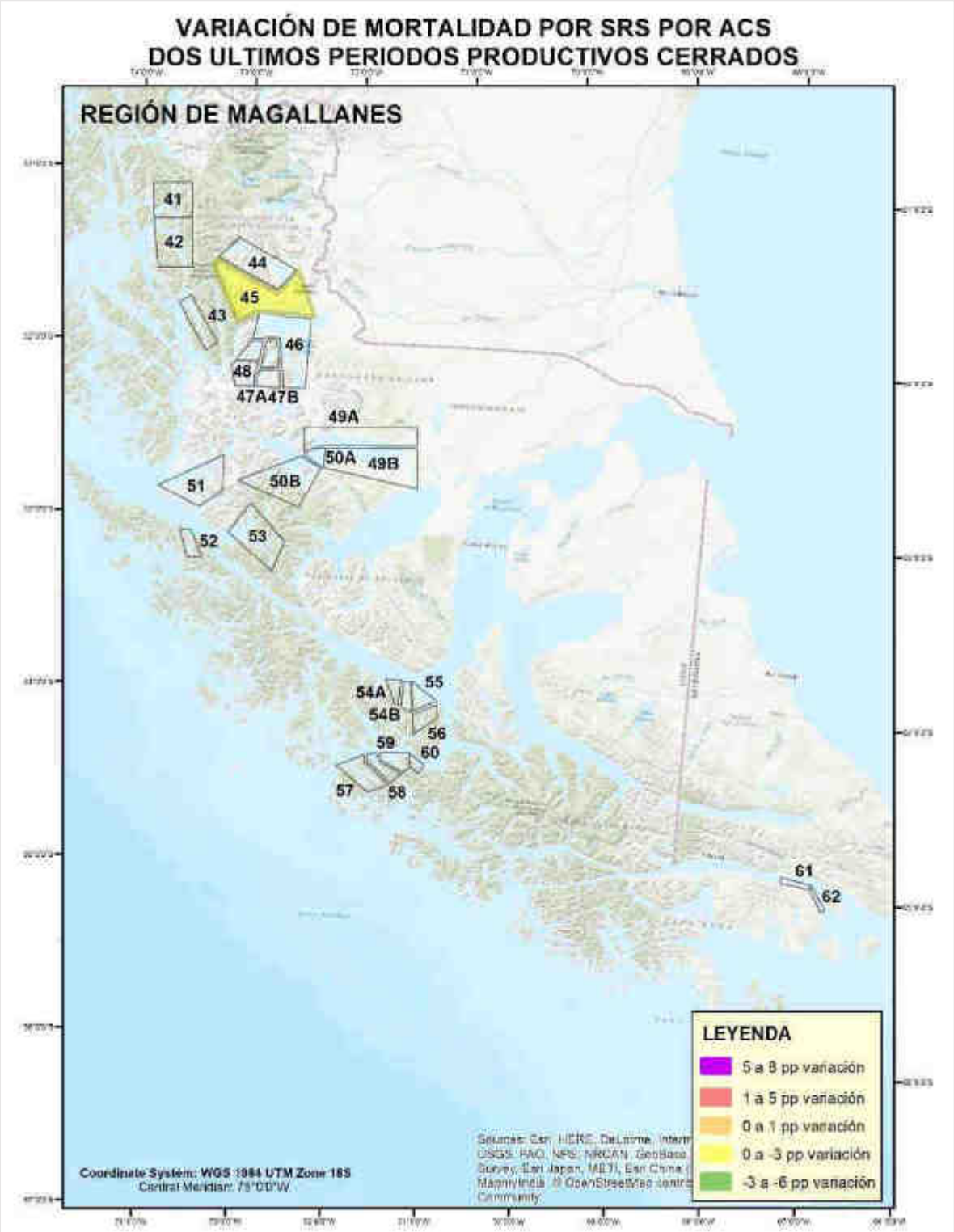
Mapa 11. Mortalidad SRS por ACS – X Región



Mapa 12. Mortalidad SRS por ACS – XI Región



Mapa 13.Mortalidad SRS por ACS – XII Región



7.2.3.6.4. Mortalidad BKD

La Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD) es la segunda causa de mortalidad secundaria a nivel nacional, en promedio hay un incremento de la mortalidad de BKD con 0,03pp (Tabla 82). Sin embargo, al revisar el detalle de ACS el Gráfico 172 muestra una a la disminución de la mortalidad por BKD en el 62% de las ACS estudiadas que cuentan con información para ambos periodos.

La muestra que existen ACS con importantes incrementos de mortalidad de BKD, donde se destacan ACS 31B con una variación de 0,50pp, ACS 7 con 0,41pp, ACS 17A con 0,34pp y ACS 12A con 0,34pp. Es interesante ver que en el último periodo productivo varias ACS de la Región de Magallanes presentan mortalidades sustanciales donde se destaca la ACS 49A con 3,31%, sin embargo, no se cuenta con el penúltimo periodo productivo que permita comparar los incrementos. El detalle de cada ACS se puede revisar en la Tabla 83.

Gráfico 172. Mortalidad BKD últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

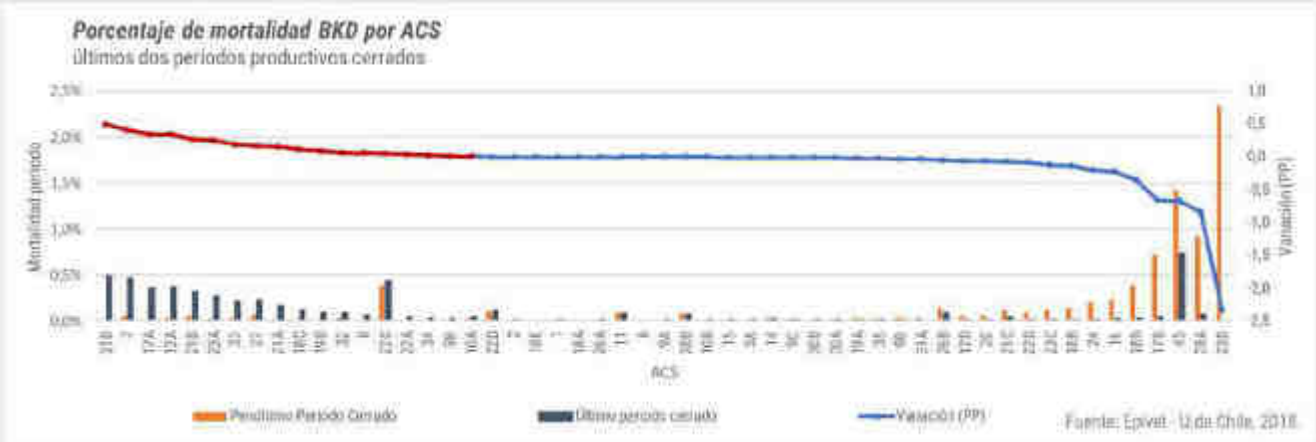


Tabla 82 Análisis estadístico mortalidad BKD

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,15%	0,19%	0,03
Mediana	0,03%	0,05%	0,02
Desviación Estándar	0,39%	0,48%	0,09
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	2,34%	3,31%	0,97

Tabla 83. Mortalidad por BKD por ACS

% de mortalidad por BKD			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	0,00%	0,00%	0,00
2	0,00%	0,00%	0,00
3A	0,01%	0,00%	-0,01
3B	0,00%	0,02%	0,02
6	0,00%	0,00%	0,00
7	0,06%	0,46%	0,41
8	0,00%	0,06%	0,06
9A	0,00%	0,00%	0,00
9B	0,04%	0,00%	-0,03
9C	0,02%	0,01%	-0,01
10A	0,03%	0,05%	0,02
10B	0,00%	0,00%	0,00
11	0,09%	0,09%	0,00
12A	0,03%	0,37%	0,34
12B	0,06%	0,00%	-0,06
14	0,03%	0,02%	-0,01
15	0,02%	0,01%	-0,01
16	0,24%	0,02%	-0,23
17A	0,01%	0,36%	0,34
17B	0,72%	0,05%	-0,66
18A	0,00%	0,00%	0,00
18B	0,14%	0,00%	-0,14
18C	0,00%	0,12%	0,12
18D	0,38%	0,03%	-0,35
18E	0,00%	0,00%	0,00
19A	0,03%	0,01%	-0,02
19B	0,00%	0,09%	0,09
20	0,06%	0,00%	-0,06
21A	0,01%	0,17%	0,16
21B	0,06%	0,32%	0,26
21C	0,12%	0,05%	-0,08
21D	N/A	0,00%	N/A
22A	0,00%	0,05%	0,04
22B	0,09%	0,01%	-0,09
22C	0,39%	0,44%	0,05
22D	0,11%	0,12%	0,00
23A	0,02%	0,28%	0,25

% de mortalidad por BKD			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	2,34%	0,00%	-2,34
23C	0,12%	0,00%	-0,12
24	0,20%	0,00%	-0,20
25A	N/A	0,06%	N/A
25B	N/A	0,14%	N/A
26A	0,00%	0,00%	0,00
26B	0,14%	0,09%	-0,05
27	0,07%	0,23%	0,16
28A	0,92%	0,07%	-0,84
28B	0,08%	0,08%	0,00
28C	N/A	0,38%	N/A
29	N/A	0,00%	N/A
30A	0,02%	0,00%	-0,02
30B	0,02%	0,00%	-0,01
31A	0,03%	0,00%	-0,03
31B	0,00%	0,50%	0,50
32	0,03%	0,09%	0,06
33	0,03%	0,22%	0,19
34	0,01%	0,03%	0,02
35	0,02%	0,00%	-0,02
44	0,01%	N/A	N/A
45	1,41%	0,74%	-0,67
49A	N/A	3,31%	N/A
54A	N/A	0,18%	N/A
55	N/A	0,49%	N/A
56	N/A	1,87%	N/A
57	N/A	0,05%	N/A

A nivel de especie(Gráfico 173, Gráfico 174 y Gráfico 175), la especie que se ve mayormente afectada por BKD es la trucha arcoíris con un 67% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de BKD, con una variación promedio de 0,05 puntos porcentuales y un promedio de mortalidad en último periodo 0,06%.

En segundo lugar, se ubica salmón del atlántico, se presentó un aumento de mortalidad el 35% de las ACS estudiadas que presentan producción de salmón del atlántico en ambos periodos, el promedio de mortalidad en último periodo de 0,20%. Sin embargo, la variación promedio alcanzó un promedio 0,1pp.

En tercer lugar, el salmón coho con un 52% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de BKD con un promedio de mortalidad en último periodo 0,18% mortalidad, y una variación promedio de -0,42pp.

Gráfico 173. Mortalidad BKD - Salmón del atlántico

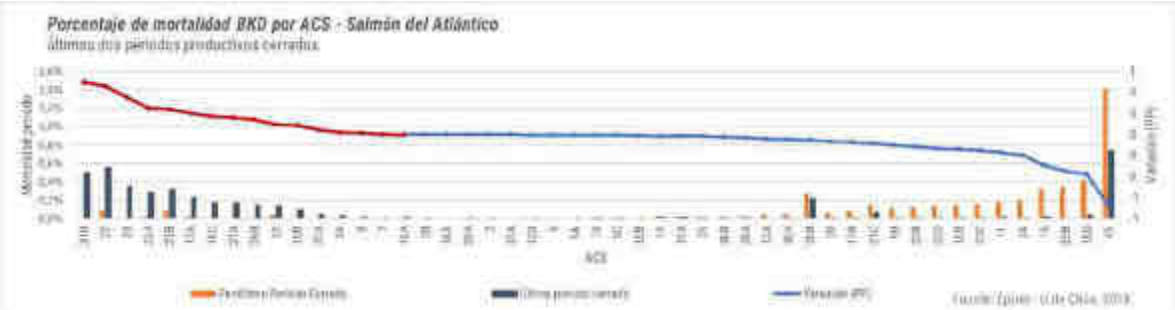


Gráfico 174. Mortalidad BKD - Trucha arcoíris

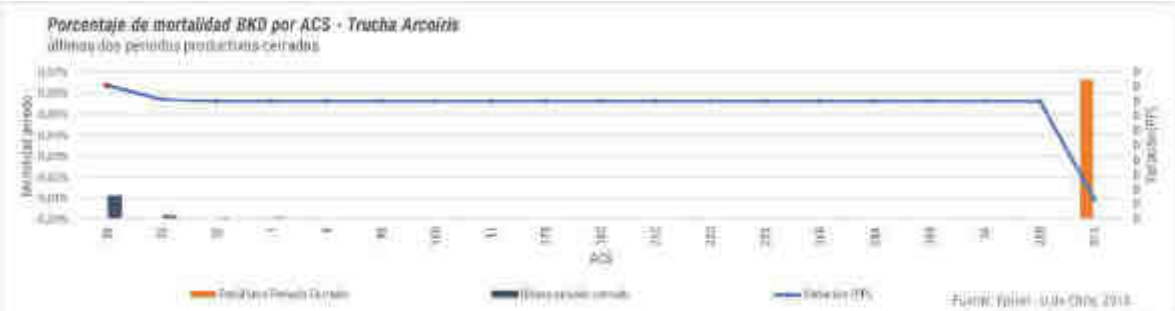
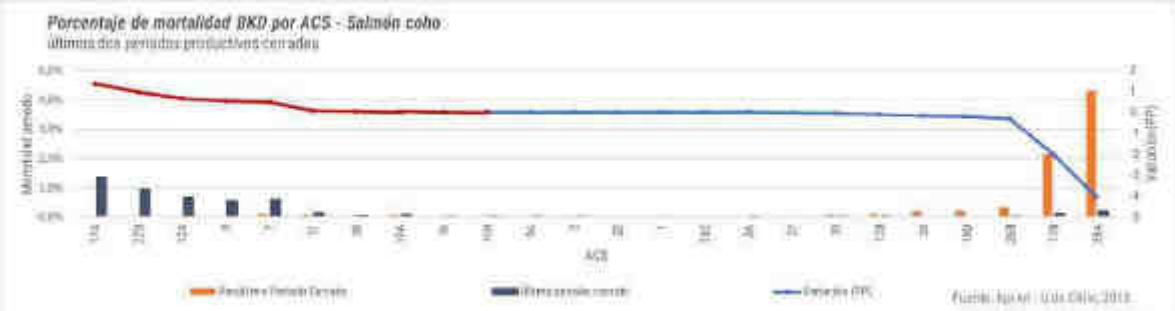


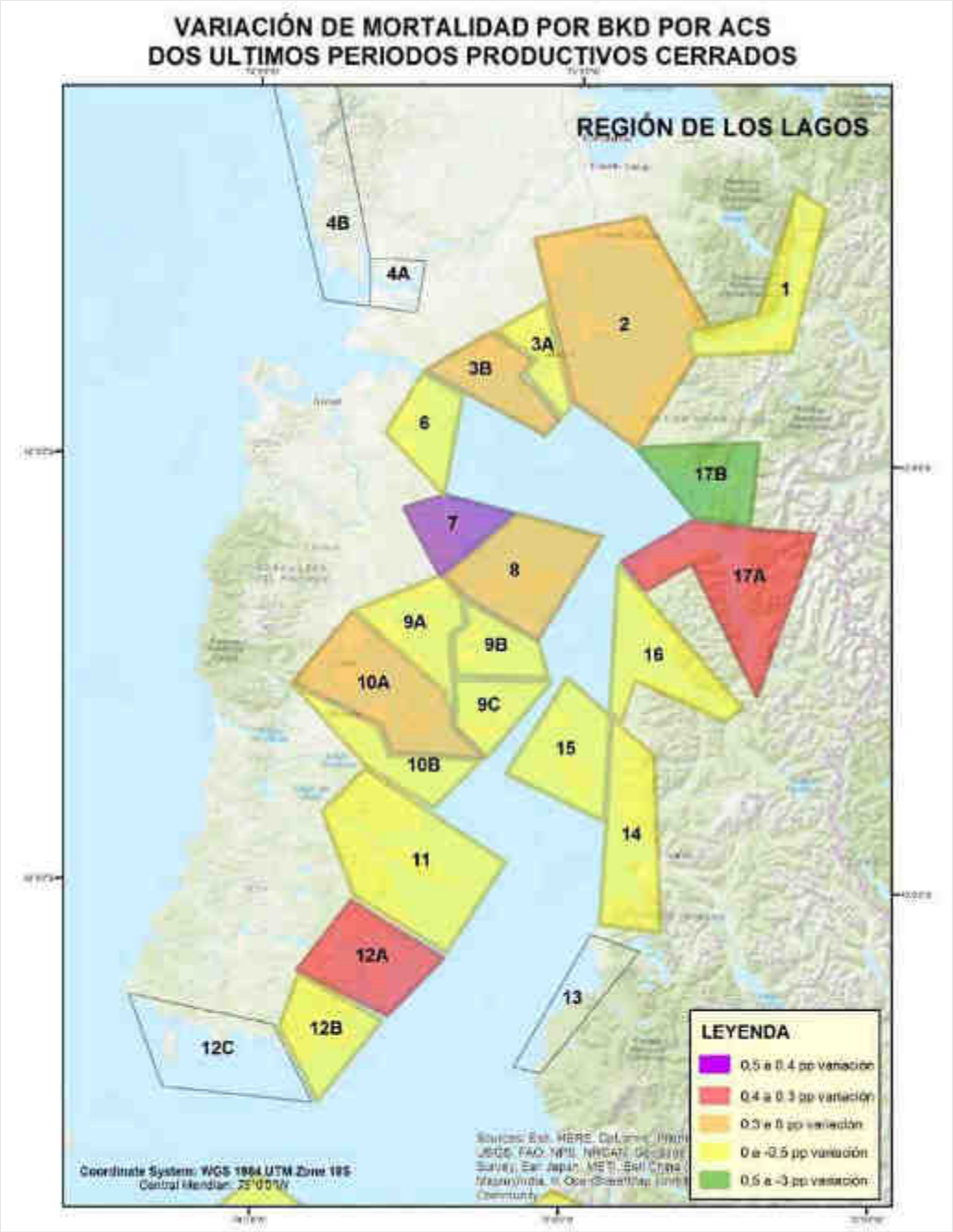
Gráfico 175. Mortalidad BKD - Salmón coho



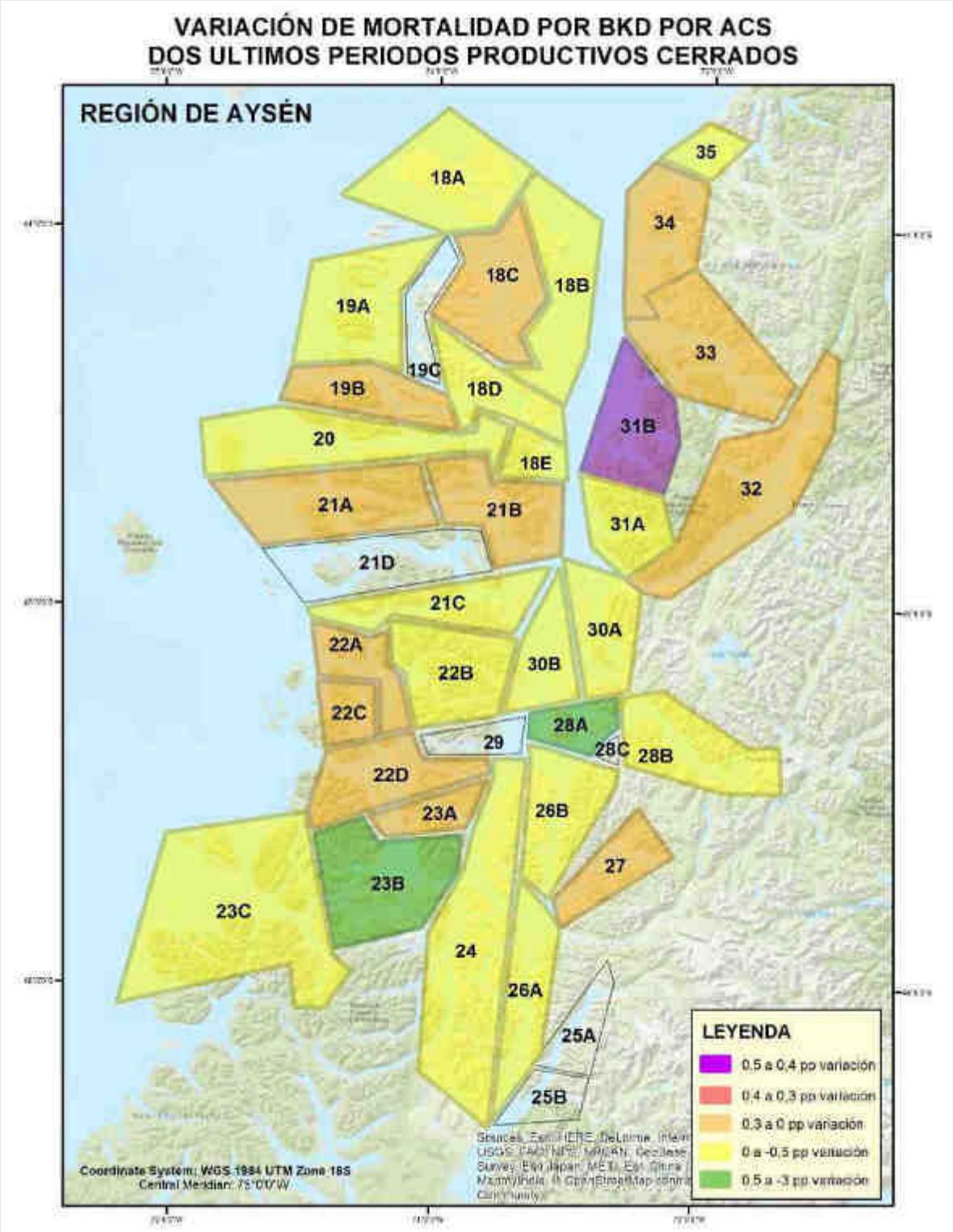
Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad por BKD en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad. Para el caso de esta causal de mortalidad infecciosa la Región de Los Lagos presenta un panorama más alentador. Sólo presenta tres ACS que causan preocupación, la 12A en la zona del Puerto de Quellón e Isla Cailín, la ACS 7 en el sector de Quemchi e Isla Caucahue, y la ACS 17A ubicada en la zona de Canal Camau y Fiordo Cahuelmo. En la Región de Aysén se ve un comportamiento bastante más positivo de lo que se ha visto en mapas anteriormente descritos. Preocupa la situación de la ACS 31B ubicada en el sector de Isla

Ganand hacia el Canal de Moraleda, colindante con áreas que presentan variaciones negativas de mortalidad para esta causal. La Región de Magallanes muestra una variación de mortalidad que denota resultados muy positivos en este sentido, que se mueve en el rango de -0,5 a -3 puntos porcentuales de variación.

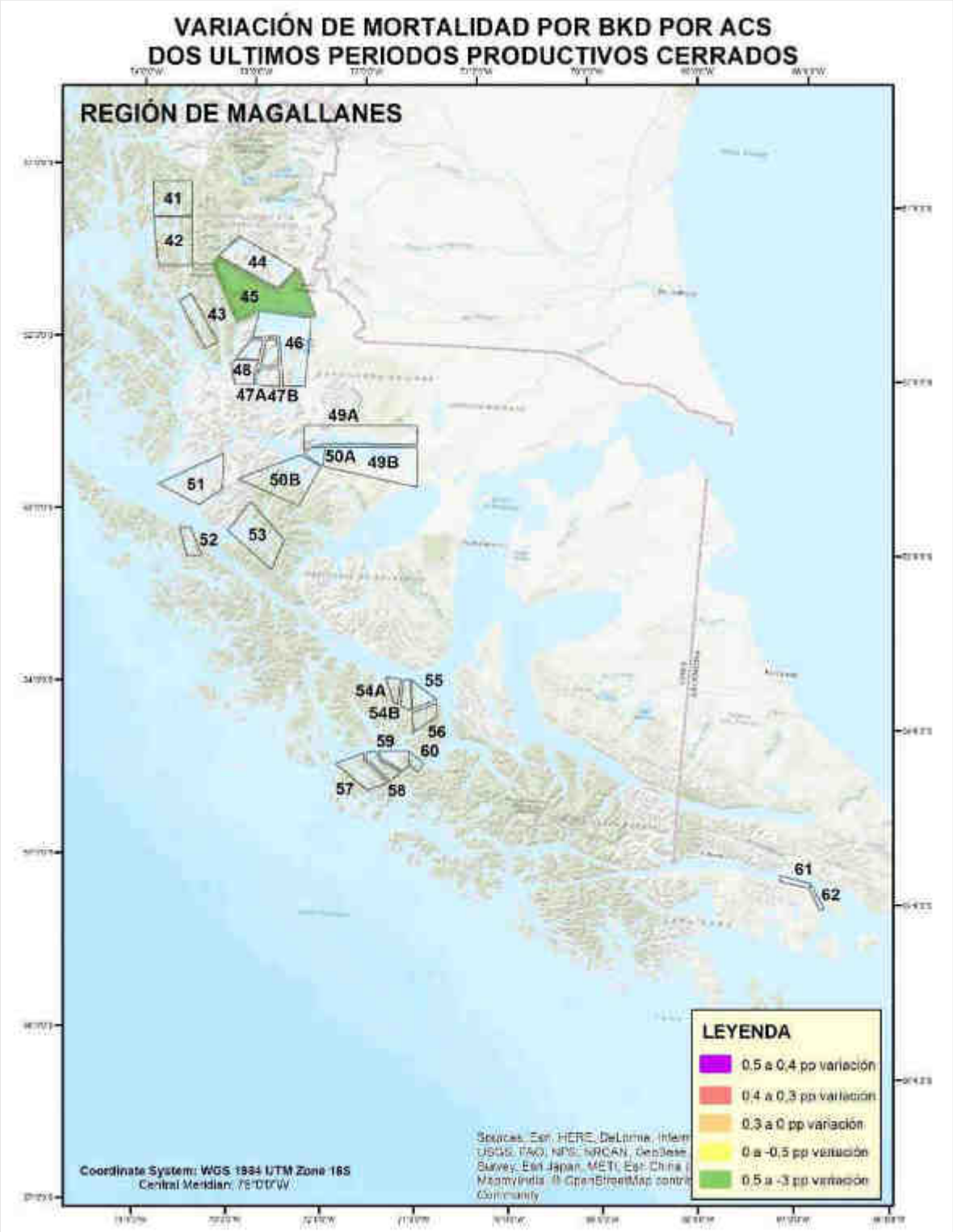
Mapa 14. Mortalidad BKD por ACS - X Región



Mapa 15.Mortalidad BKD por ACS - XI Región



Mapa 16. Mortalidad BKD por ACS - XII Región



7.2.3.6.5. Mortalidad IPN

La tercera causa que predomina en la mortalidad secundaria es IPN, esta enfermedad infecciosa es causada por el virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa. En términos generales, existe una disminución de mortalidad por IPN con una variación de -0,15pp (Tabla 84).

El Gráfico 176 muestra que existen un grupo focalizado de ACS que han sufrido un incremento de mortalidad, la ACS 26B lidera este grupo con 1,53pp y una mortalidad en el último periodo de 1,53%.

El detalle de cada ACS se puede revisar en la Tabla 85.

Gráfico 176.Mortalidad IPN últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

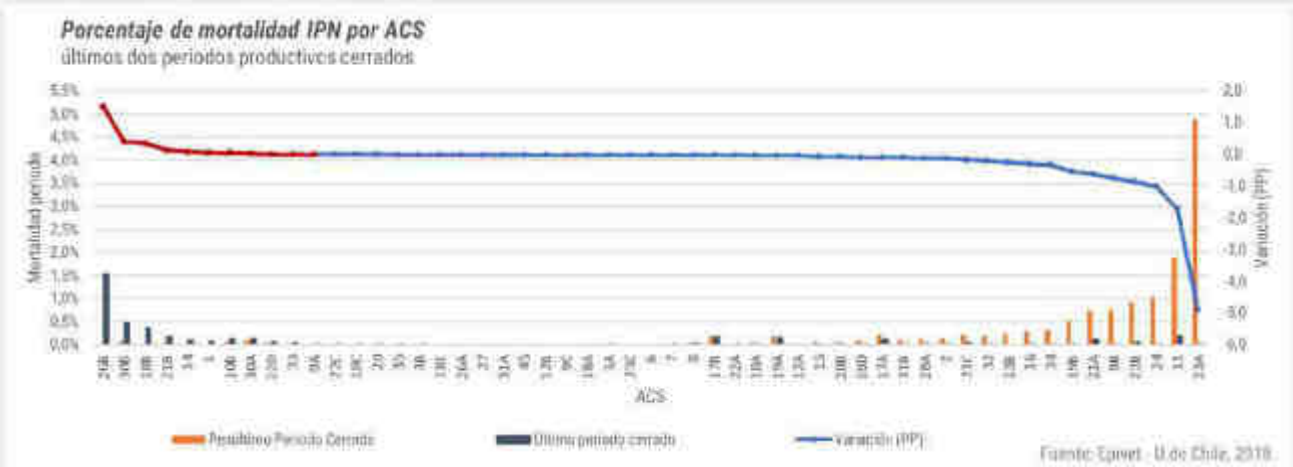


Tabla 84. Análisis estadístico mortalidad IPN

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,25%	0,10%	-0,15
Mediana	0,04%	0,00%	-0,04
Desviación Estándar	0,73%	0,26%	-0,46
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	4,89%	1,53%	-3,36

Tabla 85.Mortalidad por IPN por ACS

% de mortalidad por IPN			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
1	0,01%	0,08%	0,07
2	0,13%	0,00%	-0,13
3A	0,00%	0,00%	0,00
3B	0,00%	0,00%	0,00
6	0,00%	0,00%	0,00
7	0,02%	0,00%	-0,01
8	0,05%	0,03%	-0,01
9A	0,00%	0,01%	0,01
9B	0,76%	0,00%	-0,76
9C	0,00%	0,00%	0,00
10A	0,04%	0,01%	-0,03
10B	0,08%	0,14%	0,06
11	1,90%	0,19%	-1,71
12A	0,03%	0,00%	-0,03
12B	0,00%	0,00%	0,00
14	0,00%	0,10%	0,10
15	0,06%	0,00%	-0,06
16	0,29%	0,00%	-0,29
17A	0,22%	0,12%	-0,09
17B	0,19%	0,18%	-0,02
18A	0,00%	0,00%	0,00
18B	0,00%	0,37%	0,37
18C	0,01%	0,01%	0,00
18D	0,09%	0,00%	-0,09
18E	0,00%	0,00%	0,00
19A	0,19%	0,16%	-0,03
19B	0,54%	0,00%	-0,54
20	0,01%	0,01%	0,00
21A	0,73%	0,11%	-0,62
21B	0,02%	0,18%	0,16
21C	0,21%	0,05%	-0,16
21D	N/A	0,71%	N/A
22A	0,02%	0,00%	-0,02
22B	0,92%	0,07%	-0,84
22C	0,00%	0,00%	0,00
22D	0,04%	0,07%	0,03
23A	4,89%	0,00%	-4,89

% de mortalidad por IPN			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	0,25%	0,00%	-0,25
23C	0,00%	0,00%	0,00
24	1,02%	0,00%	-1,02
25A	N/A	0,00%	N/A
25B	N/A	0,00%	N/A
26A	0,00%	0,00%	0,00
26B	0,00%	1,53%	1,53
27	0,00%	0,00%	0,00
28A	0,11%	0,00%	-0,11
28B	0,07%	0,00%	-0,07
28C	N/A	1,17%	N/A
29	N/A	0,00%	N/A
30A	0,10%	0,14%	0,04
30B	0,08%	0,48%	0,40
31A	0,00%	0,00%	0,00
31B	0,10%	0,00%	-0,10
32	0,20%	0,00%	-0,20
33	0,04%	0,05%	0,02
34	0,32%	0,00%	-0,32
35	0,00%	0,00%	0,00
44	0,00%	N/A	N/A
45	0,00%	0,00%	0,00
49A	N/A	0,00%	N/A
54A	N/A	0,00%	N/A
55	N/A	0,00%	N/A
56	N/A	0,39%	N/A
57	N/A	0,00%	N/A

A nivel de especie(Gráfico 177, Gráfico 178 y Gráfico 179), la especie que se ve mayormente afectada por IPN es salmón del atlántico, se presentó un aumento de mortalidad el 32% de las ACS estudiadas que presentan producción de salmón del atlántico en ambos periodos, el promedio de mortalidad en último periodo de 0,14%. En tanto, la variación promedio alcanzó un promedio -0,28pp.

En segundo lugar, se ubica la trucha arcoíris con un 40% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de IPN, con una variación promedio de -0,03 puntos porcentuales y un promedio de mortalidad en último periodo 0,01%.

En tercer lugar, el salmón coho con un 23% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de IPN con un promedio de mortalidad en último periodo 0,0002% mortalidad, y una variación promedio de -0,02pp.

Gráfico 177. Mortalidad IPN - Salmón del atlántico

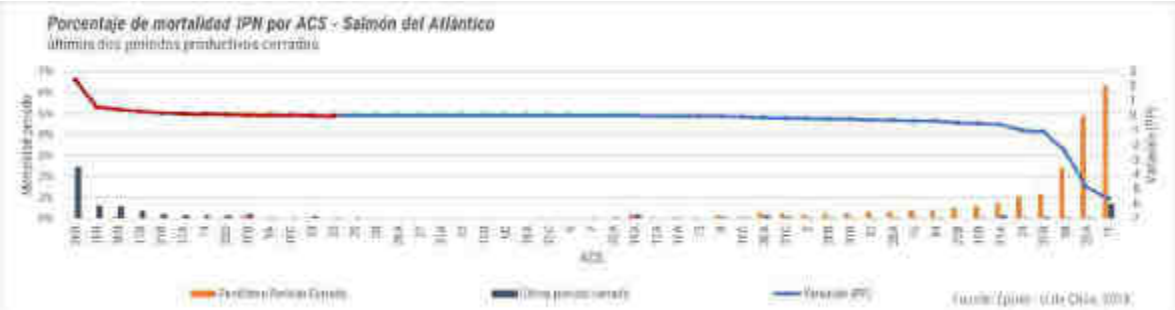


Gráfico 178. Mortalidad IPN - Trucha arcoíris

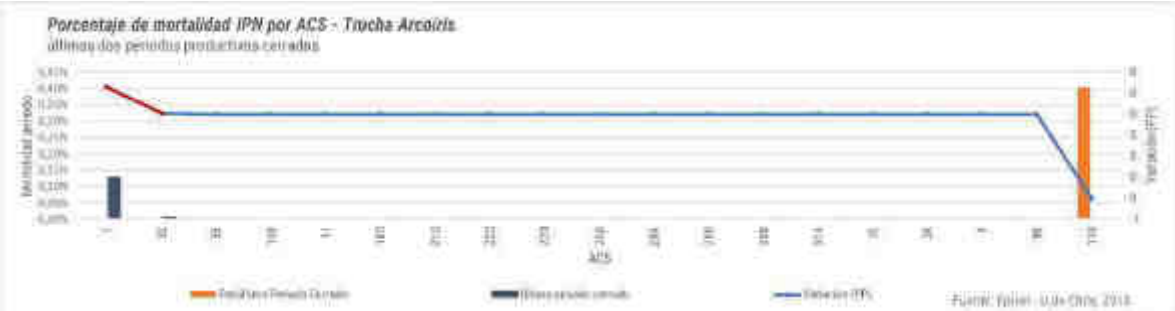
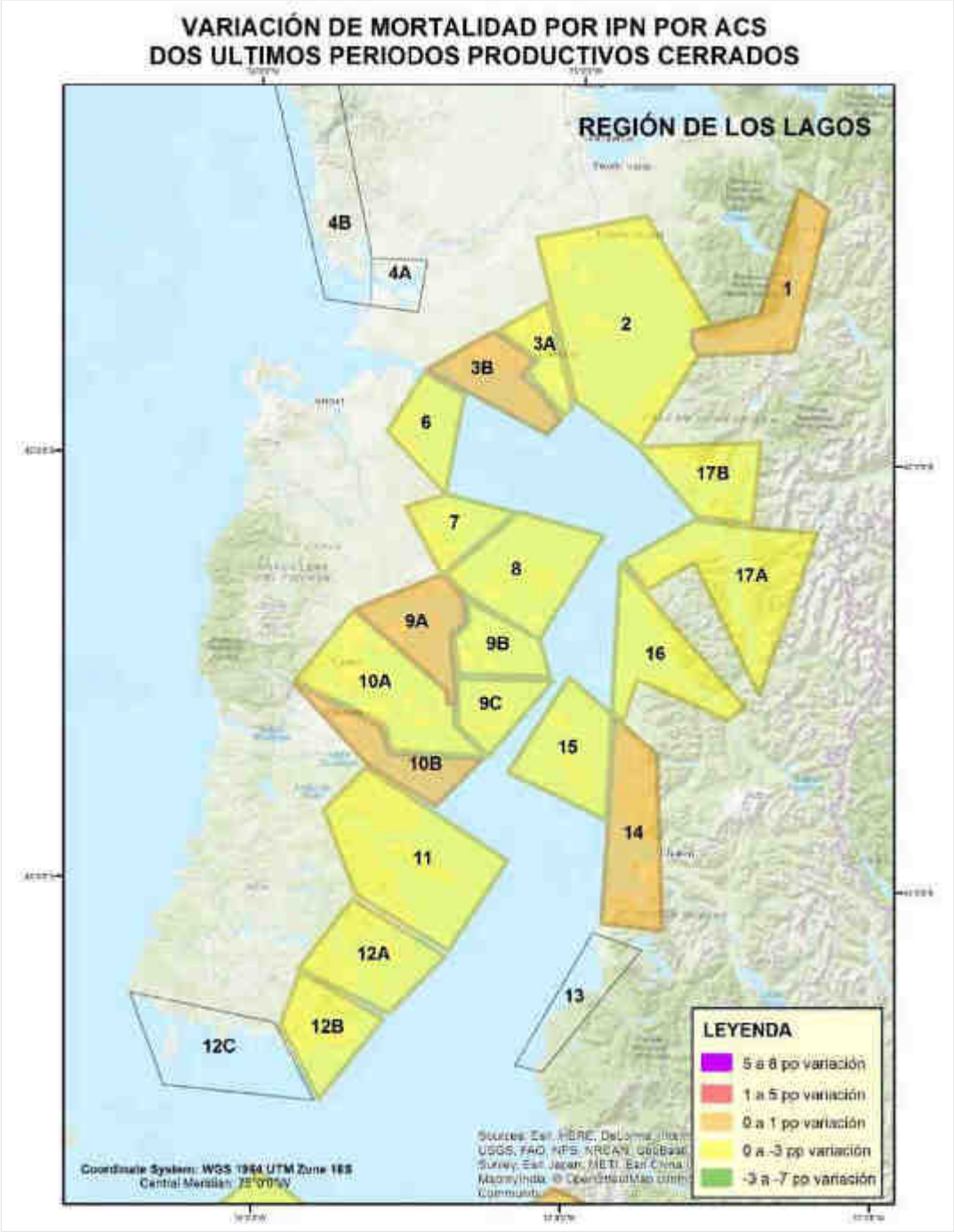


Gráfico 179. Mortalidad IPN - Salmón coho

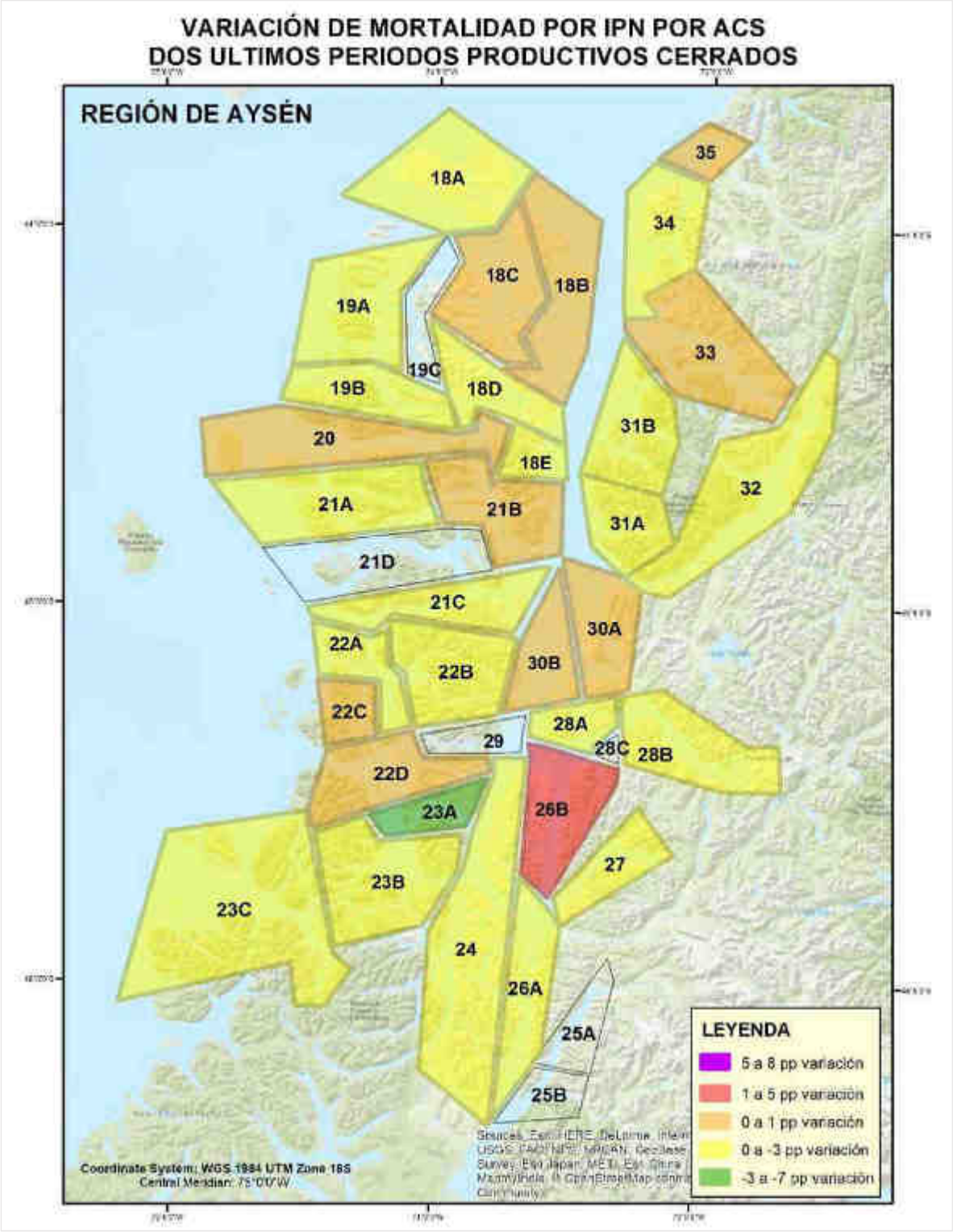
Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad por IPN en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad. En la Región de Los Lagos para esta causal de mortalidad infecciosa se observan muy buenos resultados de variación, para todas las ACS la variación se movió en el rango 0 pp a -3pp. Para el caso de la región de Aysén, el panorama es bastante similar, destacando la aparición incluso de una ACS en el rango más bajo de variación que considera la disminución de entre -3pp y -7pp, es el caso de la ACS 23A ubicada en el Canal Vicuña entre Isla Humos e Isla Luz. La única ACS en la que se debería indagar la causa de la variación tan dispar respecto del universo de ACS para esta causa, es la ACS 26B ubicada en el Canal de Moraleda justo en frente de la Isla Traiguén, esta ACS tuvo un incremento importante situada en el rango 1pp a 5pp. En el

caso de esta causa de mortalidad infecciosa se puede hacer notar el efecto que podría estar teniendo la vacuna contra IPN.

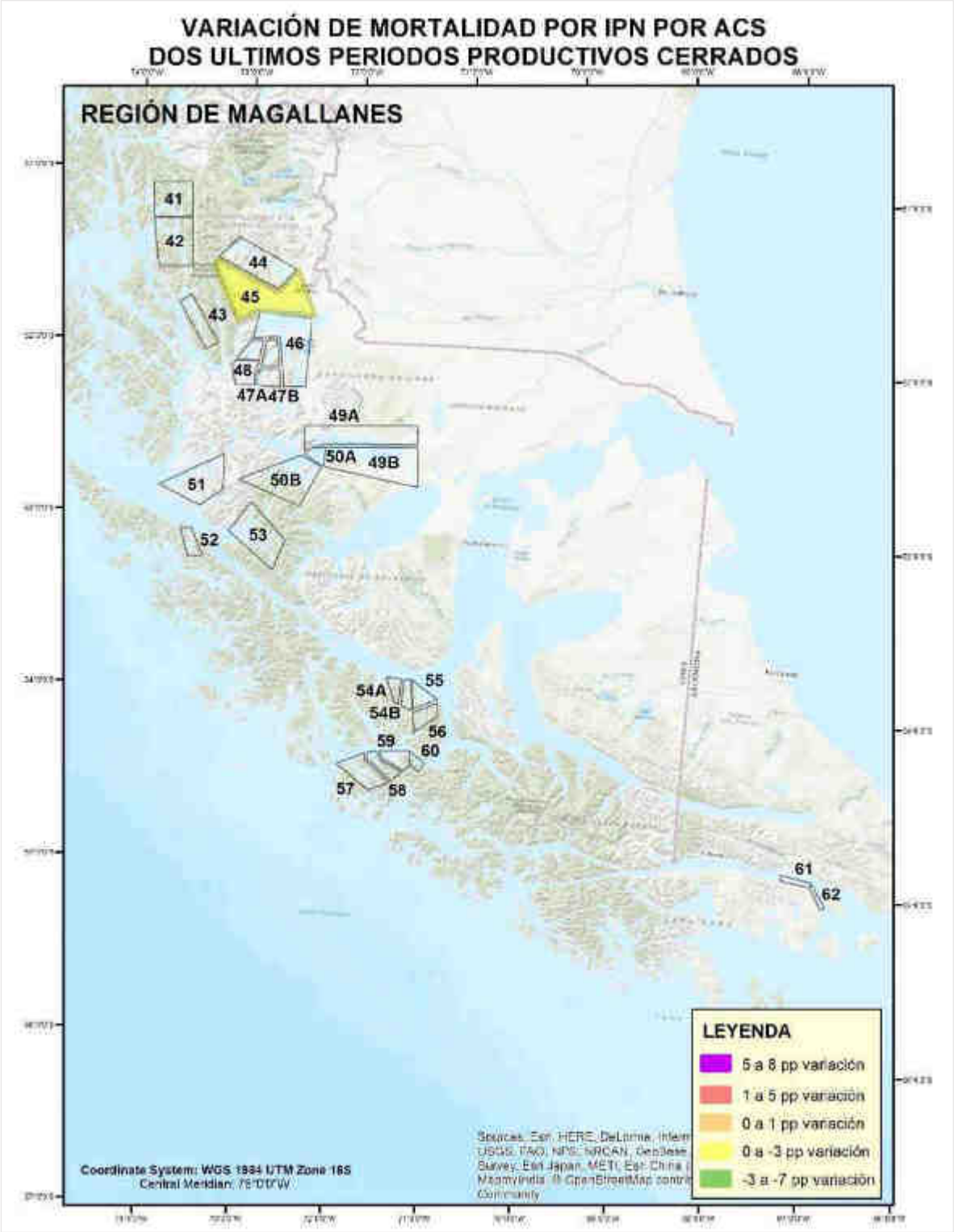
Mapa 17. Mortalidad IPN por ACS - X Región



Mapa 18. Mortalidad IPN por ACS - XI Región



Mapa 19. Mortalidad IPN por ACS - XII Región



7.2.3.6.6. Mortalidad Síndrome ictérico

El síndrome ictérico es la cuarta causa recurrente de mortalidad secundaria, sin embargo, en el último periodo la micosis ha sobrepasado el síndrome ictérico. La tendencia muestra una disminución de la mortalidad por esta causa (Gráfico 180), alcanzando al 61% de las ACS estudiadas con información en ambos periodos productivos. La variación promedio entre periodos alcanza el -0,05pp (Tabla 86).

Existen dos ACS que muestra un incremento sustancial de mortalidad, duplicando su mortalidad del periodo anterior, estas son: ACS 9A con una variación de 0,36pp y la ACS 3A con 0,35pp. El detalle de cada ACS se puede revisar en la Tabla 87.

Gráfico 180. Mortalidad Síndrome Ictérico últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

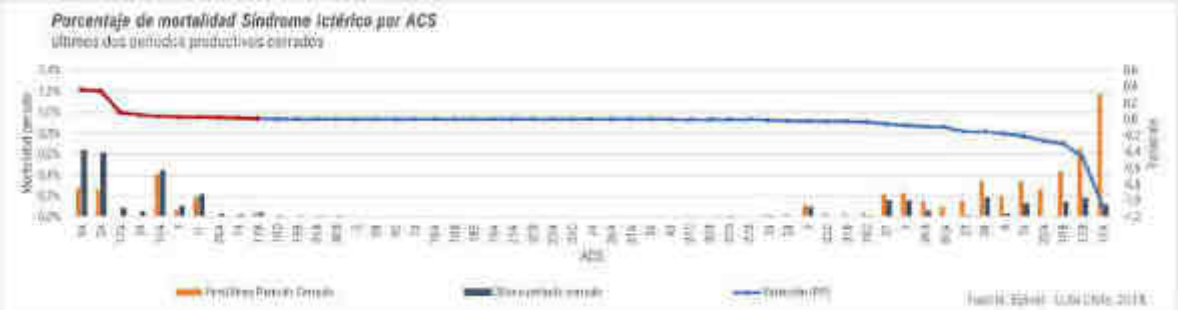


Tabla 86.Análisis estadístico mortalidad Síndrome ictérico

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,11%	0,05%	-0,05
Mediana	0,00%	0,00%	0,00
Desviación Estándar	0,21%	0,13%	-0,08
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	1,18%	0,63%	-0,54

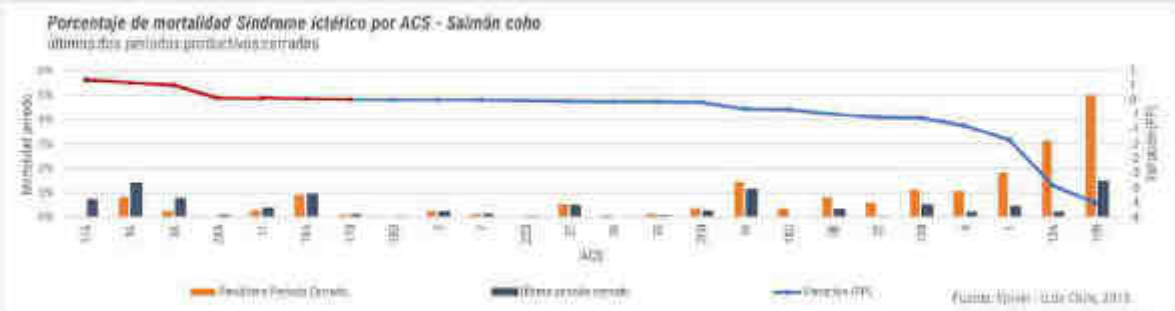
Tabla 87. Mortalidad por Síndrome ictérico por ACS

% de mortalidad por Síndrome ictérico			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	0,23%	0,15%	-0,08
2	0,12%	0,09%	-0,02
3A	0,26%	0,61%	0,35
3B	0,34%	0,18%	-0,15
6	0,00%	0,00%	0,00
7	0,07%	0,10%	0,03
8	0,20%	0,02%	-0,18
9A	0,27%	0,63%	0,36
9B	0,00%	0,00%	0,00
9C	0,00%	0,00%	0,00
10A	0,40%	0,44%	0,04
10B	0,43%	0,14%	-0,29
11	0,18%	0,21%	0,03
12A	1,18%	0,11%	-1,06
12B	0,65%	0,18%	-0,47
14	0,00%	0,02%	0,02
15	0,00%	0,00%	0,00
16	0,34%	0,13%	-0,21
17A	0,00%	0,08%	0,08
17B	0,03%	0,04%	0,01
18A	0,00%	0,00%	0,00
18B	0,00%	0,00%	0,00
18C	0,03%	0,00%	-0,03
18D	0,00%	0,00%	0,00
18E	0,00%	0,00%	0,00
19A	0,00%	0,00%	0,00
19B	0,00%	0,00%	0,00
20	0,02%	0,00%	-0,02
21A	0,00%	0,00%	0,00
21B	0,00%	0,00%	0,00
21C	0,00%	0,00%	0,00
21D	N/A	0,00%	N/A
22A	0,26%	0,00%	-0,26
22B	0,00%	0,00%	0,00
22C	0,02%	0,00%	-0,02
22D	0,00%	0,00%	0,00

% de mortalidad por Síndrome ictérico			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23A	0,00%	0,00%	0,00
23B	0,00%	0,00%	0,00
23C	0,00%	0,00%	0,00
24	0,00%	0,00%	0,00
25A	N/A	0,00%	N/A
25B	N/A	0,00%	N/A
26A	0,00%	0,00%	0,00
26B	0,15%	0,06%	-0,09
27	0,21%	0,15%	-0,06
28A	0,00%	0,02%	0,02
28B	0,00%	0,00%	0,00
28C	N/A	0,00%	N/A
29	N/A	0,00%	N/A
30A	0,10%	0,00%	-0,10
30B	0,00%	0,00%	0,00
31A	0,00%	0,00%	0,00
31B	0,03%	0,00%	-0,03
32	0,15%	0,00%	-0,15
33	0,02%	0,01%	-0,01
34	0,00%	0,05%	0,05
35	0,00%	0,00%	0,00
44	0,00%	N/A	N/A
45	0,00%	0,00%	0,00
49A	N/A	0,00%	N/A
54A	N/A	0,00%	N/A
55	N/A	0,00%	N/A
56	N/A	0,00%	N/A
57	N/A	0,00%	N/A

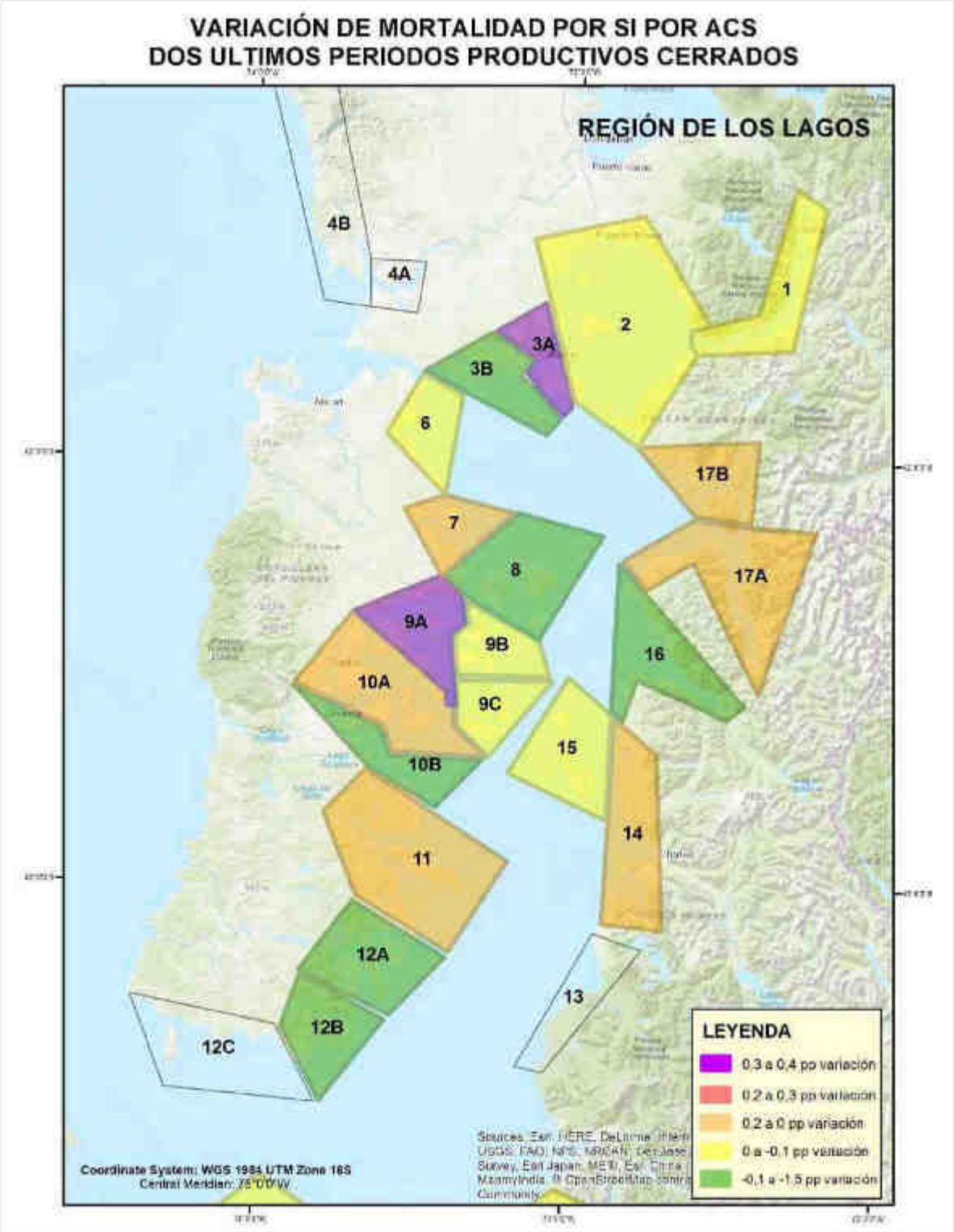
A nivel de especie (Gráfico 181), la especie que se ve mayormente afectada por síndrome ictérico es el salmón coho con un 33% de las ACS estudiadas presentaron un aumento en mortalidad de síndrome ictérico con un promedio de mortalidad en último periodo 0,36% mortalidad, y una variación promedio de -0,40 pp. En tanto, trucha arcoíris y salmón del atlántico la mortalidad es muy cercana a cero.

Gráfico 181. Mortalidad Síndrome ictérico - Salmón coho

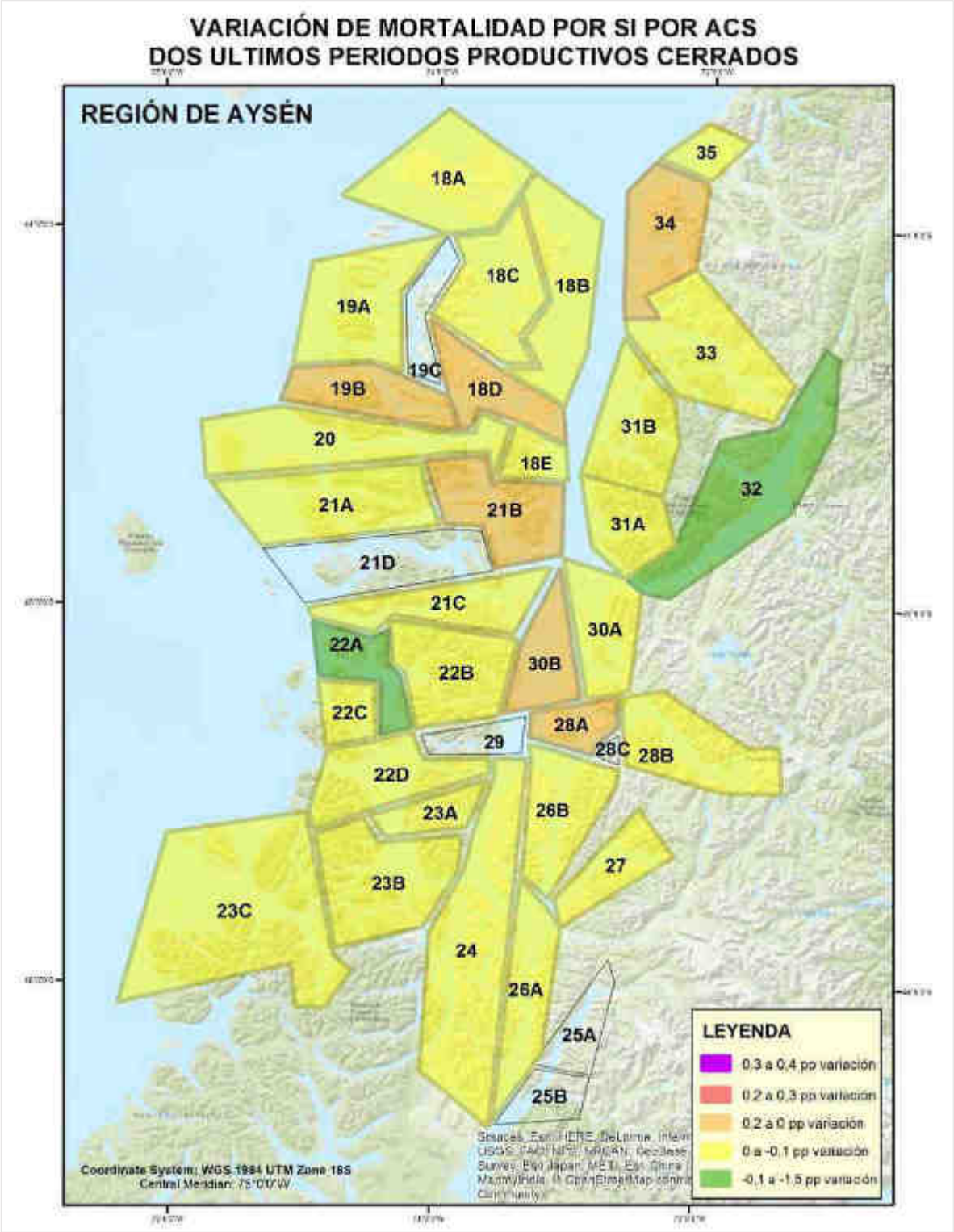


Los siguientes mapas muestran la variación de mortalidad por síndrome ictérico en puntos porcentuales entre periodos productivos por ACS, los colores representan niveles de variación de mortalidad, siendo los colores naranjo, rojo y morado, niveles de incremento de mortalidad respecto al periodo productivo anterior. En tanto, los colores amarillo y verde simbolizan disminución de la mortalidad. Para la Región de Los Lagos el nivel de variación por la causa Síndrome Ictérico se muestra dentro de un panorama bastante favorable con variaciones, que en general, se mueven entre rangos de variación muy menores situadas en el rango 0,2pp a -1,5pp. La única ACS que destaca por su mala performance es la ACS 9A situada hacia el oriente de la Isla Quinchao, cercano al Canal Dalcahue, cuya variación se ubica dentro de rangos superiores a la media, alcanzando una variación de entre 0,3pp a 0,4 pp. La Región de Aysén en tanto, destaca por su buen comportamiento en relación con la variación por la causa infecciosa Síndrome Ictérico, mostrando a la gran mayoría de las ACS dentro de rangos de variación negativa (rango de 0pp a -1,5pp), destacan en este grupo el buen comportamiento de la variación de las ACS 32 ubicada a lo largo del Canal Puyuhuapi y 22A ubicada en alrededores de Isla Kent. Sobre estas ACS se debería poner atención y vislumbrar cuáles son las buenas prácticas que han implementado para obtener estos resultados favorables. La Región de Magallanes por su parte, también muestra variaciones negativas ubicadas en el rango 0pp a -0,1pp.

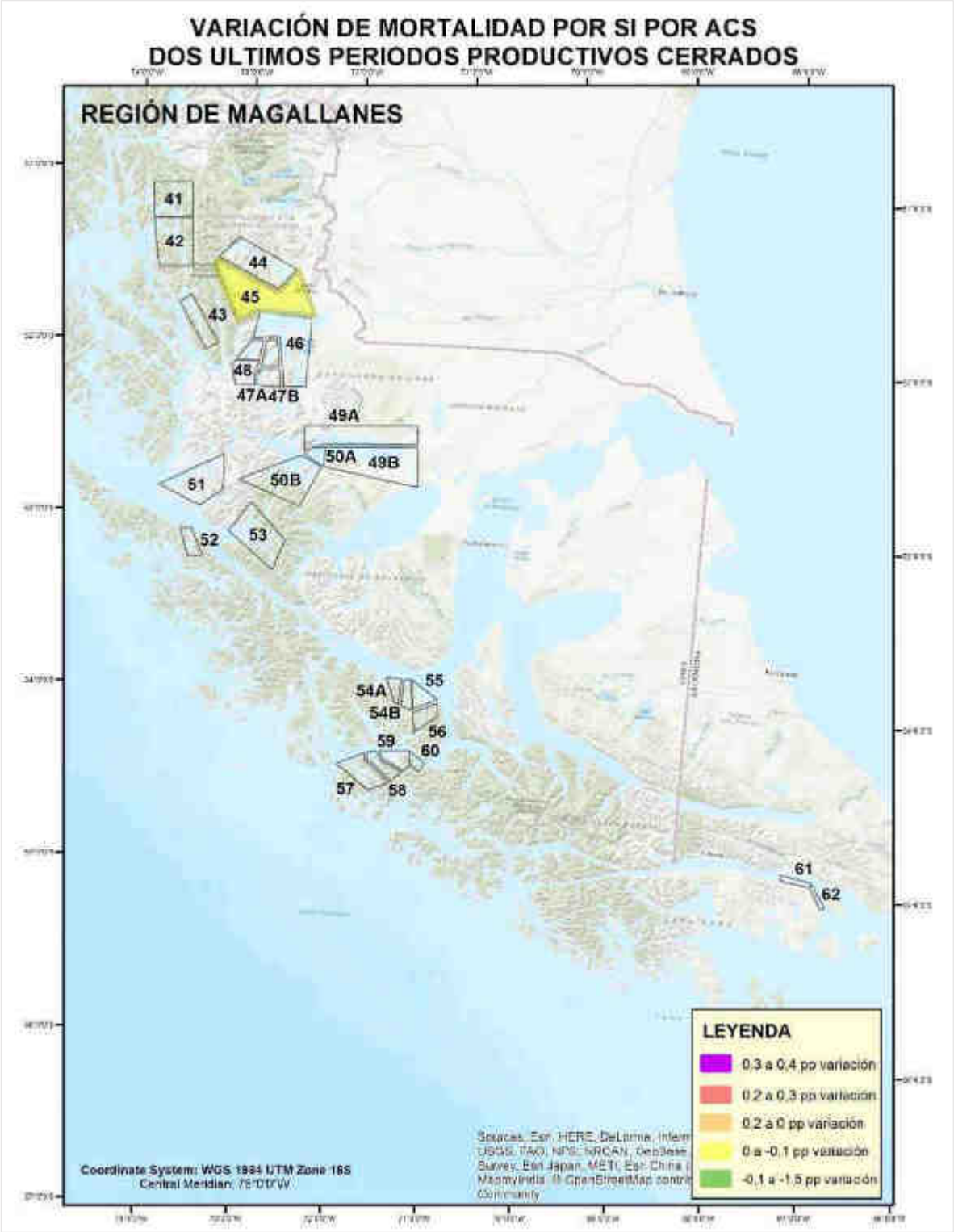
Mapa 20. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - X Región



Mapa 21. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - XI Región



Mapa 22. Mortalidad síndrome ictérico por ACS - XII Región



7.2.3.7. Mortalidad causa ambiental

El indicador de mortalidad primaria por causa específica en este caso mortalidad ambiental permite determinar mortalidad ambiental respecto a la población total.

El Gráfico 182 muestra un claro aumento de la mortalidad, fenómeno que abarca el 60% de las agrupaciones de concesiones que tienen información en los últimos dos periodos productivos. Este aumento se explica por la floración algal de 2016, donde se vieron principalmente afectadas las ACS 2 con una variación de 45,38pp, ACS 7 con 32,15pp, ACS 22C con 19,95pp, ACS 9A con 16,92pp, ACS 3A con 11,96pp, ACS 19A con 9,67pp y ACS 22A 8,11pp, todas estas ACS en el penúltimo periodo presentaban mortalidad ambiental inferior al 0,4%.

Gráfico 182. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

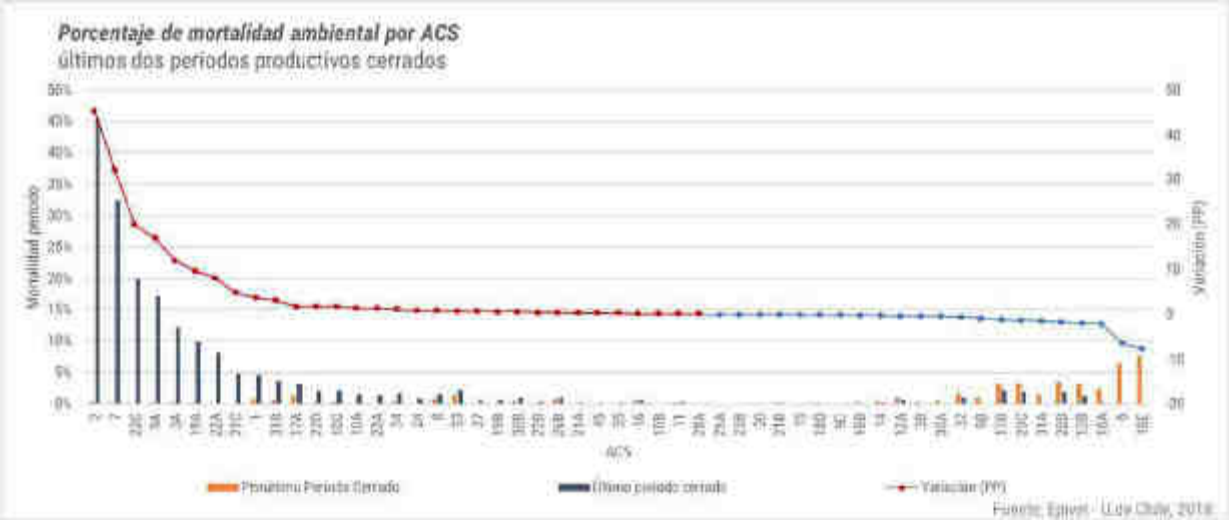


Tabla 88. Análisis estadístico Mortalidad ambiental por periodo productivo

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	0,88%	3,09%	2,21
Mediana	0,29%	0,57%	0,28
Desviación Estándar	1,53%	7,69%	6,16
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00
Máximo	7,65%	45,76%	38,11

Tabla 89. Variación mortalidad ambiental periodo productivo ACS

% de mortalidad por causa ambiental			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	0,87%	4,51%	3,64
2	0,38%	45,76%	45,38
3A	0,23%	12,19%	11,96
3B	0,38%	0,04%	-0,34
6	6,53%	0,11%	-6,42
7	0,24%	32,38%	32,15
8	0,74%	1,48%	0,74
9A	0,29%	17,20%	16,92
9B	1,05%	0,15%	-0,90
9C	0,13%	0,03%	-0,10
10A	0,14%	1,54%	1,40
10B	0,10%	0,15%	0,05
11	0,28%	0,32%	0,04
12A	0,93%	0,59%	-0,34
12B	3,16%	1,24%	-1,92
14	0,45%	0,19%	-0,26
15	0,04%	0,00%	-0,04
16	0,47%	0,57%	0,10
17A	1,43%	3,19%	1,76
17B	3,29%	2,14%	-1,15
18A	2,36%	0,21%	-2,14
18B	0,35%	0,12%	-0,23
18C	0,42%	2,14%	1,72
18D	0,18%	0,12%	-0,06
18E	7,65%	0,00%	-7,65
19A	0,21%	9,88%	9,67
19B	0,05%	0,57%	0,52
20	0,05%	0,02%	-0,03
21A	0,00%	0,27%	0,27
21B	0,30%	0,26%	-0,03
21C	0,05%	4,87%	4,82
21D	N/A	0,06%	N/A
22A	0,09%	8,20%	8,11
22B	0,00%	0,31%	0,31
22C	0,00%	19,95%	19,95
22D	0,25%	1,99%	1,73
23A	0,06%	1,38%	1,32

% de mortalidad por causa ambiental			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	0,02%	0,00%	-0,02
23C	3,21%	1,93%	-1,28
24	0,11%	0,91%	0,79
25A	N/A	1,98%	N/A
25B	N/A	0,30%	N/A
26A	0,00%	0,00%	0,00
26B	0,72%	1,02%	0,30
27	0,04%	0,61%	0,57
28A	0,01%	0,05%	0,03
28B	3,55%	1,85%	-1,71
28C	N/A	0,00%	N/A
29	N/A	0,01%	N/A
30A	0,49%	0,00%	-0,49
30B	0,50%	1,00%	0,50
31A	1,48%	0,04%	-1,44
31B	0,63%	3,66%	3,03
32	1,64%	1,06%	-0,58
33	1,48%	2,21%	0,73
34	0,51%	1,61%	1,10
35	0,00%	0,24%	0,24
44	0,00%	N/A	N/A
45	0,00%	0,27%	0,27
49A	N/A	0,12%	N/A
54A	N/A	0,00%	N/A
55	N/A	0,15%	N/A
56	N/A	1,47%	N/A
57	N/A	0,09%	N/A

Los siguientes gráficos muestran la mortalidad ambiental a nivel de especie, el salmón del atlántico fue la especie que tuvo un mayor incremento de mortalidad con una variación de 4,12pp. Luego, trucha arcoíris con una variación promedio de 1,78 pp. Finalmente, el salmón coho con un promedio variación 0,99pp.

Gráfico 183. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - salmón del atlántico

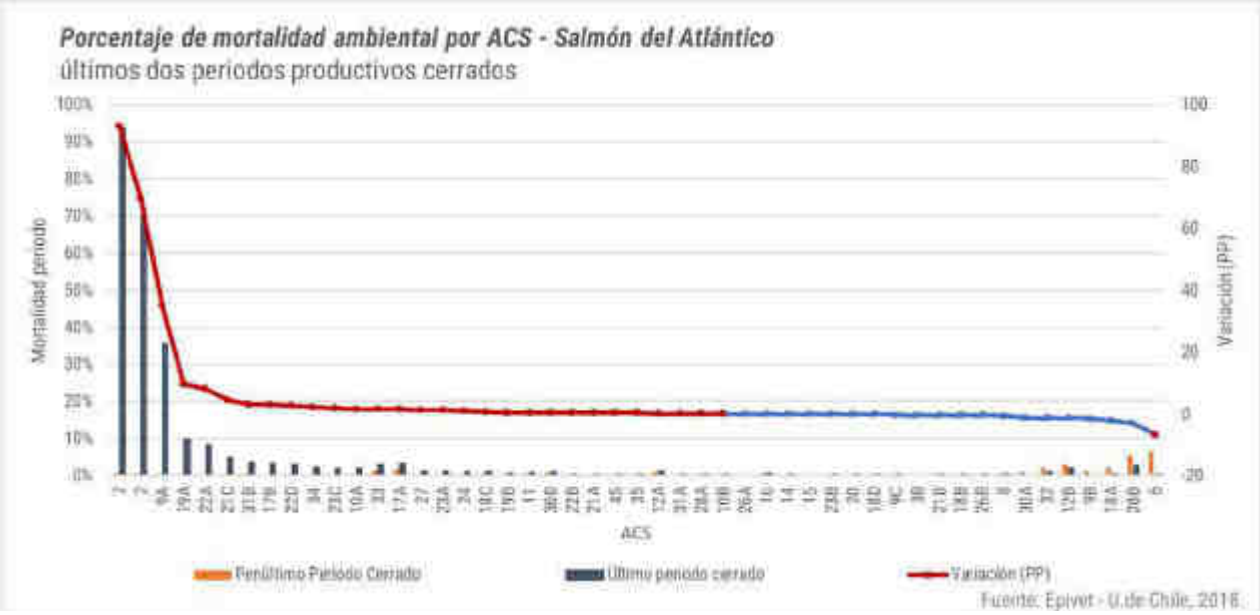


Gráfico 184. Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Trucha arcoíris

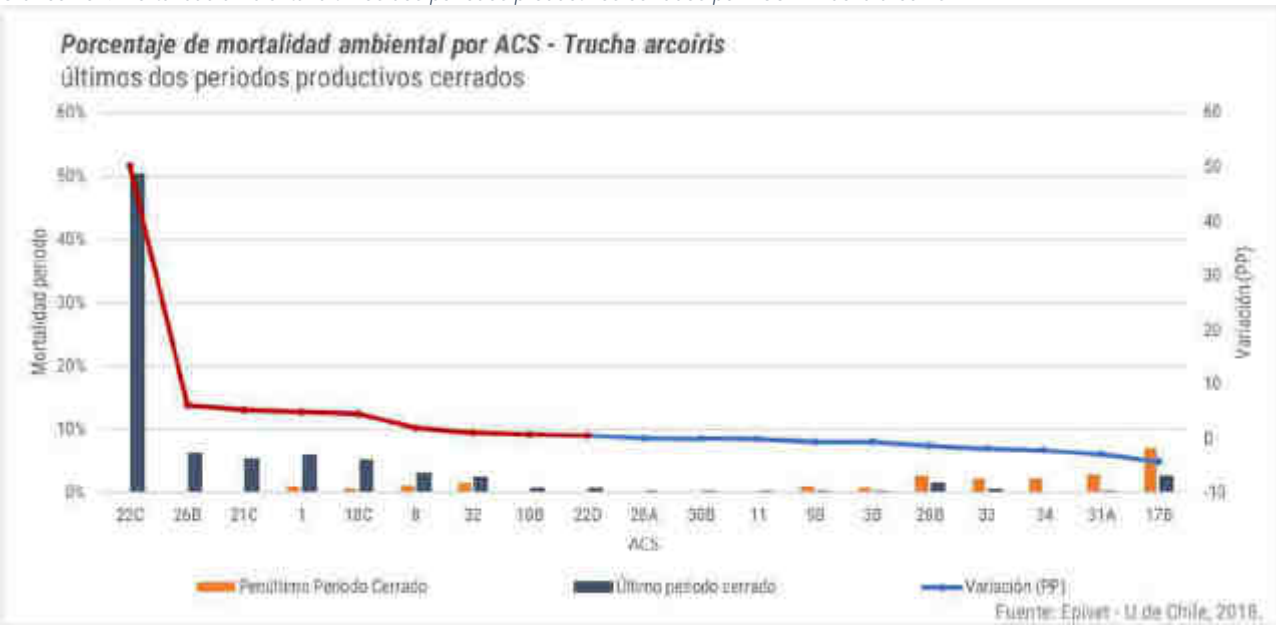
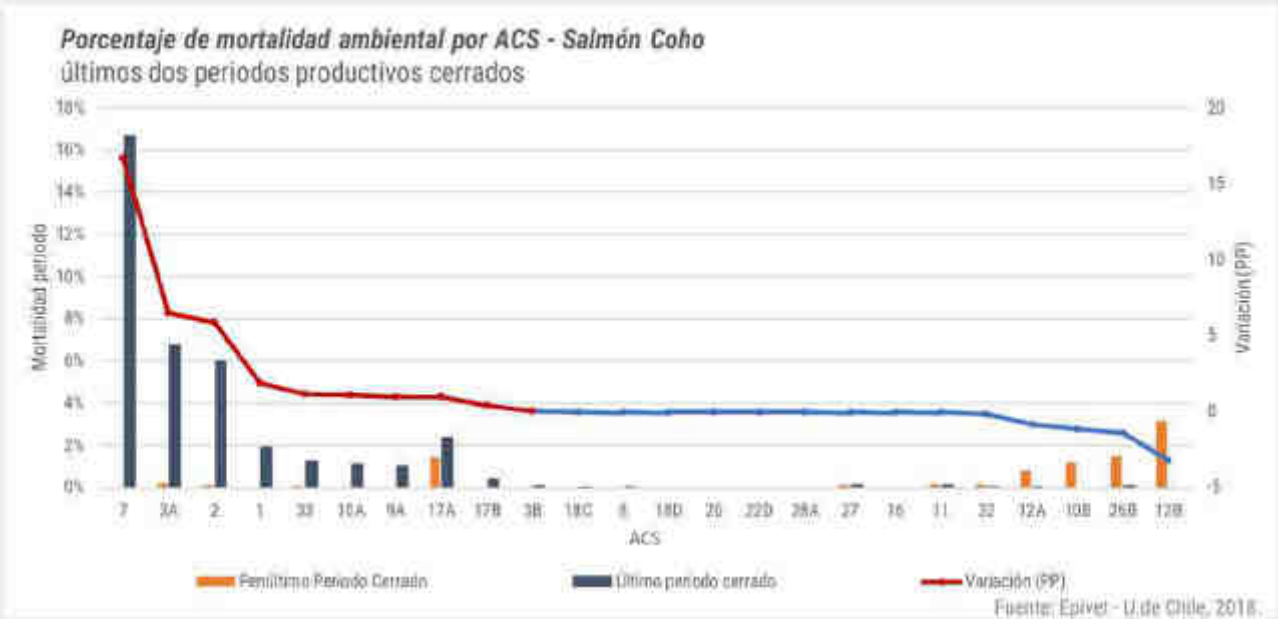


Gráfico 185.Mortalidad ambiental últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón coho



7.2.3.8. Mortalidad sin causa aparente

El indicador de mortalidad primaria por causa específica en este caso mortalidad sin causa aparente (SCA) permite determinar mortalidad SCA respecto a la población total de peces sembrados en cada periodo productivo analizado.

El Gráfico 186 muestra una disminución de la mortalidad por esta causa, fenómeno que se extiende en el 77% de las agrupaciones. La variación promedio fue de -0,57pp (Tabla 90). En la Tabla 91 puede revisarse el detalle por ACS.

Gráfico 186.Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

Tabla 90.Análisis estadístico Mortalidad SCA por periodo productivo

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	1,94%	1,37%	-0,57
Mediana	1,63%	1,31%	-0,32
Desviación Estándar	1,04%	0,85%	-0,19
Mínimo	0,27%	0,00%	-0,27
Máximo	4,82%	3,68%	-1,14

Tabla 91. Variación mortalidad SCA periodo productivo ACS

% de mortalidad sin causa aparente			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	1,51%	1,40%	-0,11
2	1,09%	0,50%	-0,59
3A	0,90%	0,52%	-0,38
3B	0,69%	1,16%	0,47
6	0,27%	0,03%	-0,23
7	1,48%	0,43%	-1,05
8	1,52%	1,28%	-0,24
9A	1,28%	0,61%	-0,67
9B	1,06%	1,28%	0,22
9C	0,37%	0,26%	-0,12
10A	1,41%	0,60%	-0,82
10B	1,80%	0,94%	-0,85
11	2,15%	1,13%	-1,03
12A	1,32%	1,15%	-0,17
12B	1,35%	1,36%	0,01
14	1,63%	1,28%	-0,34
15	1,44%	0,55%	-0,89
16	1,42%	1,89%	0,47
17A	1,50%	0,82%	-0,69
17B	1,58%	0,67%	-0,92
18A	4,82%	2,69%	-2,13
18B	1,74%	1,59%	-0,15
18C	1,49%	0,83%	-0,66
18D	1,45%	2,18%	0,74
18E	2,25%	0,00%	-2,25
19A	2,39%	1,87%	-0,52
19B	1,88%	2,63%	0,75
20	1,83%	1,46%	-0,37
21A	2,01%	2,22%	0,21
21B	3,31%	2,61%	-0,70
21C	2,30%	1,80%	-0,50
21D	N/A	2,57%	N/A
22A	3,41%	2,72%	-0,69
22B	3,07%	1,81%	-1,26
22C	1,39%	1,24%	-0,16
22D	4,23%	1,43%	-2,79

% de mortalidad sin causa aparente			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23A	2,53%	1,14%	-1,38
23B	3,60%	0,05%	-3,55
23C	4,78%	1,38%	-3,39
24	4,51%	2,34%	-2,17
25A	N/A	1,75%	N/A
25B	N/A	2,14%	N/A
26A	1,57%	2,41%	0,84
26B	2,85%	1,57%	-1,28
27	1,08%	1,68%	0,60
28A	2,16%	2,28%	0,12
28B	1,82%	1,31%	-0,51
28C	N/A	3,68%	N/A
29	N/A	1,04%	N/A
30A	1,53%	0,87%	-0,66
30B	1,64%	1,10%	-0,53
31A	1,85%	1,62%	-0,24
31B	2,45%	2,78%	0,33
32	1,42%	0,83%	-0,59
33	2,01%	2,23%	0,21
34	2,45%	1,58%	-0,87
35	2,07%	1,86%	-0,21
44	0,42%	N/A	N/A
45	0,69%	0,41%	-0,28
49A	N/A	2,34%	N/A
54A	N/A	0,21%	N/A
55	N/A	0,08%	N/A
56	N/A	0,01%	N/A
57	N/A	0,00%	N/A

Los siguientes gráficos muestran la mortalidad SCA a nivel de especie, la trucha arcoíris presenta una mayor disminución de esta causa con una variación promedio de -1,26pp, seguida por el salmón del atlántico con una variación de -0,65pp. Finalmente, el salmón coho con un promedio variación -0,58pp.

Gráfico 187. Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón del atlántico

Gráfico 188.Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Trucha arcoíris

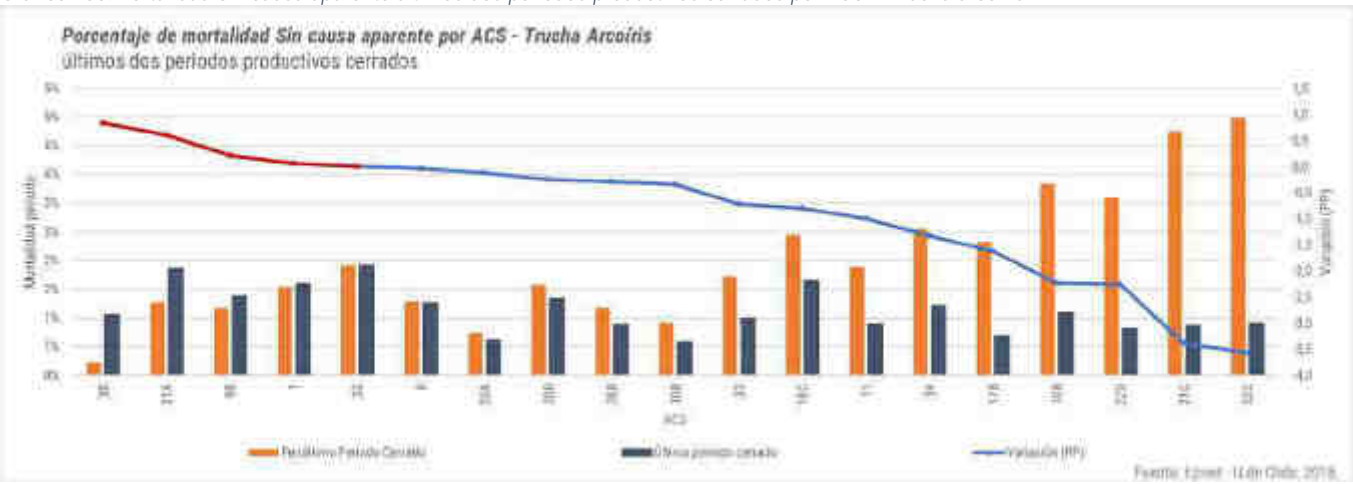
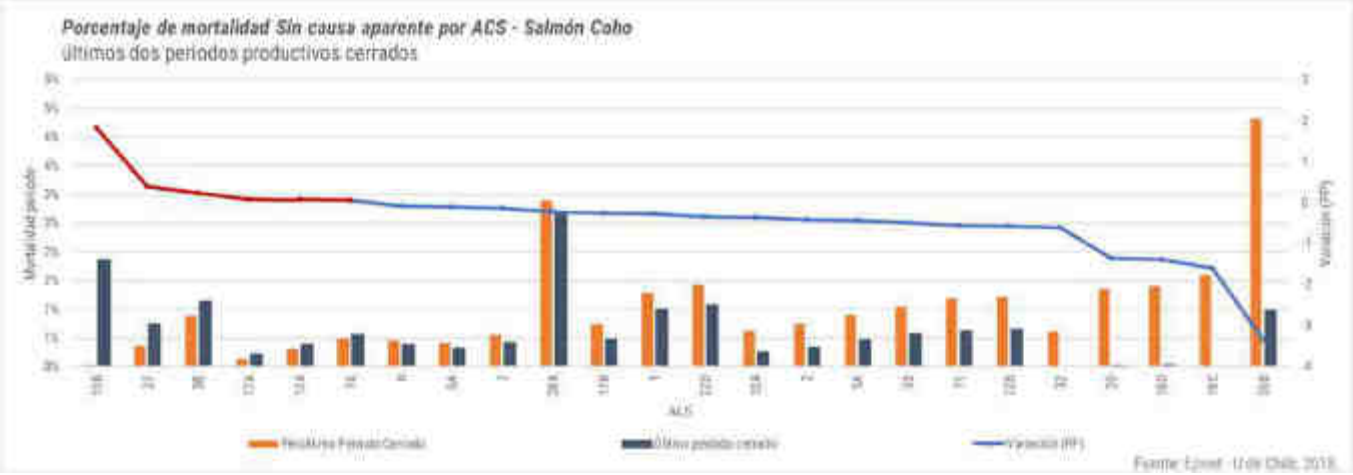


Gráfico 189. Mortalidad Sin causa aparente últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón coho



7.2.3.9. Mortalidad Desadaptados

El indicador de mortalidad primaria por causa específica en este caso mortalidad desadaptados/rezagados permite determinar mortalidad desadaptados/rezagados respecto a la población total de peces sembrados en cada periodo productivo analizado.

El Gráfico 190 muestra una disminución de la mortalidad por esta causa, fenómeno que se extiende en el 68% de las agrupaciones. La variación promedio fue de -0,64pp (Tabla 92). En la Tabla 93 puede revisarse el detalle por ACS.

Gráfico 190.Mortalidad desadaptados/rezagados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS

Tabla 92. Análisis estadístico Mortalidad desadaptados/rezagados por periodo productivo

	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
Promedio	2,57%	1,93%	-0,64
Mediana	2,05%	1,65%	-0,40
Desviación Estándar	1,71%	1,18%	-0,53
Mínimo	0,40%	0,29%	-0,11
Máximo	6,94%	5,40%	-1,54

Tabla 93. Variación mortalidad desadaptados/rezagados periodo productivo ACS

% de mortalidad por desadaptado/rezagado			
ACS	**Penúltimo Periodo Cerrado**	**Último periodo cerrado**	**Variación (PP)**
1	1,21%	1,14%	-0,06
2	1,15%	0,66%	-0,50
3A	1,73%	1,36%	-0,38
3B	5,12%	2,50%	-2,62
6	2,25%	0,90%	-1,36
7	1,93%	2,01%	0,08
8	2,52%	1,92%	-0,60
9A	1,92%	1,63%	-0,29
9B	6,80%	2,22%	-4,58
9C	1,24%	4,23%	3,00
10A	2,66%	4,57%	1,91
10B	4,24%	3,31%	-0,93
11	2,54%	1,96%	-0,58
12A	3,50%	3,38%	-0,12
12B	3,85%	2,58%	-1,28
14	0,83%	1,03%	0,20
15	1,64%	2,51%	0,87
16	1,58%	0,95%	-0,62
17A	2,86%	1,28%	-1,58
17B	3,31%	2,49%	-0,82
18A	2,45%	4,10%	1,65
18B	3,75%	0,88%	-2,86
18C	1,61%	3,59%	1,98
18D	4,19%	2,77%	-1,42
18E	3,17%	0,69%	-2,49
19A	6,94%	2,09%	-4,84
19B	0,69%	3,18%	2,49
20	0,87%	5,40%	4,53
21A	0,92%	1,17%	0,25
21B	4,12%	3,82%	-0,30
21C	2,10%	2,12%	0,02
21D	N/A	0,95%	N/A
22A	4,54%	1,65%	-2,89
22B	5,78%	1,23%	-4,55
22C	1,52%	1,57%	0,06
22D	6,11%	1,38%	-4,72
23A	2,01%	1,79%	-0,22

% de mortalidad por desadaptado/rezagado			
ACS	Penúltimo Periodo Cerrado	Último periodo cerrado	Variación (PP)
23B	4,11%	0,86%	-3,25
23C	1,05%	0,84%	-0,21
24	5,32%	1,22%	-4,09
25A	N/A	0,47%	N/A
25B	N/A	0,29%	N/A
26A	0,51%	1,28%	0,77
26B	0,62%	2,41%	1,79
27	1,44%	1,12%	-0,32
28A	3,83%	1,95%	-1,88
28B	2,32%	1,01%	-1,31
28C	N/A	2,40%	N/A
29	N/A	0,58%	N/A
30A	4,01%	1,61%	-2,40
30B	3,73%	1,34%	-2,40
31A	0,67%	1,03%	0,36
31B	1,15%	4,94%	3,79
32	1,19%	1,02%	-0,18
33	1,54%	1,74%	0,20
34	1,46%	1,10%	-0,36
35	1,11%	0,69%	-0,42
44	0,44%	N/A	N/A
45	0,40%	0,32%	-0,08
49A	N/A	1,77%	N/A
54A	N/A	2,09%	N/A
55	N/A	3,62%	N/A
56	N/A	2,85%	N/A
57	N/A	1,87%	N/A

Los siguientes gráficos muestran la mortalidad desadaptados/rechazados a nivel de especie, la trucha arcoíris presenta una mayor disminución de esta causa con una variación promedio de -0,86pp, seguida por el salmón del atlántico con una variación de -0,65pp. Finalmente, el salmón coho con un promedio variación -0,51pp.

Gráfico 191. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS – Salmón del atlántico

Gráfico 192. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - Trucha arcoíris

Gráfico 193. Mortalidad desadaptados últimos dos periodos productivos cerrados por ACS - Salmón coho

7.2.3.10. Mortalidad por etapa por especie

Las etapas de desarrollo objeto de estudio será T1, T2, T3, establecidas por el peso promedio. Los pesos de corte de cada etapa por especie se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 94. Tabla de peso promedio por etapa T1, T2 y T3

	Peso Promedio Etapa (gramos)		
Especie	T1	T2	T3
Salmón del atlántico	]0,1500]	]1500,3000]	>3000
Salmón coho	]0,1000]	]1000,2000]	>2000
Trucha arcoíris	]0,1000]	]1000,2000]	>2000

A continuación, se mostrarán los resultados de análisis por etapa por especie de los indicadores mortalidad total y mortalidad secundaria.

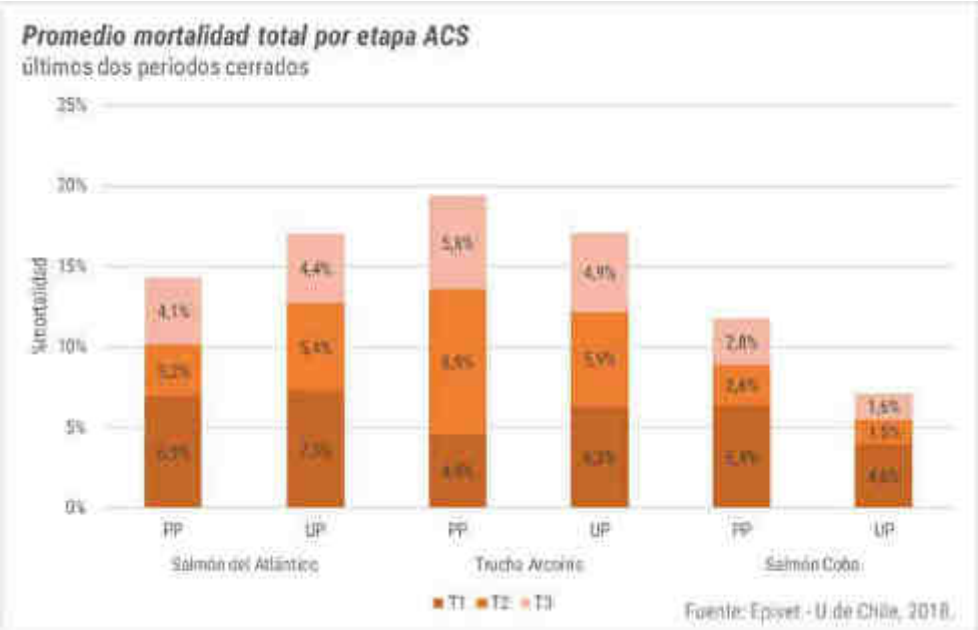
7.2.3.10.1. Mortalidad total por etapa por especie

El indicador mortalidad total por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie estima el número de peces muertos (independientemente de la causa) por especie y etapa productiva (T1, T2, T3) para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados de la misma especie durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad por especie y etapa productiva respecto a la población de la misma especie.

El Gráfico 194 muestra el resultado promedio de los periodos por ACS, tanto el penúltimo periodo (PP) como el último periodo (UP), si bien en una referencia comparativa y se debe comparar a nivel de ACS, es posible identificar tanto el porcentaje de mortalidad por etapa como la distribución ha cambiado entre periodos productivos. En salmón del atlántico la mortalidad total se concentra en T1 en torno al 7%, en

salmón coho se concentran en T1 con un valor entre 6,4 y 4%, en tanto en trucha arcoíris ha variado entre periodos en el penúltimo periodo se concentraba en T2 con 8,9% de mortalidad, y el último periodo en T1 con 6,3%.

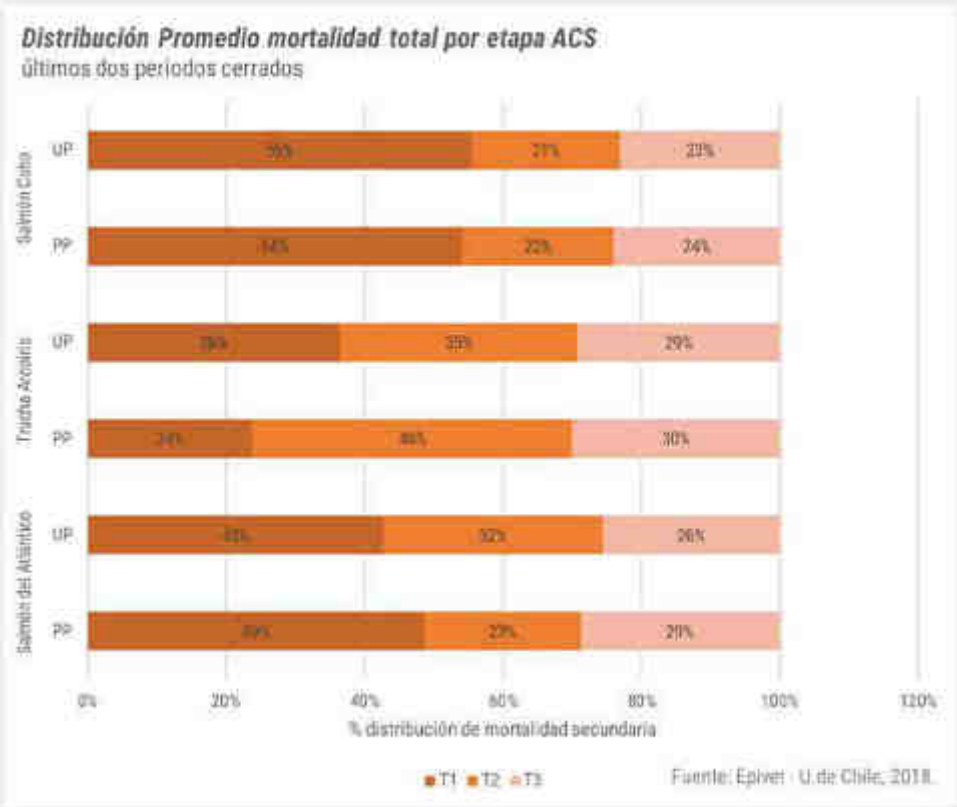
Gráfico 194. Promedio de mortalidad total por etapa por especie por periodo productivo por ACS.



A nivel de distribución, el Gráfico 195 muestra la mortalidad total por etapa por especie en promedio de los dos últimos periodos cerrados se concentran:

- Salmón del atlántico en T1 con 46%
- Salmón coho se concentran en T1 con 55%
- Trucha arcoíris el comportamiento entre períodos no ha sido constante pasando de concentrar la mortalidad T2 con 46% a T1 con 36%

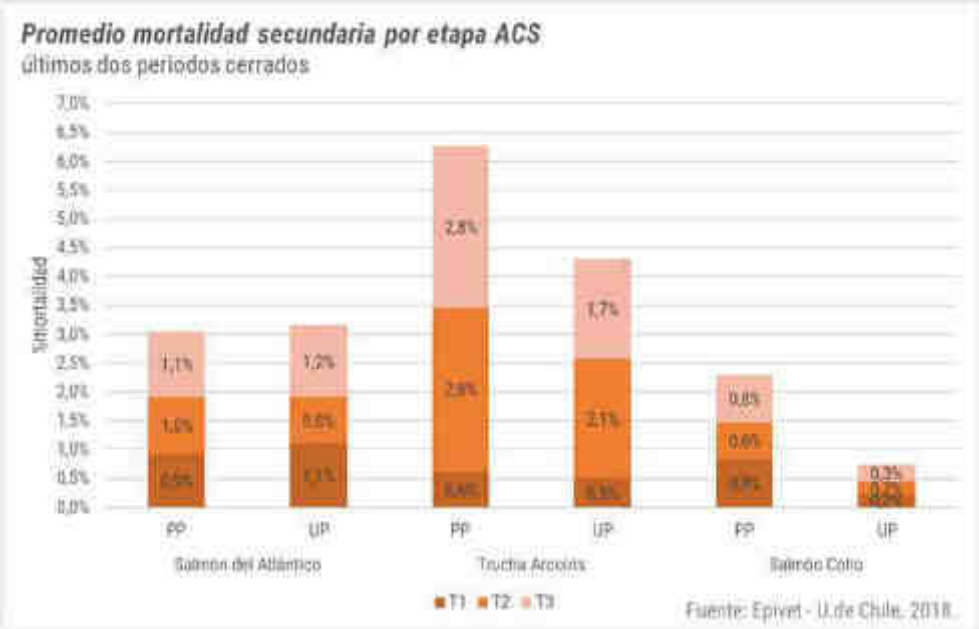
Gráfico 195. Distribución de mortalidad total por etapa por especie por periodo productivo por ACS.



7.2.3.1. Mortalidad secundaria por etapa por especie

El indicador mortalidad secundaria por especie por etapa productiva por periodo productivo por ACS respecto a la siembra por especie estima el número de peces muertos por causa secundaria por especie y etapa productiva (T1, T2, T3) para el periodo productivo consultado respecto del número de peces sembrados de la misma especie durante el intervalo de tiempo consultado, expresado en porcentaje. Este indicador permite determinar mortalidad secundaria por especie y etapa productiva respecto a la población de la misma especie.

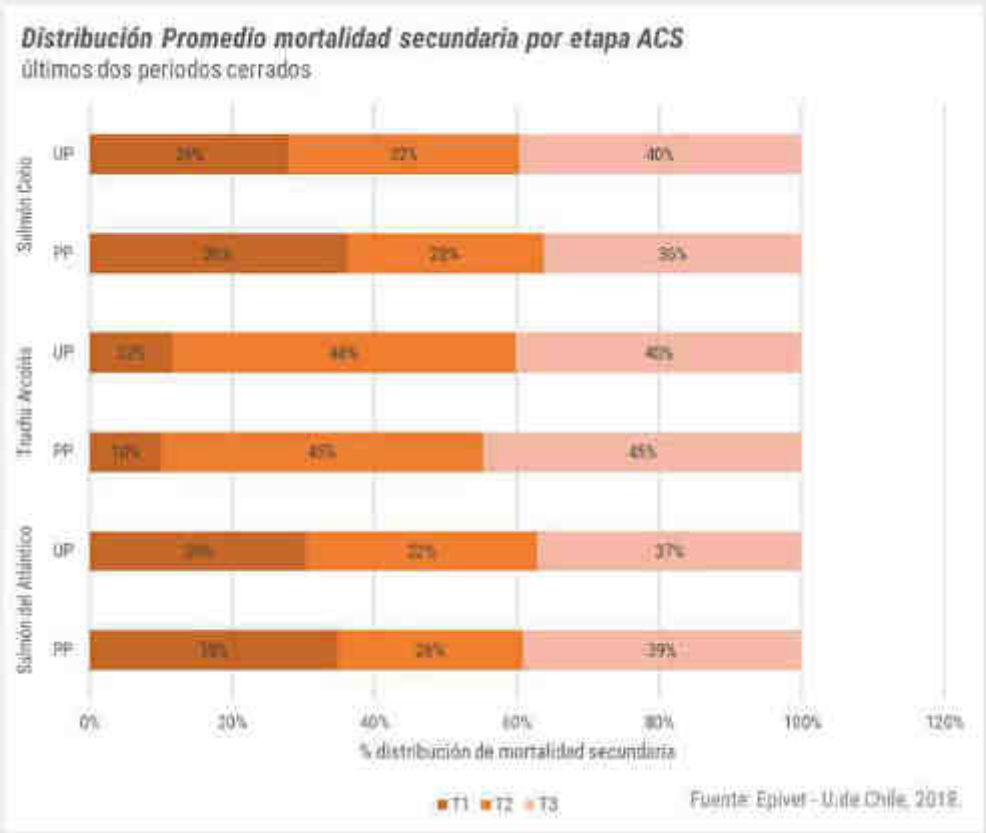
Gráfico 196. Promedio de mortalidad secundaria por etapa por especie por periodo productivo por ACS.



La mortalidad secundaria por etapa por especie en promedio de los dos últimos periodos cerrados se concentra:

- Salmón del atlántico en T3 con 38%
- Trucha arcoíris el comportamiento entre períodos no ha sido constante pasando de concentrar la mortalidad T2 y T3 con 45%, a T2 con 48%
- Salmón coho se concentran en T3 con 38%

Gráfico 197. Distribución de mortalidad secundaria por etapa por especie por periodo productivo por ACS.



A nivel de ACS, los siguientes gráficos por especie muestran tanto la mortalidad secundaria como la distribución de mortalidad secundaria, es posible visualizar el comportamiento heterogéneo que se tiene tanto al comparar periodos productivos de la misma ACS como la distribución de la mortalidad.

Se destacan las agrupaciones que han logrado migrar a concentrar su mortalidad en T1 en el último periodo productivo, siendo éstas:

- Salmón del atlántico: ACS 2, ACS 7, ACS 3B, 26B, ACS 55, ACS 56
- Trucha arcoíris: ACS 22C, ACS 24, ACS 49A
- Salmón coho: ACS 10B, ACS 18D, ACS 26B, ACS 27, ACS 32, ACS 33

Sin embargo, a priori han mejorado concentran su mortalidad, varias de estas agrupaciones también se vieron afectadas por la floración algal de 2016, si bien la mortalidad considerada en solamente secundaria.

Gráfico 198. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón del atlántico

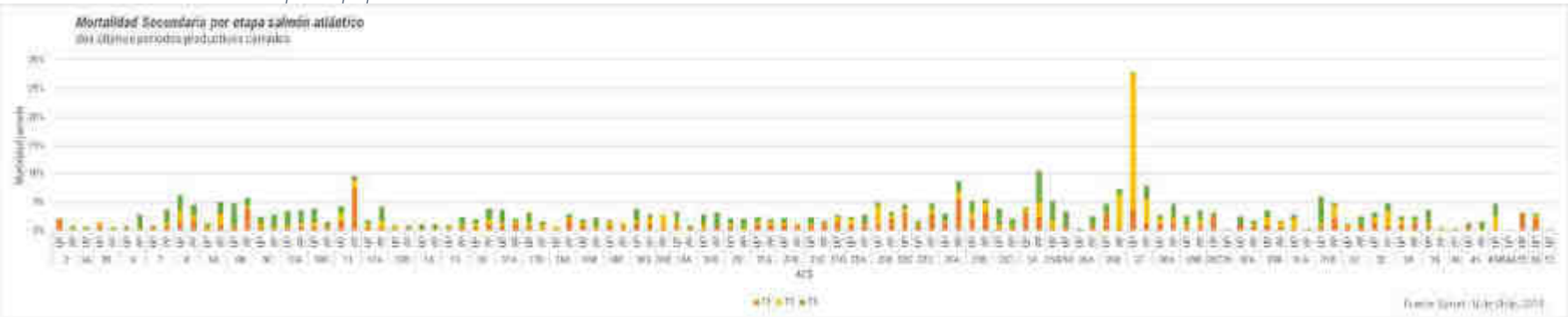


Gráfico 199.Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón del atlántico

Gráfico 200. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Trucha arcoíris

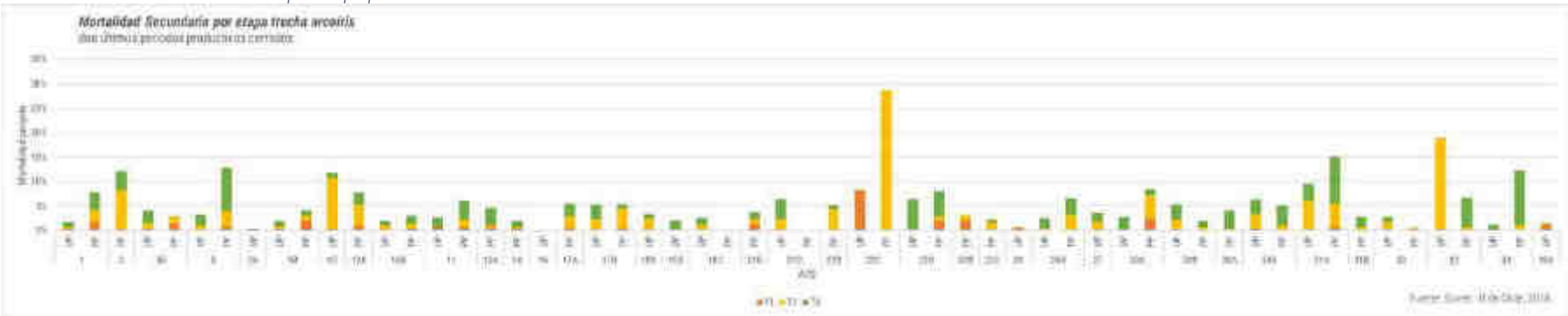


Gráfico 201. Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS – Trucha arcoíris

Gráfico 202. Mortalidad secundaria por etapa por ACS - Salmón coho

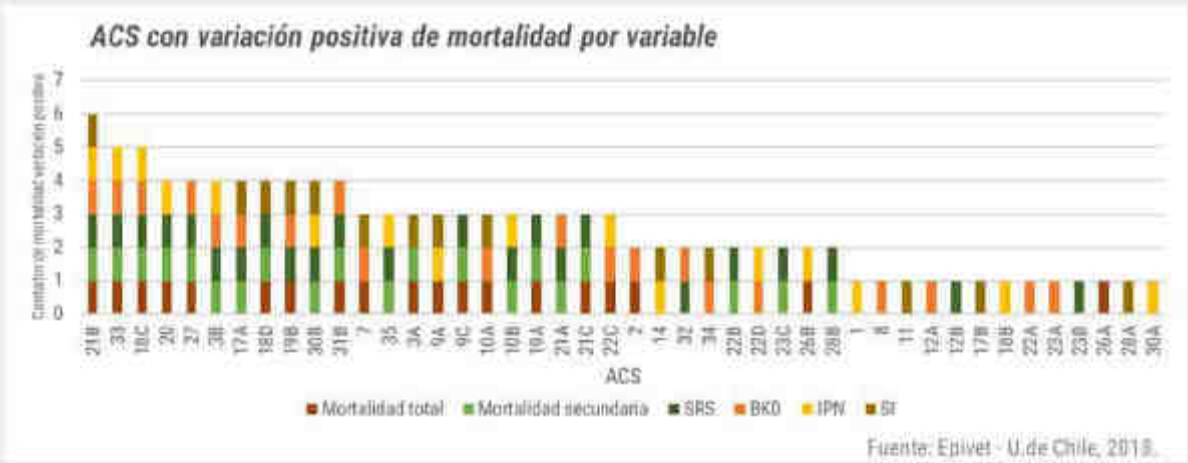
Gráfico 203. Distribución Mortalidad secundaria por etapa por ACS – Salmón coho

7.2.3.2 Resumen resultados mortalidad en agua mar ACS

La información de mortalidad en agua mar hace posible poder analizar todas las categorizaciones de mortalidad y con desglose de especie, los múltiples resultados obtenidos muestran un sistema con comportamientos heterogéneos, sin embargo, es posible identificar agrupaciones con focos explosivos de crecimiento de mortalidad.

El Gráfico 204 resume los resultados de las variables principales que fueron analizadas, siendo éstas: mortalidad total, mortalidad secundaria, mortalidad SRS, mortalidad BKD, mortalidad IPN y mortalidad síndrome ictérico, identificando las agrupaciones que en cada variable tuvieron una variación positiva, es decir, hubo un aumento de mortalidad.

Gráfico 204. ACS con variación positiva de mortalidad por causas principales

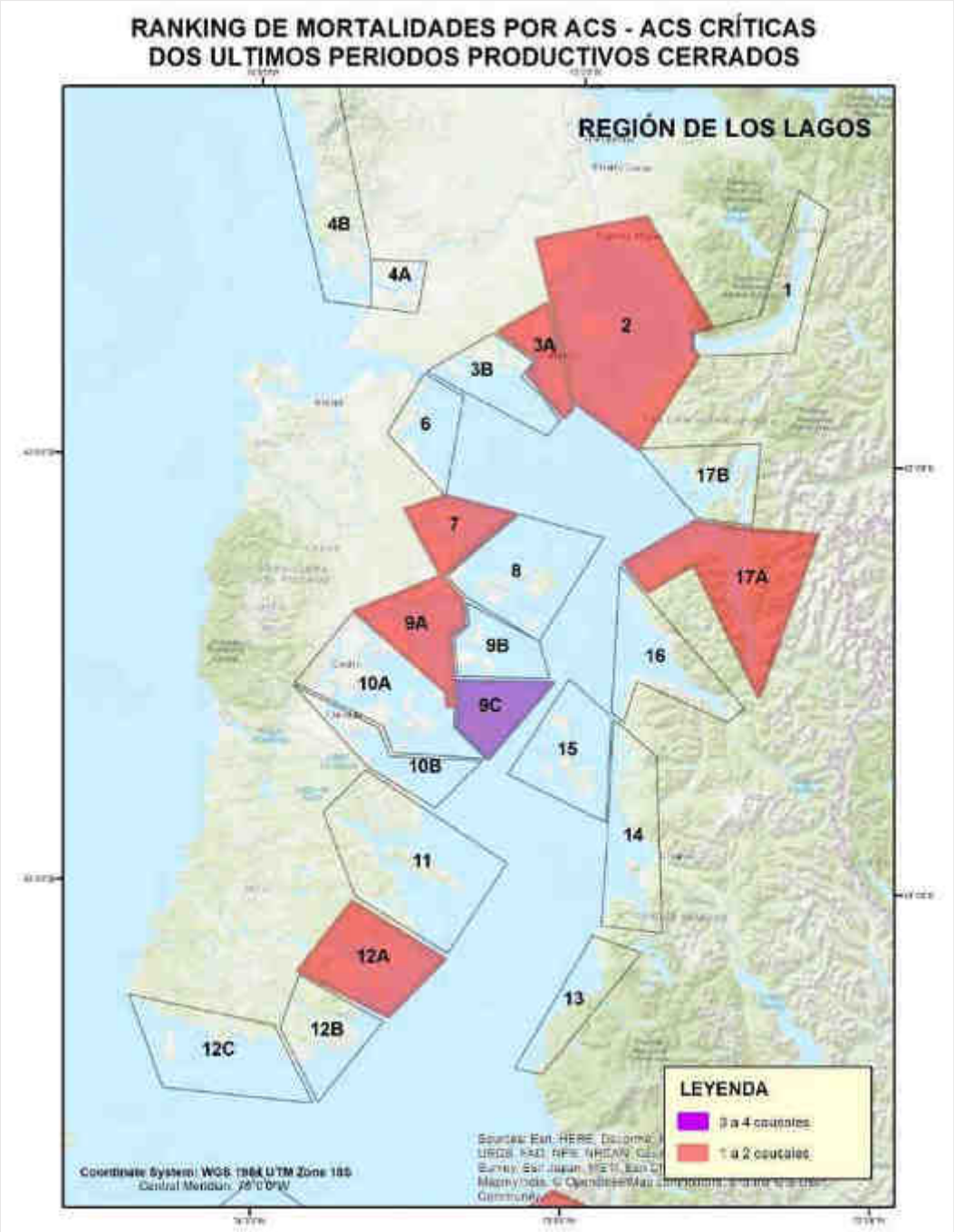


El análisis anterior es posible segmentar en el grupo con un comportamiento superior de variación, es decir, las agrupaciones que en cada causa tuvieron una mortalidad superior al promedio, definida en los rangos rojo y morado de los análisis territoriales (Gráfico 205). Esto permite identificar las ACS con un comportamiento inferior y sobre el cual se debe tener mayor monitoreo y vigilancia.

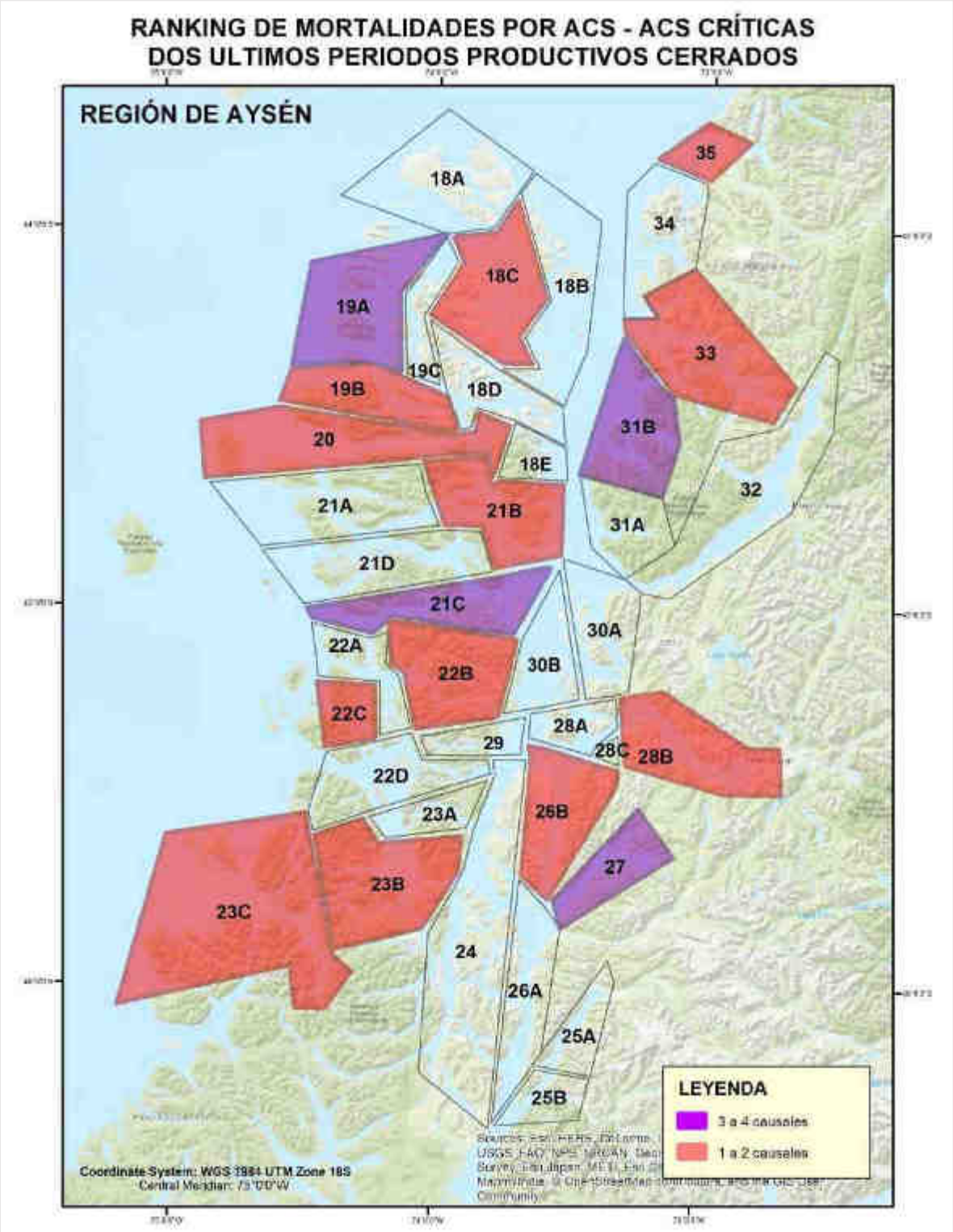
Gráfico 205. ACS con variación positiva rango superior (rojo y morado) de mortalidad por causas principales

A nivel territorial, los siguientes mapas muestran que están agrupaciones se concentran en la XI Región de Aysén.

Mapa 23. ACS con variación positiva superior de mortalidad por causas principales - X Región



Mapa 24. ACS con variación positiva superior de mortalidad por causas principales - XI Región



7.2.4. Análisis de tendencias mortalidad semanal total, secundarias y macrozonas

7.2.4.1. Mortalidad total semanal

El indicador semanal de mortalidad total permite identificar la mortalidad semanal en la serie de tiempo analizada en el presente estudio, es decir, de 2010 a 2017. El Gráfico 206 muestra la tendencia de mortalidad semanal, además la biomasa semanal desde la semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016, se determinó este intervalo temporal de visualización ya que permitía excluir el efecto de los ciclos iniciados y abiertos, y se alcanzó el máximo de ciclos productivos cerrado, por consiguiente, refleja el comportamiento de los ciclos eliminando el efecto de las colas.

La muestra el análisis descriptivo de la mortalidad semanal de la semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016, se destaca la desviación estándar de la mortalidad con 0,44%, además el máximo de mortalidad semanal que alcanza 5,18%, en 2016, esto se explica por la floración algal de este periodo. En tanto, el promedio de la mortalidad total semanal es 0,32% y la mediana 0,24%.

Gráfico 206. Mortalidad total y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016

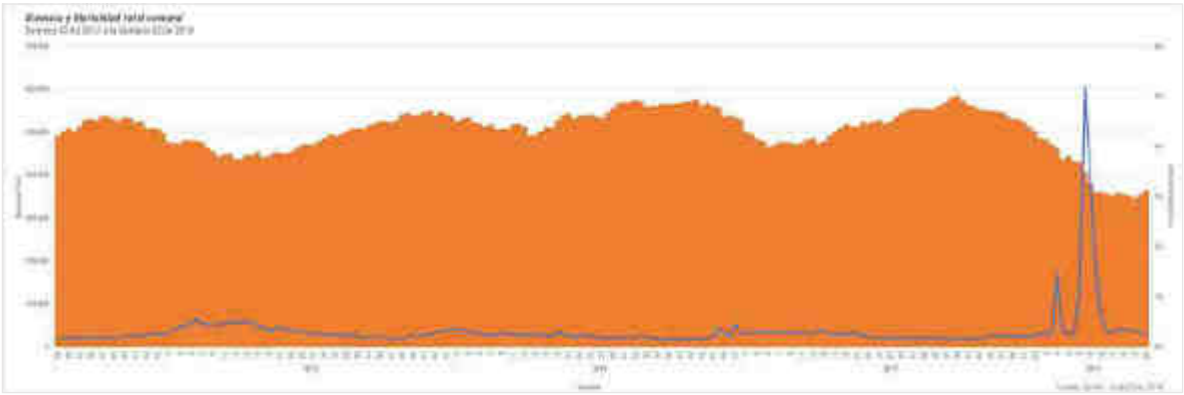


Tabla 95. Análisis estadísticos mortalidad total y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016

	Mortalidad Total %	***Biomasa Semanal (Ton)***
Promedio	*0,32%*	*505.132*
Mediana	*0,24%*	*517.479*
Desviación Estándar	*0,44%*	*51.696*
Mínimo	*0,14%*	*345.242*
Máximo	*5,18%*	*585.424*

Al analizar la mortalidad semanal que sobrepasa la mediana es posible identificar las semanas y meses que han tenido un mayor aumento de mortalidad, siendo éstos: diciembre, enero, febrero y marzo.

7.2.4.2 Mortalidad secundaria semanal

El indicador de mortalidad secundaria semanal permite identificar la mortalidad por causa secundaria semanal en la serie de tiempo analizada en el presente estudio. El Gráfico 207 muestra aumento importante de mortalidad entre 2012 y 2013, donde se alcanzó el máximo de mortalidad secundaria semanal con 0,24% y en 2016 donde llegó al 0,13% mortalidad.

Gráfico 207.Mortalidad secundaria y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016

Tabla 96. Análisis estadísticos mortalidad secundaria y biomasa semanal - semana 33 de 2012 a la semana 20 de 2016

	Mortalidad Total %	***Biomasa Semanal (Ton)***
Promedio	*0,06%*	*505.131*
Mediana	*0,06%*	*517.478*
Desviación Estándar	*0,04%*	*51.695*
Mínimo	*0,02%*	*345.241*
Máximo	*0,24%*	*585.424*

Al analizar la mortalidad semanal que sobrepasa la mediana es posible identificar las semanas y meses que han tenido un mayor aumento de mortalidad, siendo éstos: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril.

Ahora, haciendo zoom al grupo de enfermedades SRS, BKD, IPN y SI, se puede apreciar que cada una tiene tendencias diferentes. En el caso de SRS (Gráfico 208 y Tabla 97), vemos que en la evolución de la mortalidad experimentó un aumento marcado en el año 2012, alcanzando su máximo absoluto la semana 6 del año 2013 (0,22%), para después mostrar máximos locales generalmente en las temporadas de verano.

Adicionalmente, si se compara la evolución de SRS con la evolución de biomasa y mortalidad de la causal de mortalidad sin causa aparente (Gráfico 209 y Tabla 98), podemos ver que ambas presentan un comportamiento similar, tendiendo a aumento durante la época de verano. Sin causa aparente también muestra su máximo absoluto durante las primeras semanas del año 2013. Se sugiere estudiar la relación que pudiera existir entre ambas causales de mortalidad.

Gráfico 208. Biomasa y mortalidad semanal, causal secundaria SRS, semana 33 del 2012 a la semana 20 de 2016.

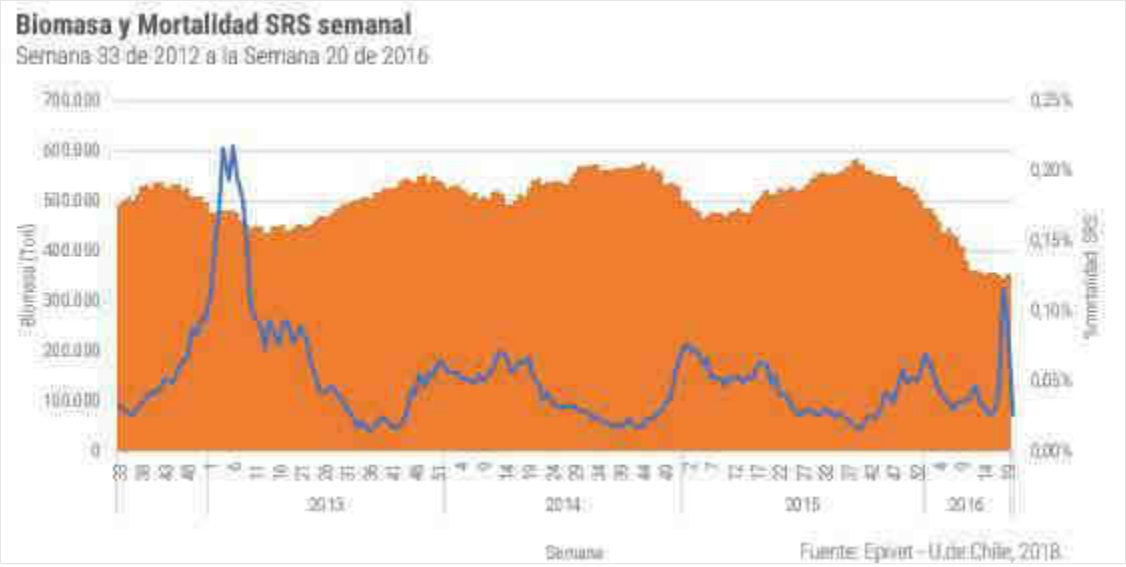


Tabla 97. Porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria SRS.

	Mortalidad SRS semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,05%*	*505.132*
Mediana	*0,04%*	*517.479*
Desviación Estándar	*0,03%*	*51.696*
Mínimo	*0,01%*	*345.242*
Máximo	*0,22%*	*585.424*

Gráfico 209. Biomasa y mortalidad semanal, causal sin causa aparente.

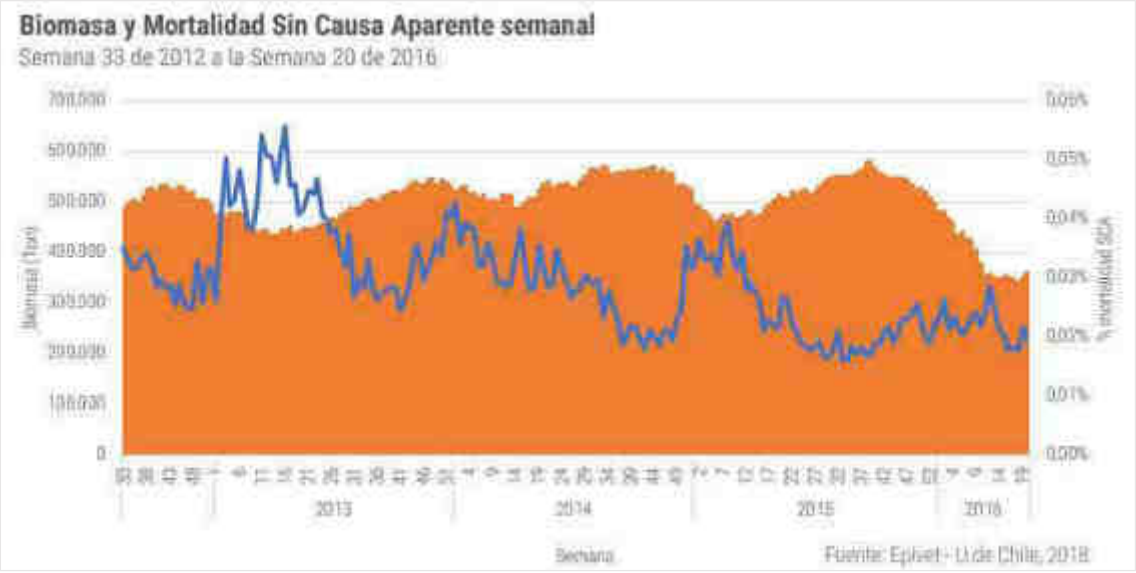


Tabla 98. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal sin causa aparente.

	Mortalidad SCA semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,03%*	*505.132*
Mediana	*0,03%*	*517.479*
Desviación Estándar	*0,01%*	*51.696*
Mínimo	*0,02%*	*345.242*
Máximo	*0,06%*	*585.424*

Considerando ahora la mortalidad por BKD (Gráfico 210 y Tabla 99), se puede apreciar que los aumentos de mortalidad aparecen a partir de la semana 35 hasta las primeras semanas del año que sigue, llamando la atención el máximo absoluto en la semana 49 del año 2015 (0,0187%), el resto de los valores que sobrepasan la mediana, se puede observar que ocurren en semanas cercanas a las 49.

Gráfico 210. Biomasa y porcentaje mortalidad BKD semanal

Tabla 99. Indicadores estadísticos mortalidad y biomasa por causal de mortalidad BKD.

	Mortalidad BKD semanal (%)	Biomasa semanal (ton)
Promedio	0,0031%	505.132
Mediana	0,0022%	517.479
Desviación Estándar	0,0031%	51.696
Mínimo	0,0002%	345.242
Máximo	0,0187%	585.424

En el caso de la enfermedad IPN, se puede observar el máximo absoluto en la semana 9 del año 2014, siguiendo con un comportamiento más uniforme en el resto del periodo, teniendo máximos pero que están muy cerca de la mediana, destaca también el máximo local ocurrido en el año 2013 en la semana 6. En general se puede apreciar que en aumento de casos de mortalidad aumenta cuando la biomasa comienza a disminuir, por lo que se podría interpretar que esta causal tiene ocurrencia durante las etapas de cosecha de los centros de cultivo.

Gráfico 211. Biomasa y mortalidad semanal causal secundaria IPN

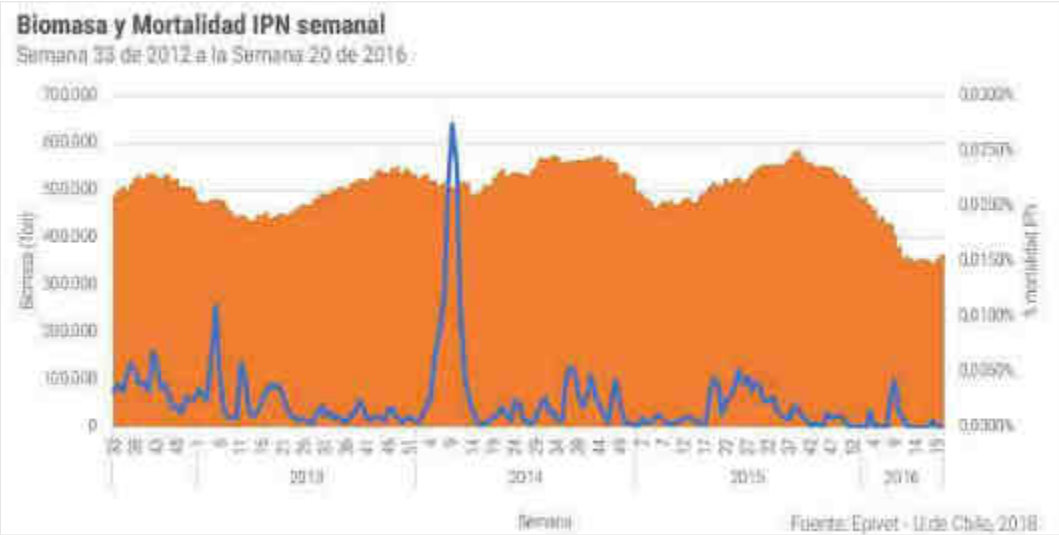


Tabla 100. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria IPN.

	Mortalidad IPN semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,0023%*	*505.132*
Mediana	*0,0013%*	*517.479*
Desviación Estándar	*0,0034%*	*51.696*
Mínimo	*0,0000%*	*345.242*
Máximo	*0,0275%*	*585.424*

Por último, en el caso de la enfermedad síndrome ictérico (Gráfico 212 y Tabla 101), se puede observar que los casos siguen el mismo comportamiento de la biomasa, es decir a medida que aumenta la biomasa, aumenta la mortalidad. El máximo absoluto se presenta durante la semana 49 del año 2014 con un 0,0154%

Gráfico 212. Biomasa y mortalidad semanal, causal secundaria síndrome ictérico.

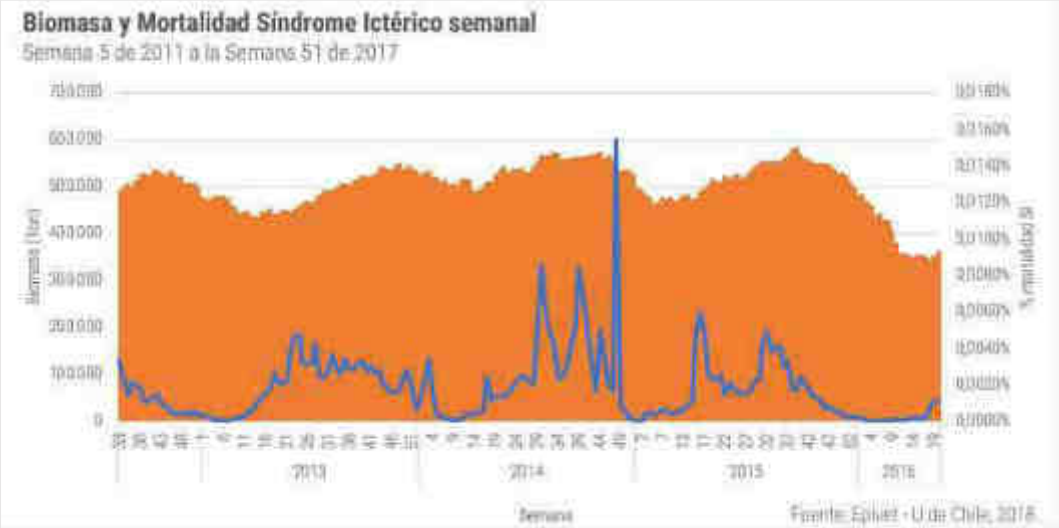


Tabla 101. Indicadores estadísticos para el porcentaje de mortalidad total y biomasa, causal secundaria síndrome ictérico.

	Mortalidad SI semanal (%)	***Biomasa Semanal (ton)***
Promedio	*0,0018%*	*505.132*
Mediana	*0,0015%*	*517.479*
Desviación Estándar	*0,0019%*	*51.696*
Mínimo	*0,0000%*	*345.242*
Máximo	*0,0154%*	*585.424*

7.2.4.1. Mortalidad total semanal por Macrozona

A continuación, se analizará el escenario por macrozona respecto de la evolución de la biomasa y mortalidad total.

De acuerdo a lo que se puede ver en los gráficos de biomasa y mortalidad de las macrozonas de la décima región (Gráfico 213, Gráfico 214, Gráfico 215, Gráfico 216 y Gráfico 217), se puede ver que en varias se registra un peak en el año 2016 que se corresponde con la floración algal ocurrida en esa época.

En el caso de la macrozona 2X (Gráfico 214, Tabla 103) se pueden ver que existen peaks de mortalidad en los años 2012, 2013 y 2015, que en el caso de los años 2012 y 2013 corresponden a eliminaciones productivas, y el 2015 a mortalidad por causas ambientales. En el caso de la macrozona 5X (Gráfico 217), se puede apreciar un peak en el año entre el final del año 2013 y el inicio del año 2014, donde hay una alta mortalidad asociada a desadaptados y bloom.

Gráfico 213. Biomasa y mortalidad total macrozona 1X

Tabla 102. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1X

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,76%*	*48.240*
Mediana	*0,26%*	*49.030*
Desviación Estándar	*3,24%*	*27.827*
Mínimo	*0,10%*	*5.127*
Máximo	*29,32%*	*102.016*

Gráfico 214. Biomasa y mortalidad total macrozona 2X

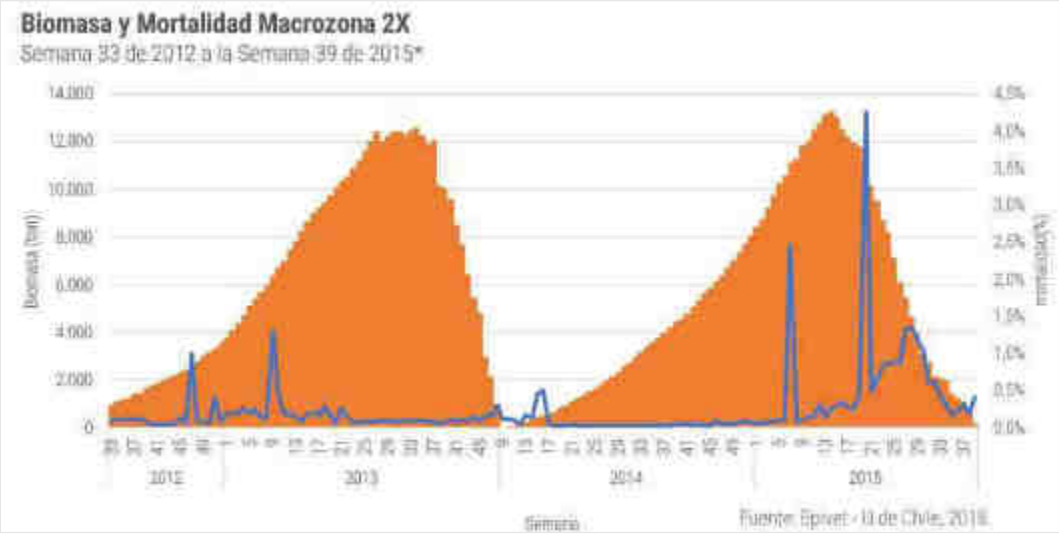


Tabla 103. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2X

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,24%*	*5.949*
Mediana	*0,10%*	*5.370*
Desviación Estándar	*0,46%*	*4.173*
Mínimo	*0,02%*	*11*
Máximo	*4,26%*	*13.295*

Gráfico 215. Biomasa y mortalidad total macrozona 3X

Tabla 104. Resumen indicadores estadísticos macrozona 3X

	Mortalidad semanal (%)	Biomasa semanal (ton)
Promedio	0,41%	69.879
Mediana	0,25%	73.824
Desviación Estándar	1,04%	15.636
Mínimo	0,12%	22.812
Máximo	10,94%	91.427

Gráfico 216. Biomasa y mortalidad total macrozona 4X

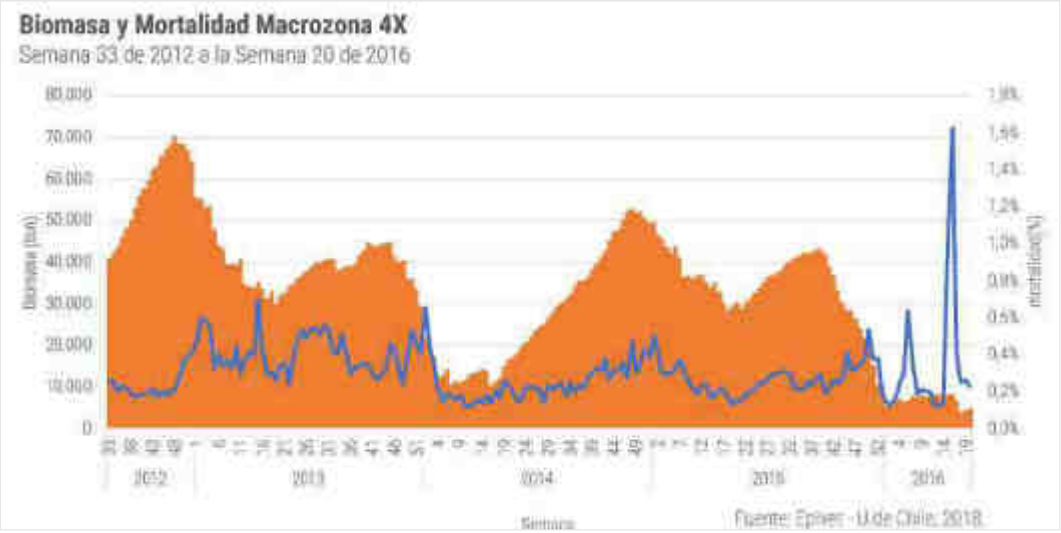


Tabla 105. Resumen indicadores estadísticos macrozona 4X

	Mortalidad semanal (%)	Biomasa semanal (ton)
Promedio	0,30%	33.677
Mediana	0,27%	36.059
Desviación Estándar	0,16%	15.670
Mínimo	0,12%	3.920
Máximo	1,63%	70.444

Gráfico 217. Biomasa y mortalidad total macrozona 5X

Tabla 106. Resumen indicadores estadísticos macrozona 5X

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa Semanal (ton)***
Promedio	*0,25%*	*52.877*
Mediana	*0,22%*	*54.504*
Desviación Estándar	*0,14%*	*11.360*
Mínimo	*0,10%*	*25.872*
Máximo	*0,93%*	*80.308*

En el caso de las macrozonas de la XI región (Gráfico 218, Gráfico 219, Gráfico 220 y Tabla 107, Tabla 108 y Tabla 109), en términos de mortalidad, nos encontramos con el peak por Bloom de algas del año 2016 en las macrozonas 1XI, 2XI y 3XI.

En el caso de la macrozona 1XI, se puede ver un aumento de la mortalidad a fines del año 2012 y comienzo del 2013, el cual se relaciona con varias causales de mortalidad, no existe alguna que destaque respecto al resto, sino que se relaciona con el aumento proporcional de biomasa durante ese periodo. Se puede apreciar que los peak de mortalidad coinciden con los inicios de año, que son épocas más cálidas, que podrían promover la proliferación de enfermedades bloom de algas.

Gráfico 218. Biomasa y mortalidad total macrozona 1XI

Tabla 107. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1XI

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,24%*	*70.938*
Mediana	*0,19%*	*70.655*
Desviación Estándar	*0,19%*	*9.994*
Mínimo	*0,08%*	*50.250*
Máximo	*1,67%*	*97.090*

Gráfico 219. Biomasa y mortalidad total macrozona 2XI

Tabla 108. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2XI

	Mortalidad semanal (%)	Biomasa semanal (ton)
Promedio	0,29%	115.197
Mediana	0,23%	114.418
Desviación Estándar	0,17%	15.366
Mínimo	0,08%	84.148
Máximo	1,00%	155.328

Gráfico 220. Biomasa y mortalidad total macrozona 3XI

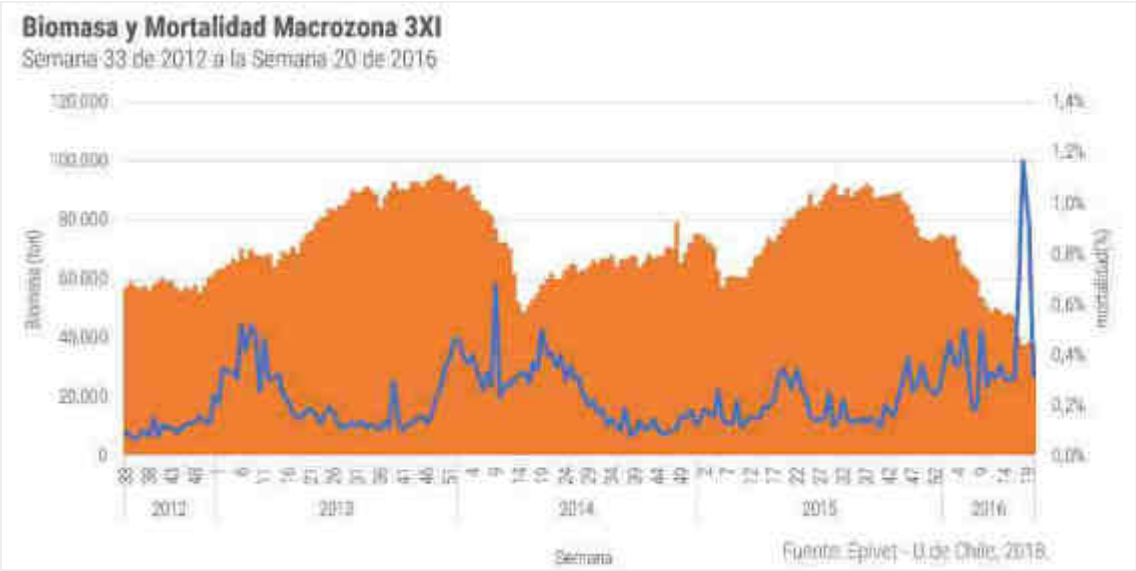


Tabla 109. Resumen indicadores estadísticos macrozona 3XI

	Mortalidad semanal (%)	Biomasa semanal (ton)
Promedio	0,23%	72.234
Mediana	0,19%	70.252
Desviación Estándar	0,14%	13.778
Mínimo	0,06%	37.453
Máximo	1,17%	95.406

Por último, en el caso de la duodécima región, para la macrozona 1XII (Gráfico 221 y Tabla 110) se puede apreciar que existen dos peak de mortalidad marcados en el año 2012 y año 2015. En el año del año 2012 corresponde a mortalidad por transporte, y en el caso del año 2015 obedece principalmente a daño mecánico y micosis, pudiendo explicarse por el comienzo de la siembra con peces en etapa T1.

En el caso de la macrozona 2XII (Gráfico 222 y Tabla 111), se puede identificar un marcado peak a finales del año 2014 que corresponde a mortalidad ambiental. Desde el punto de la biomasa se puede ver un aumento de ésta en el tiempo.

Gráfico 221. Biomasa y mortalidad total macrozona 1XII

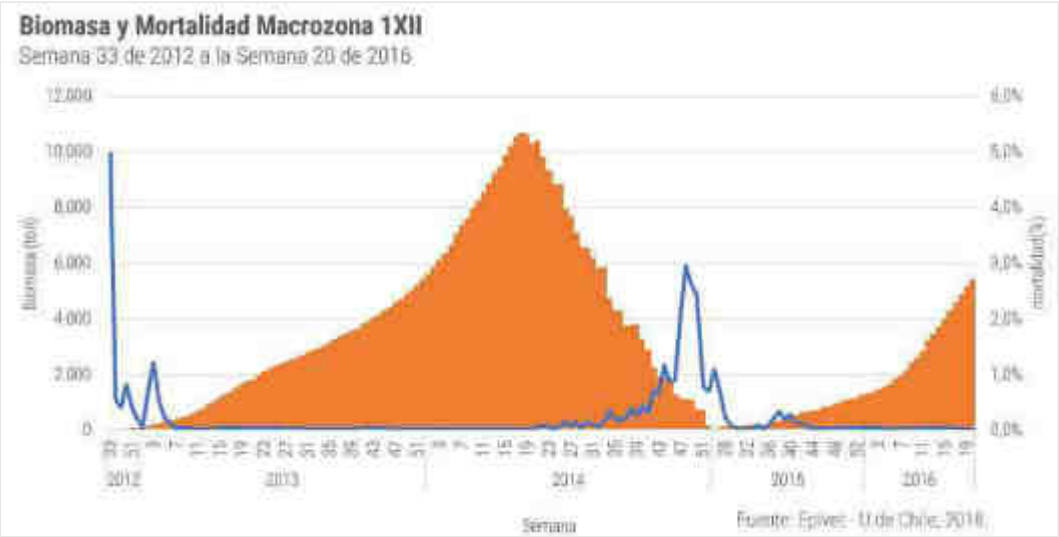


Tabla 110. Resumen indicadores estadísticos macrozona 1XII

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,22%*	*3.253*
Mediana	*0,03%*	*2.405*
Desviación Estándar	*0,59%*	*2.991*
Mínimo	*0,01%*	*34*
Máximo	*4,97%*	*10.745*

Gráfico 222. Biomasa y mortalidad total macrozona 2XII

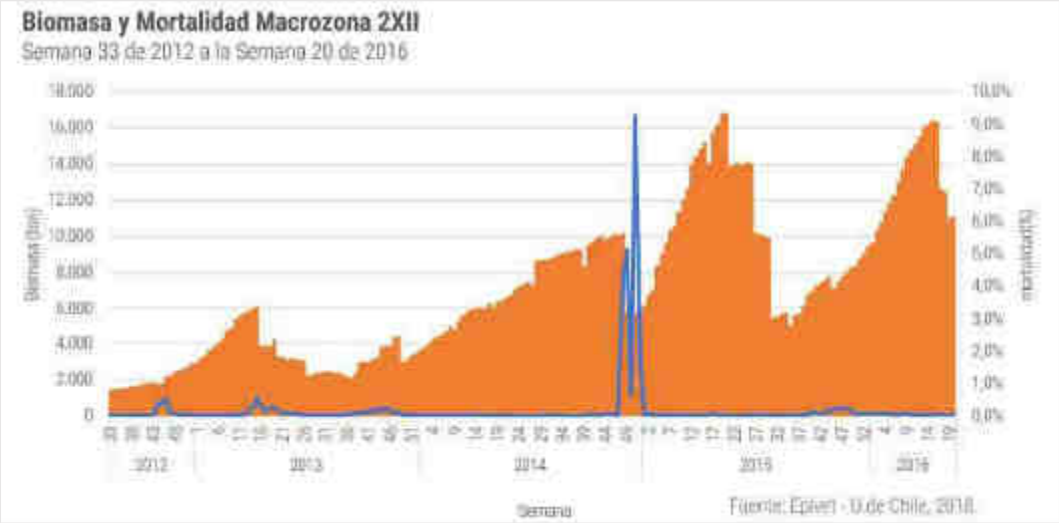


Tabla 111. Resumen indicadores estadísticos macrozona 2XII

	Mortalidad semanal (%)	***Biomasa semanal (ton)***
Promedio	*0,17%*	*7.071*
Mediana	*0,03%*	*6.020*
Desviación Estándar	*0,81%*	*4.149*
Mínimo	*0,01%*	*1.451*
Máximo	*9,25%*	*16.845*

7.2.5. Alertas de riesgo

En el desarrollo de un sistema de vigilancia para enfermedades infecciosas, siempre existe la necesidad de obtener más información en forma oportuna, certera, accesible y útil para mejorar la respuesta en salud animal. La vigilancia sindrómica es el uso de datos en casi tiempo-real junto a un conjunto de herramientas automatizadas para detectar y caracterizar una actividad inusual que requiere de una investigación inmediatamente posterior. Este tipo de vigilancia ha aumentado en el último tiempo dado por una creciente disponibilidad de datos electrónicos y la habilidad de rápidamente mover y compartir canales de información.

7.2.5.1. Alertas generales y alertas tempranas

Dentro de nuestros análisis, se consideraron una serie de indicadores de alerta general y temprana que podrían ayudar a la implementación más rápida de actividades de fiscalización y/o investigación de brotes. Estos indicadores de alerta han sido preliminarmente explorados en forma descriptiva con respecto al indicador de porcentaje de mortalidad de SRS acumulado. Los indicadores de alerta general están más asociados con el rendimiento sanitario y el éxito de programas específicos en la disminución del riesgo, una vez que haya concluido un ciclo de producción. Los indicadores de alerta temprana son evaluados en casi tiempo-real y por lo tanto entregan información que permiten establecer medidas de índole más preventiva.

Las alertas de riesgo que se presentan en este informe son:

Alerta general

- Probabilidad de reporte de enfermedades
- Probabilidad de reporte de eliminación
- Nivel de reporte de mortalidad “Sin Causa Aparente”
- Duración del ciclo productivo
- Peso promedio de cosecha
- Uso de antimicrobianos
-

Alerta temprana

- Número de peces sembrados
- Tiempo a eventos de interés
- Función de mortalidad acumulada

Idealmente, los indicadores claves de rendimiento sanitario deben ser evaluados para conocer si el monitoreo sobre esos indicadores mejora la eficiencia de la detección temprana.

Alerta general de riesgo: Probabilidad de reporte de enfermedades

Un indicador sanitario relevante es la probabilidad de reporte de una enfermedad en particular en un ciclo de producción. Esta probabilidad aproxima a la **prevalencia** que es la probabilidad de tener la enfermedad en un ciclo de cultivo en particular. Esta proporción se estima a partir del año de siembra del ciclo productivo y considera el número de ciclos sembrados el año i y que reporta la ocurrencia de la enfermedad dividido por el número total de ciclos que sembraron dicho año (multiplicado por 100). Las siguientes figuras (Gráfico 223, Gráfico 224 y Gráfico 225) muestran el comportamiento temporal de estas proporciones según sea SRS, BKD e IPN. Para el caso de SRS, la probabilidad de reporte promedio es de 91,4%, siendo más oscilante y menor en el salmón coho (Gráfico 223). Para el caso de BKD, la probabilidad promedio es de un 31,5%, con una tendencia general al aumento en el tiempo, para las tres especies. Aunque en el Gráfico 224 *se* observa que los ciclos sembrados durante el 2016 tienen a tener una menor probabilidad, esto es un efecto dado por el número de ciclos que no estaban cerrados hacia diciembre 2017, que fue la fecha de fin de análisis del estudio. Finalmente, para el caso de IPN, la probabilidad de reporte de esta condición es de un 15,4%, con una tendencia a la disminución según el año de siembra (Gráfico 225).

Gráfico 223. Probabilidad de reporte de SRS en ciclos de cultivo.

Gráfico 224. Probabilidad de reporte de BKD en ciclos de cultivo

Gráfico 225. Probabilidad de reporte de IPN en ciclos de cultivo.

La estimación de estas probabilidades de reporte para las enfermedades más importantes en el sistema productivo y para las cuales existen programas sanitarios específicos proveen de mucha utilidad puesto que permite asignar un valor de riesgo a cada nuevo ciclo de producción que se inicia, así como permitirá evaluar los esfuerzos sanitarios para minimizar esa prevalencia basal.

Alerta general de riesgo: Comportamiento de la eliminación productiva.

La mortalidad clasificada como eliminación contempla dos subclasificaciones. La mortalidad sanitaria y productiva. Al evaluar la relación entre estas tres clasificaciones de mortalidades se pudo entender que existe una fuerte correlación entre ambas subclasificaciones. Además, la mortalidad subclasificada como productiva y la clasificada como eliminación mantienen una fuerte correlación, pero no así esta última con la mortalidad subclasificada como sanitaria. En otras palabras, la subclasificación de mortalidad productiva se relaciona tanto con la eliminación, así como la subclasificada como sanitaria, y de esta forma, la mortalidad productiva se constituye como un buen candidato como indicador general de riesgo.

En promedio, la mitad de los ciclos de producción reportan este tipo de mortalidad sin embargo las tendencias de este reporte varían según especies de cultivo y años de siembra (Gráfico 226). Tanto la trucha arcoíris como el salmón coho tienen a disminuir este reporte a partir de los ciclos sembrados el 2013 en adelante. Una tendencia opuesta es la que aparece en el salmón del Atlántico, donde la proporción de ciclos de producción que reportan esta mortalidad van desde el 27% a sobre un 75% en aquellos sembrados el 2016. Al analizar la relación entre aquellos ciclos que reportan de este tipo de mortalidad y la cantidad de mortalidad por SRS (en %) se encuentra una asociación que es estadísticamente significativa para cohos y salares pero no así para la trucha arcoíris (Gráfico 227). En resumen, el reporte de mortalidad subclasificada como eliminación productiva podría ser considerado como un importante indicador sanitario para salmón del Atlántico y salmón coho.

Gráfico 226. Probabilidad de reporte de mortalidad subclasificada como productiva en ciclos de cultivo.

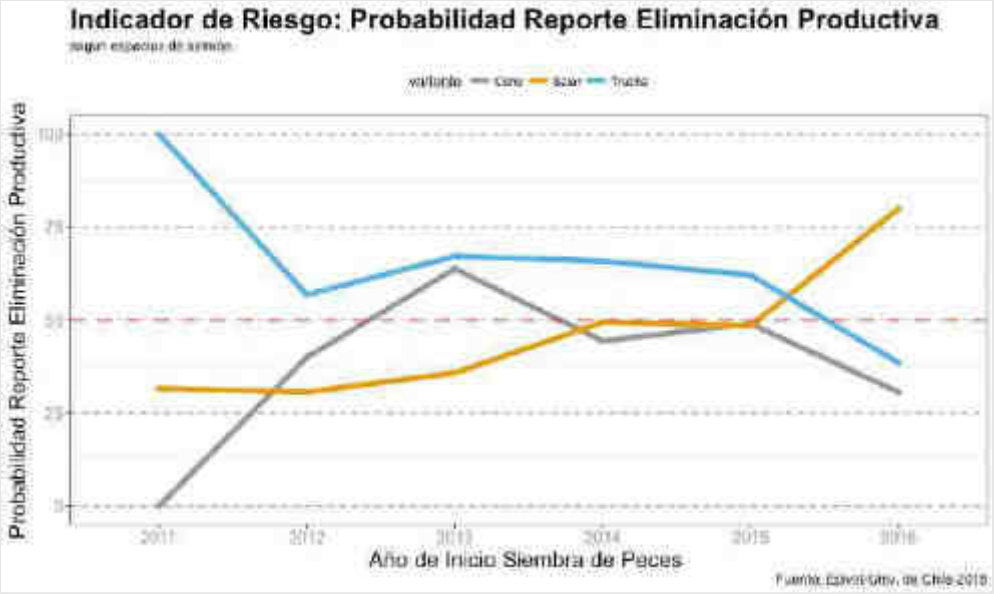
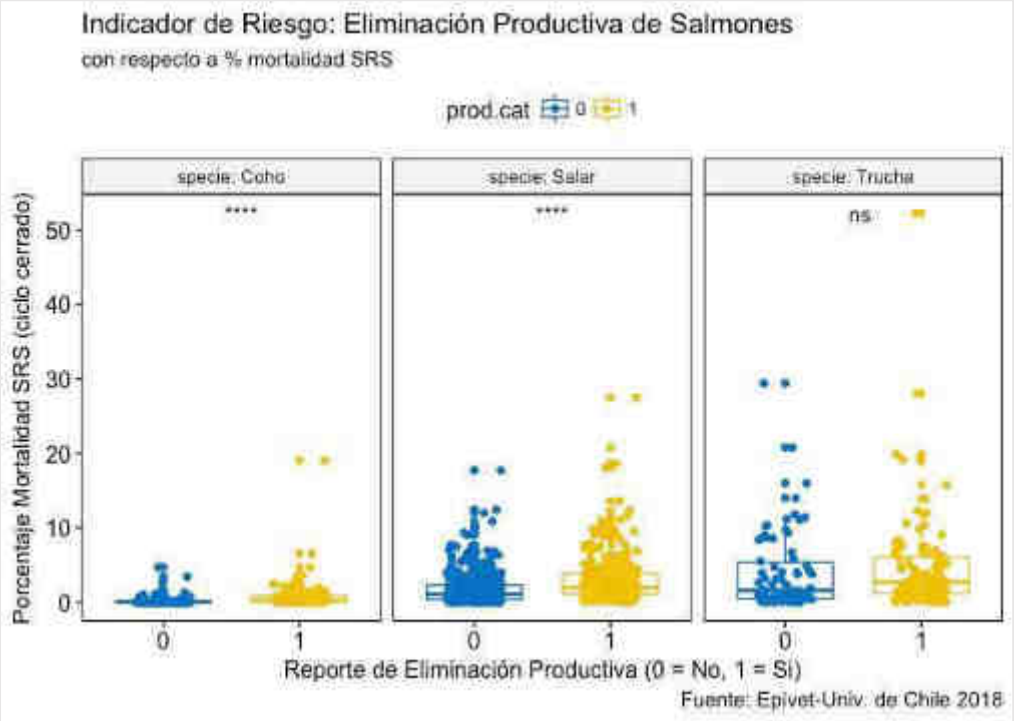


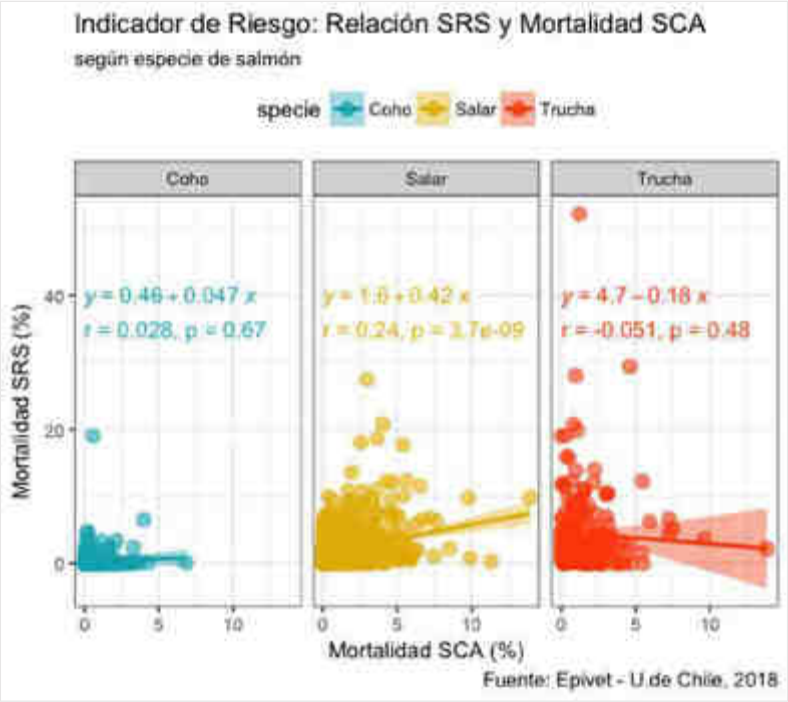
Gráfico 227. Reporte de mortalidad subclasificada como productiva y mortalidad de SRS.



Alerta general de riesgo: Porcentaje de mortalidad clasificada como “Sin Causa Aparente” (SCA)

Previos estudios han relacionado la mortalidad clasificada como SCA con la magnitud de mortalidad de SRS. Esta relación se muestra en la Gráfico 228donde sólo la especie salmón del Atlántico muestra una asociación estadísticamente significativa (r = 0,24 y valor de p < 0,001). Si bien se requieren análisis más rigurosos para cuantificar de forma más certera esta asociación, los antecedentes de asociación en estudios de SRS durante los años 2010-2013 (Mardones et al. 2014) y macrozona 8 (Informe Sernapesca, 2016) justifican su inclusión como un indicador de riesgo sanitario y alerta. La clasificación SCA es un reporte extremadamente habitual, con solo un 3% de los ciclos que no lo han reportado. Al igual que lo reportado más abajo, la definición de un umbral de mortalidad de SCA basado en el comportamiento de la mortalidad acumulada podría entregar mejores señales de alarma temprana. En resumen, el nivel de mortalidad clasificada como SCA está asociada a una mayor mortalidad por SRS para la especie salmón del Atlántico. Este nivel de alerta puede estar definido por el promedio y mediana de SCA que corresponde a 2% y 1,7% para el salmón del Atlántico, respectivamente.

Gráfico 228. Correlaciones entre nivel de mortalidad SCA y SRS según especies de cultivo.

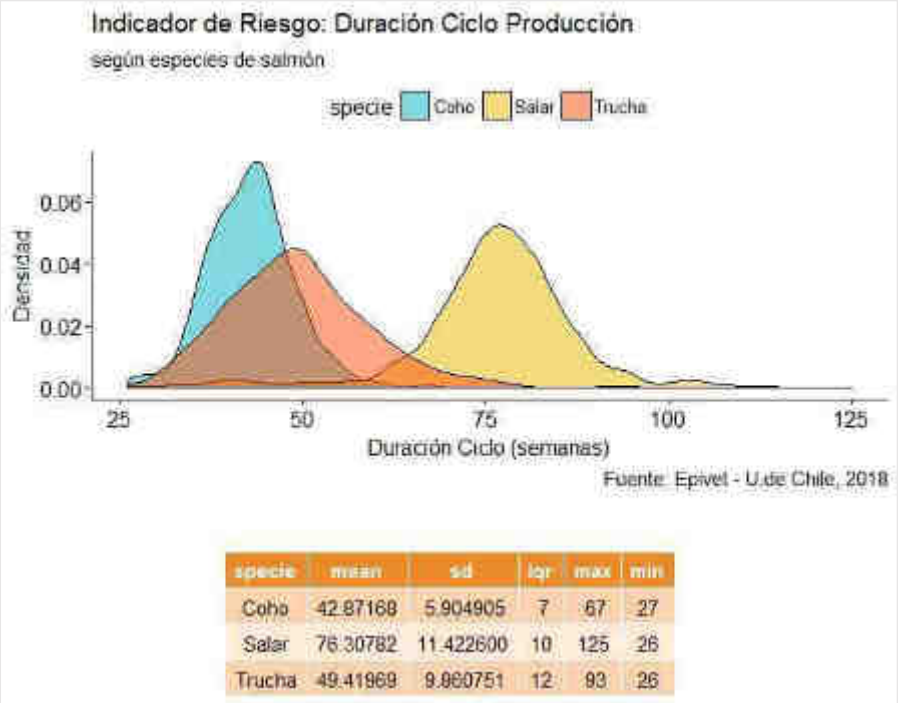


Alerta general de riesgo: Duración del ciclo de producción.

Un ciclo de producción que tenga una duración muy superior a lo esperado es motivo de alerta. Con la excepción de los ciclos de producción en la duodécima región, donde existen condiciones ambientales particulares que enlentecen el crecimiento de los peces alargando el ciclo de producción, un ciclo de producción largo en la décima y undécima regiones podría estar relacionado con otras razones. Por ejemplo, una duración extensa podría ser consecuencia de un esquema de siembras más largo producto de una menor disponibilidad de smolts o la siembra a partir de más un origen. Un ciclo extenso podría ser consecuencia de un menor crecimiento de los peces producto de una calidad de smolt más deficiente o la presencia de infecciones, etc.

Con respecto a la duración del ciclo, el salmón del Atlántico prácticamente duplica la duración de la trucha y el coho, siendo esta última especie la de menor duración (43 sem.). Adicionalmente, el salmón coho tiene una distribución muy acampanada con valores muy concentrados en el promedio. En el caso de la trucha, la forma acampanada se mantiene pero presenta más extensas o prolongadas colas. En el caso del salmón del Atlántico estas prolongaciones también se hacen evidentes, pero lo valores tienen a concentrarse en el promedio. Pese a lo anterior, ninguna de estas distribuciones se ajusta a una distribución normal según la prueba de Shapiro.

Gráfico 229. Distribución y estadísticas asociadas a la duración del ciclo de producción según especies



specie	mean	sd	iqr	max	min
Coho	42.87168	5.904905	7	67	27
Salar	76.30782	11.422600	10	125	26
Trucha	49.41969	9.860751	12	93	26

Esquema de monitoreo según estimadores de tiempo a eventos

El intervalo de tiempo que transcurre desde la siembra de los peces hasta la presentación clínica de enfermedades, y que está registrado como el primer reporte de mortalidad por causa especifica en SIFA, debe ser caracterizado en términos de una función probabilística que cuantifique la probabilidad de ocurrencia de dicho evento. En el análisis de supervivencia, el estimador de Kaplan–Meier es un estimador no paramétrico de la función de supervivencia, que tiene en cuenta la censura de la información (equivalente a capturar ciclos que no reportaron el evento de interés) y que se representa gráficamente por medio de una función escalonada. En este informe, y debido a la importancia de las tres condiciones infecciosas más relevantes que encontramos (SRS, IPN y BKD), se determinó el tiempo medio a este evento de interés.

Para el caso del SRS, el tiempo medio desde la siembra al primer reporte de SRS es de 18 semanas, con un intervalo de confianza de un 95% entre 17 y 19 semanas (Gráfico 230). Para el caso de IPN, este tiempo medio corresponde a 7,5 semanas con un intervalo de confianza de un 95% entre 7 y 8 semanas (Gráfico 231). Para BKD el tiempo medio corresponde a 11 semanas (95% IC = 10 – 12 semanas Gráfico 232).

Gráfico 230. Función de supervivencia de Klapan-Meier para SRS

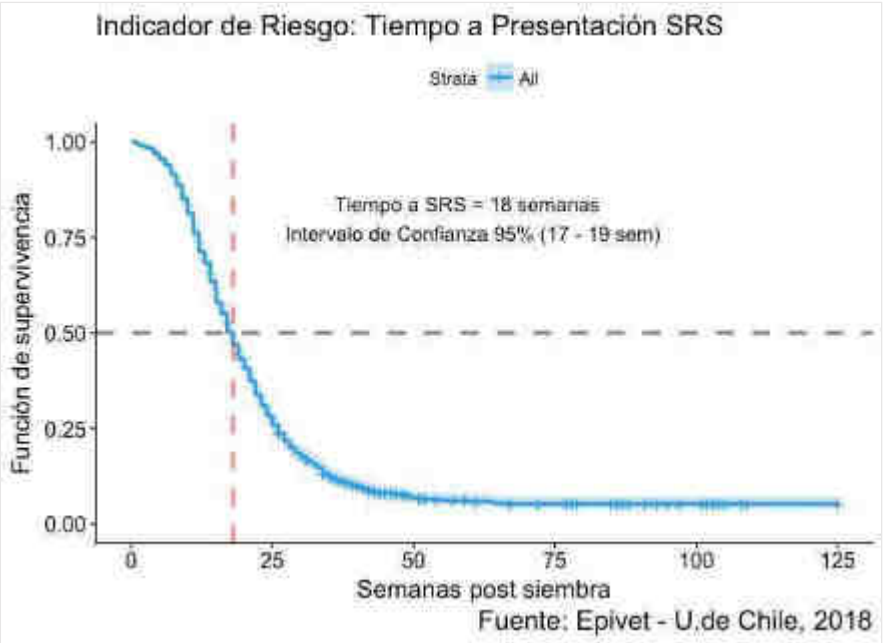


Gráfico 231. Función de supervivencia de Klapan-Meier para IPN

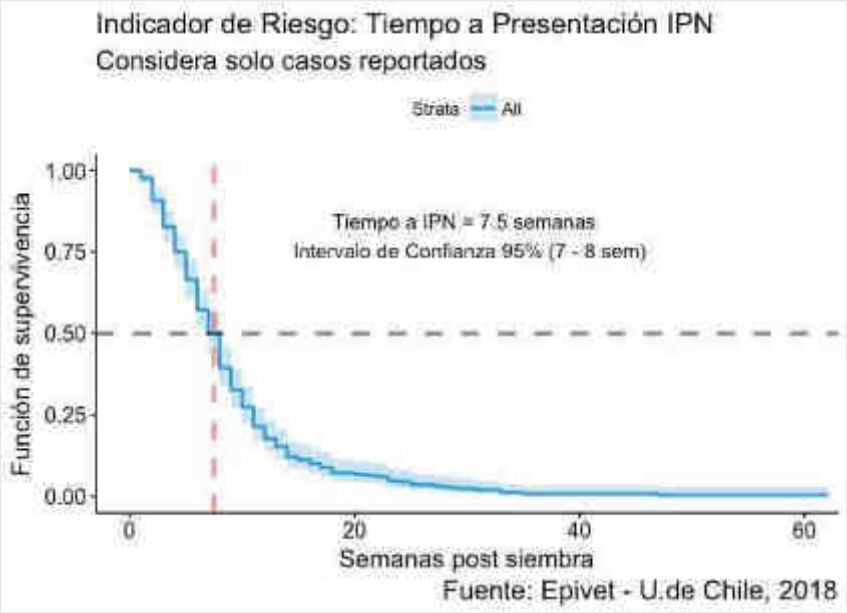
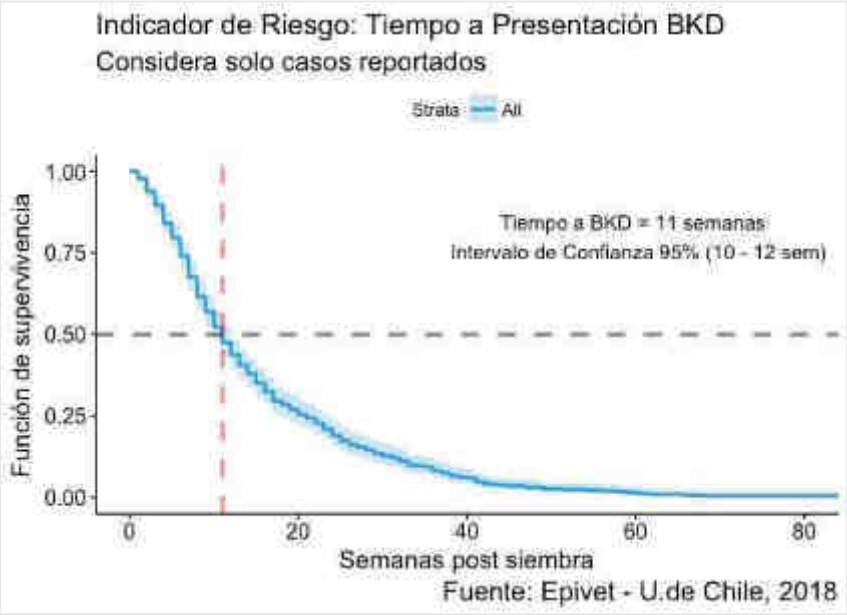


Gráfico 232. Función de supervivencia de Klapan-Meier para BKD



7.2.5.2 Alertas generadas a partir de curvas de tendencias

Dado que planteamos el uso de las curvas generadas por el modelo GAM para definir tendencias, un tipo de alarma correspondería a si un ciclo de producción, durante una semana determinada, se encuentra bajo esta tendencia proyectada, sobre ella o un grado intermedio. Para este fin hemos definidos tres niveles de alertas:

- **Verde**

  Cuando la mortalidad de un ciclo productivo se encuentra bajo la curva de tendencia GAM correspondiente.

- **Amarilla**

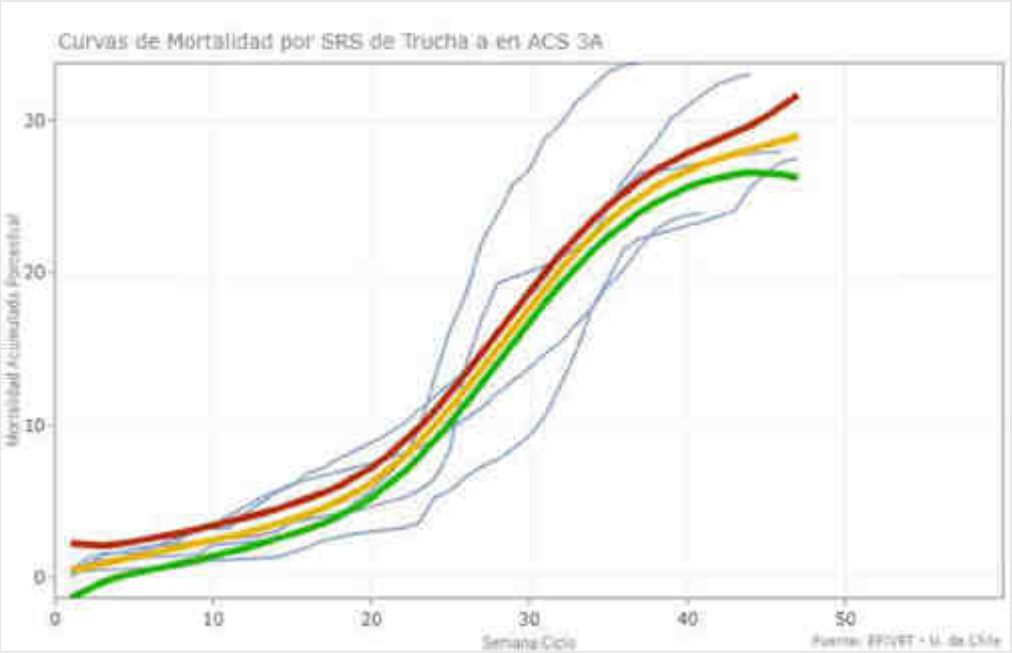
  Cuando la mortalidad de un ciclo productivo se encuentra sobre la curva de tendencia GAM, pero bajo el máximo umbral de incertidumbre de la misma.

- **Roja**

  Cuando la mortalidad de un ciclo productivo se encuentra sobre el umbral de incertidumbre de la curva de tendencia GAM.

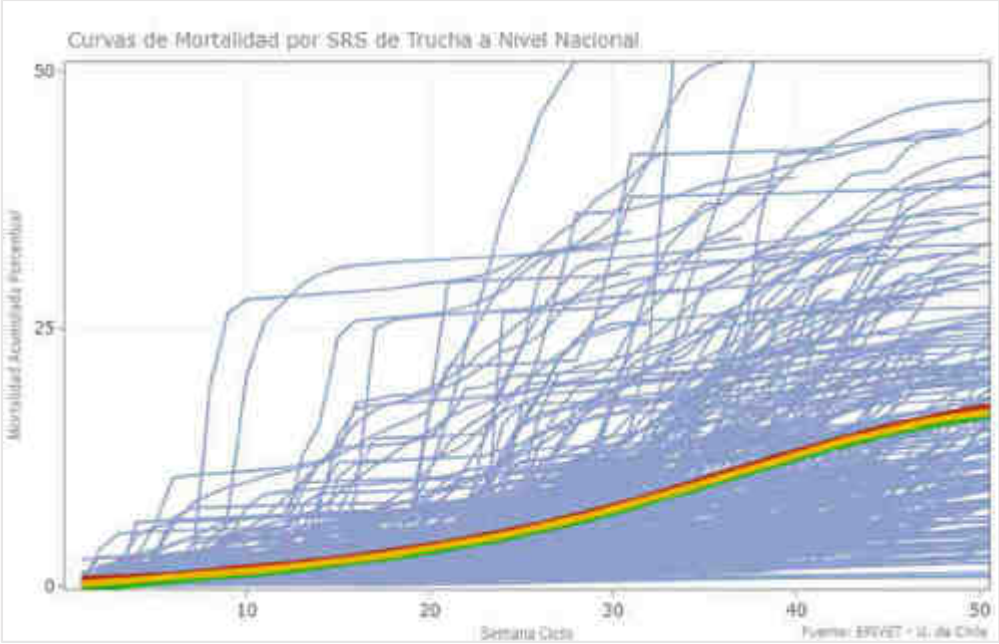
Para estas alertas, se pueden utilizaremos las curvas GAM generadas a nivel territorial (ACS, Macrozona, Región) o curvas generadas por cada especie. Sin embargo, no es posible utilizar las curvas de tendencias correspondientes a sub-agrupaciones (clústeres) ya que a priori no podemos definir a que cluster pertenece un ciclo productivo que esté aun activo.
La siguiente figura presenta un ejemplo de los niveles de alertas generados para Trucha en la ACS 3A.

Gráfico 233. Curvas de mortalidad por SRS de trucha en ACS 3A



Si decidiéramos utilizar la curva de tendencia GAM a nivel nacional, los umbrales de alertas generados son los siguientes:

Gráfico 234. Curvas de mortalidad por SRS trucha arcoíris a nivel nacional

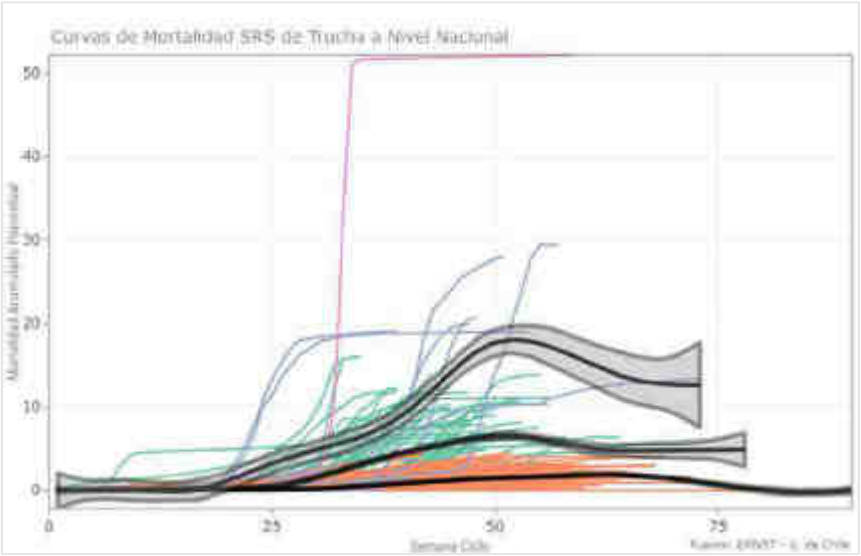


Como podemos observar, las curvas que definen cada nivel de alerta se encuentran muy cercanas una con la otra, provocando la existencia de un umbral muy pequeño para la alerta amarilla. La consecuencia de lo mencionado anteriormente es que un ciclo pasará directamente de alerta verde a alerta roja, saltándose alerta amarilla.

El objetivo de una alerta amarilla es avisar que existe peligro de entrar en zona roja y promover acciones preventivas que eviten este evento. Si un ciclo pasa directamente de roja a verde, este objetivo simplemente no se cumple.

Para corregir este inconveniente, utilizamos las agrupaciones de tendencias de mortalidades visualizadas en el apartado 5.4.1. Las diferentes curvas GAM generadas por cada grupo se diferencian entre sí y podemos observar como representan diferentes magnitudes de mortalidades. Intuitivamente la curva GAM superior representa a los ciclos productivos con mortalidades elevadas, mientras que la curva GAM inferior representa a los ciclos que mejor rendimiento tuvieron con respecto a minimizar mortalidad. A continuación, se ejemplifica mediante una visualización de mortalidad por SRS en Truchas:

Gráfico 235 Curvas de mortalidad SRS de trucha a nivel nacional.



El grupo coloreado azul tuvo un mal manejo de mortalidad, mientras el grupo naranjo mantuvo niveles inferiores y el grupo verde presentó un nivel intermedio.

Proponemos utilizar las curvas de tendencias GAM que presentan mejor y peores rendimientos para establecer los límites de los niveles de alerta, de esta manera se definen como:

- **Alerta verde:** El nivel de mortalidad acumulada se encuentra bajo la curva de tendencia GAM con mejor comportamiento.
- **Alerta amarilla**: El nivel de mortalidad acumulada se encuentra sobre la curva GAM con mejor comportamiento, pero se mantiene bajo la curva de tendencia que representa el peor comportamiento.
- **Alerta Roja:** El nivel de mortalidad acumulada durante una semana determinada se encuentra sobre la curva de tendencia GAM superior del gráfico.

7.3. Objetivo N° 3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce

El objetivo N°3 plantea determinar indicadores históricos de mortalidades en agua dulce, a través de la identificación de tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa, y comparación de mortalidades entre diferentes poblaciones de especies (salar, coho y trucha). El producto final esperado es identificar las tendencias de mortalidades por especie, etapa productiva y causa.

La información de agua dulce presenta el desafío de validar la información que se utilizará, dado que es un tema que se ha investigado en menor magnitud que agua mar y a nivel de sistema de captura de información existen menos validadores permitiendo el ingreso de información inconsistente, por consiguiente, todo análisis se debe iniciar con la evaluación de la información, indagando en su validación, para luego diseñar indicadores de agua dulce de mortalidad total e infecciosa según especie de cultivo, etapa de desarrollo y en distintos niveles territoriales, así poder determinar las tendencias de mortalidades en agua dulce.

El análisis de mortalidad en agua dulce se desarrollará bajo la siguiente estructura:

1. **Análisis estadístico y validación de información:** revisión de información de mortalidad en agua dulce con foco en individuos y peso promedio, con el objeto de determinar el nivel de inconsistencia de información y evaluación de su factibilidad de uso para el presente estudio.
2. **Análisis descriptivo de pisciculturas:** Caracterización de las pisciculturas en términos de ubicación territorial y operación, considerando pisciculturas otorgadas (el universo total de pisciculturas, según listado proporcionado por Sernapesca) y pisciculturas operativas por año (2010-2017), en la escala territorial nacional, regional y comunal.
3. **Análisis de tendencias mortalidad primaria y secundaria por especie y etapa:** análisis estadístico acerca de mortalidad primaria y secundaria, primero en forma general y luego desglosado por especie y etapa de cultivo, considerando indicadores de frecuencia, número de pisciculturas con presencia de la causal de la mortalidad, considerando periodo 2010-2017, y luego un análisis considerando solamente el año 2017, y luego de prevalencia para causales secundarias.

7.3.1. Análisis estadístico y validación de información

El análisis de validación de información se realizó sobre dos variables principales, la primera es número de individuos y la segunda, el peso promedio, ambos contenidos en la declaración de mortalidad que es realizada por el titular de la concesión.

El análisis estadístico se muestra en la siguiente tabla (Tabla 112) para número de individuos, donde se analizó el comportamiento del número de individuos por etapa y especie. A modo de ejemplo, para el caso de número de individuos, en etapa alevín y especie salmón del atlántico, a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 54.058.297 individuos, lo que se traduce en una variación de 10.388%. Este resultado ilustra el comportamiento de la información, que tiene variaciones muy grandes, por lo que se sugiere realizar un análisis más exhaustivo para descartar que estos valores obedezcan a errores de ingreso.

Con respecto al análisis estadístico del peso promedio (Tabla 113) , se pueden apreciar también valores demasiado grandes, que confirman la sugerencia de analizar en mayor profundidad la información para descartar que sean errores de ingreso, por ejemplo, en el caso de la etapa alevines, se tiene un máximo promedio considerando las 3 especies en estudio de 331.453 gramos, lo que resulta en un peso demasiado grande para un ejemplar en esta etapa.

Tabla 112. Análisis estadístico mortalidad agua dulce número de individuos por etapa 2010-2017

Especie	Etapa Cultivo	Cantidad Registros	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Estándar	Mediana
SALMON DEL ATLANTICO	ALEVINES	126.244	1	54.578.685	520.388	962.925	73.567
SALMON COHO	ALEVINES	25.882	1	9.354.003	515.827	1.021.184	60.666
TRUCHA ARCOIRIS	ALEVINES	59.371	1	42.835.566	351.252	737.533	75.593
SALMON DEL ATLANTICO	SMOLTS	31.790	1	29.461.146	357.036	663.316	56.924
SALMON COHO	SMOLTS	10.763	1	7.677.974	275.367	794.350	48.810
TRUCHA ARCOIRIS	SMOLTS	17.150	1	4.066.108	139.598	366.796	45.148

Tabla 113. Análisis estadístico mortalidad agua dulce peso promedio por etapa 2010-2017

Especie	Etapa Cultivo	Cantidad Registros	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Estándar	Mediana
SALMON DEL ATLANTICO	ALEVINES	126.244	0,0	141.163	55,6	864,5	12,5
SALMON DEL ATLANTICO	ALEVINES	31.790	0,0	562.454	180,3	3201,3	87,9
SALMON COHO	ALEVINES	25.882	0,0	290.743	75,6	1904,9	6,0
SALMON COHO	SMOLTS	10.763	0,3	45.435	171,5	644,2	80,3
TRUCHA ARCOIRIS	SMOLTS	59.371	0,0	1.942.728	206,3	14182,8	18,1
TRUCHA ARCOIRIS	SMOLTS	17.150	0,0	222.008	305,2	1894,2	160,8

El detalle con los análisis de percentiles asociados a peso promedio y número de individuos máximo se muestran en el *Anexo N°3: Análisis número de individuos máximo y peso promedio agua dulce*.

A partir de este análisis estadístico y de percentiles se concluye, una variación importante entre cada registro, al revisar a nivel de piscicultura también se da la misma dinámica, situación que el equipo consultor revisó con actores que han trabajado en la industria, siendo posible que exista una variación entre semanas. Lo anterior conlleva una complejidad en el tratamiento de información de piscicultura, donde se visualiza que se debe realizar un levantamiento de las capacidades por piscicultura de manera de poder descartar los registros que no correspondan, así como también establecer validadores en la declaración que realizan los titulares, esto debe ser resuelvo en un horizonte de mediano plazo, de manera de poder hacer uso de la información productiva. En tanto, la variable peso de los individuos presenta inconsistentes importantes, si se desea hacer uso de la data se debe descartar el 50% de los registros, la solución de este tema también pasa por establecer validadores en la declaración de titulares.

Por lo tanto, en el marco del presente estudio se descarta el uso de la información de número de individuos y peso de individuos, el análisis del estudio se centrará en prevalencia de enfermedades en términos de declaración, es decir, si al declarar mortalidad indica que tiene presencia de determinada causa de mortalidad, esto no se asociará al número de individuos dada la desviación en los resultados que puede generar.

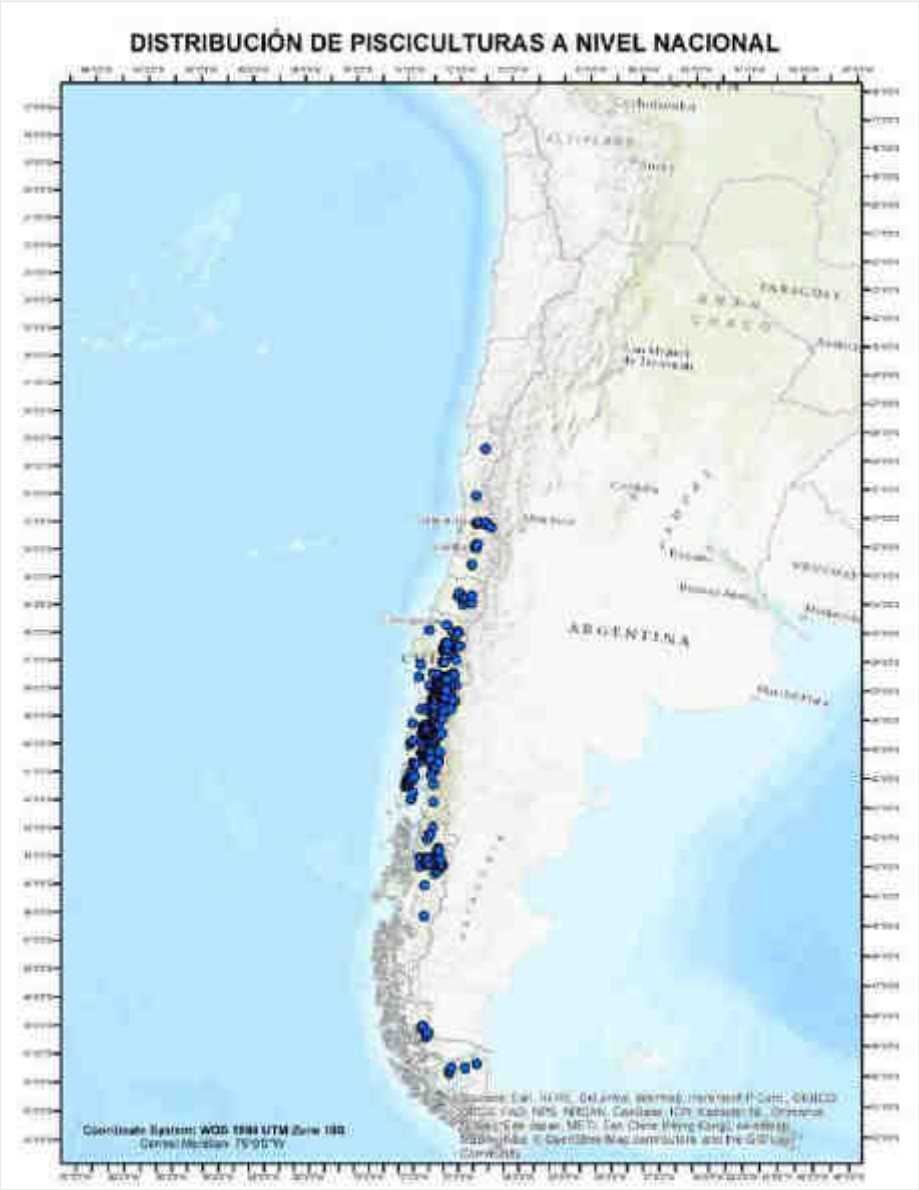
7.3.2. Análisis descriptivos de pisciculturas

A continuación, se describe la operación de las pisciculturas en Chile en el periodo 2010-2017, considerando pisciculturas otorgadas y operativas. Además, se ilustra mediante mapas, su ubicación y concentración en el territorio bajo tres niveles nacional, regional y comunal.

7.3.2.1. Descripción pisciculturas nivel nacional

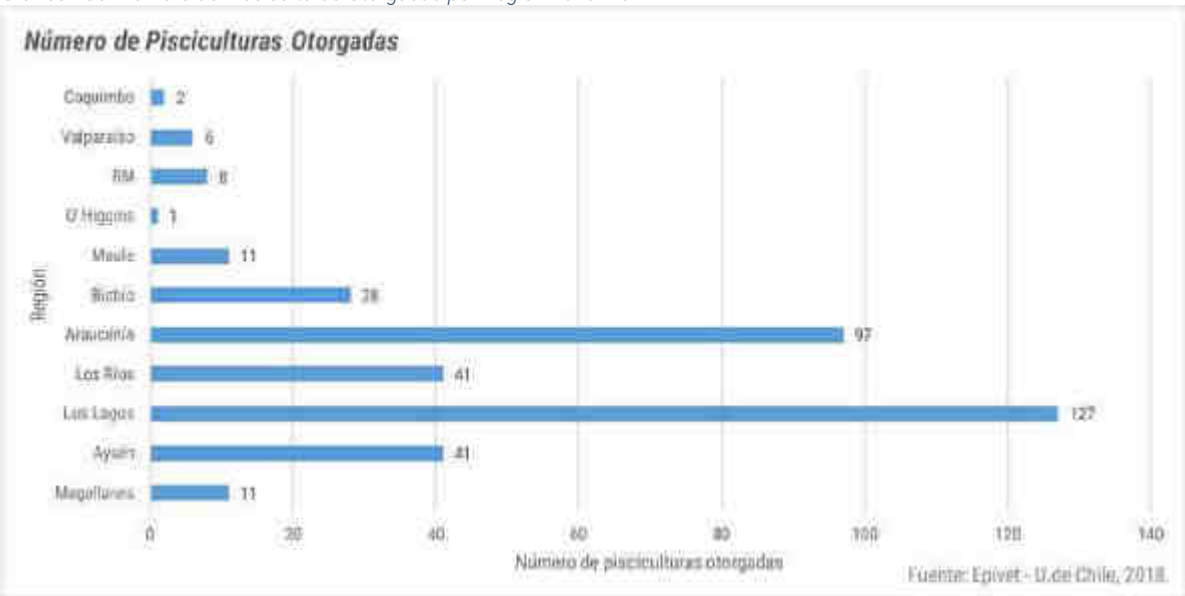
A nivel nacional las pisciculturas otorgadas alcanzan un universo de 373, ubicándose principalmente en la mesoregión sur austral, entre las regiones del Biobío y Aysén. El Mapa 25 muestra su distribución en Chile.

Mapa 25. Distribución de Pisciculturas a nivel nacional



En el Gráfico 236, expuesto a continuación, se muestra la distribución regional de las pisciculturas otorgadas para el periodo en estudio (373 totales) a nivel nacional. Destacan las regiones de Los Lagos, Araucanía, Los Ríos y Aysén como las que concentran la mayor cantidad de pisciculturas otorgadas.

Gráfico 236. Número de Pisciculturas Otorgadas por Región 2010 -2017



De las 373 pisciculturas otorgadas, en el periodo 2010-2017 operaron 249, cifra que equivale al 66,7%. La concentración de la operación a nivel nacional se da en las regiones de la mesoregión sur austral del país. En los siguientes gráficos (Gráfico 237 y Gráfico 238) se puede observar la concentración de la operación a nivel regional y por año de las 249 pisciculturas operativas. Destaca el año 2012 como el año donde más operaron pisciculturas alcanzando 213 operativas, liderando esta operación las regiones de La Araucanía y de Los Lagos, representando el 62% de la operación entre ambas regiones. El porcentaje de pisciculturas operadas con relación a las pisciculturas otorgadas a nivel de región se describe en el Gráfico 238. A modo de establecer un ranking de operación, las regiones dentro del Top 5 con mayor operación son las regiones de Coquimbo, O'Higgins, Maule, Biobío, y Los Ríos. Por el contrario, cabe destacar que en la región de Valparaíso hubo operación muy escasa en el periodo 2010-2017.

Gráfico 237. Pisciculturas Operativas a Nivel Nacional periodo 2010-2017

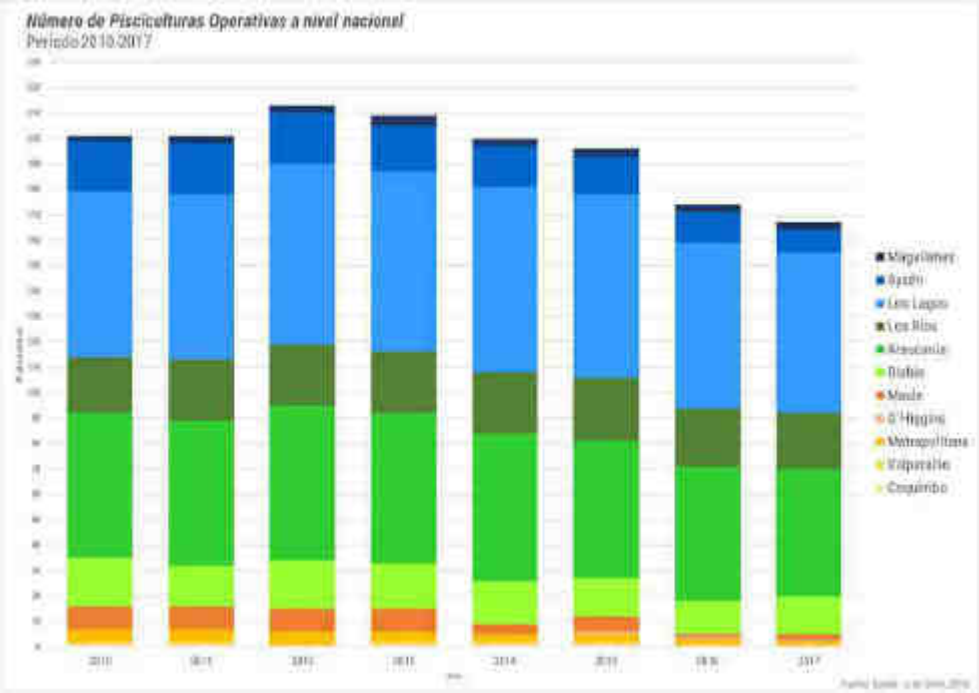
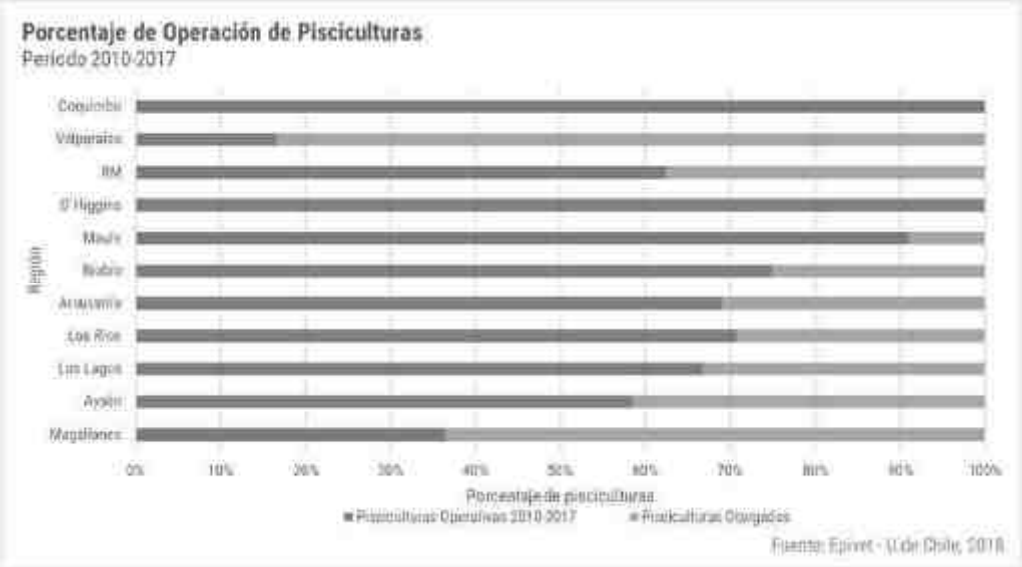


Gráfico 238. Porcentaje de Operación de Pisciculturas Otorgadas por Región 2010 -2017

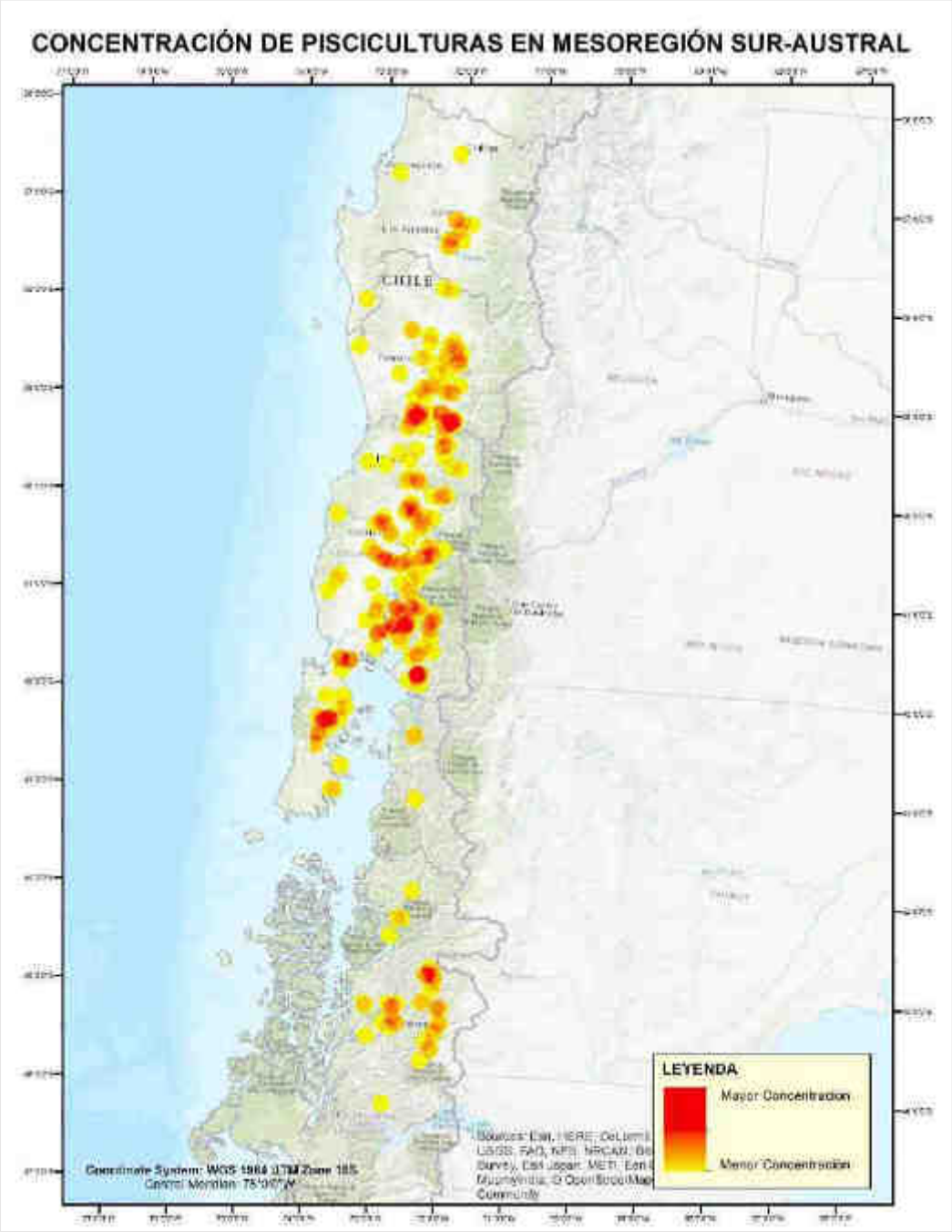


Las pisciculturas a nivel nacional utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo río, seguido de esteros y vertientes. El gráfico a continuación muestra la distribución de estas según cuerpo de agua.

Gráfico 239. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas

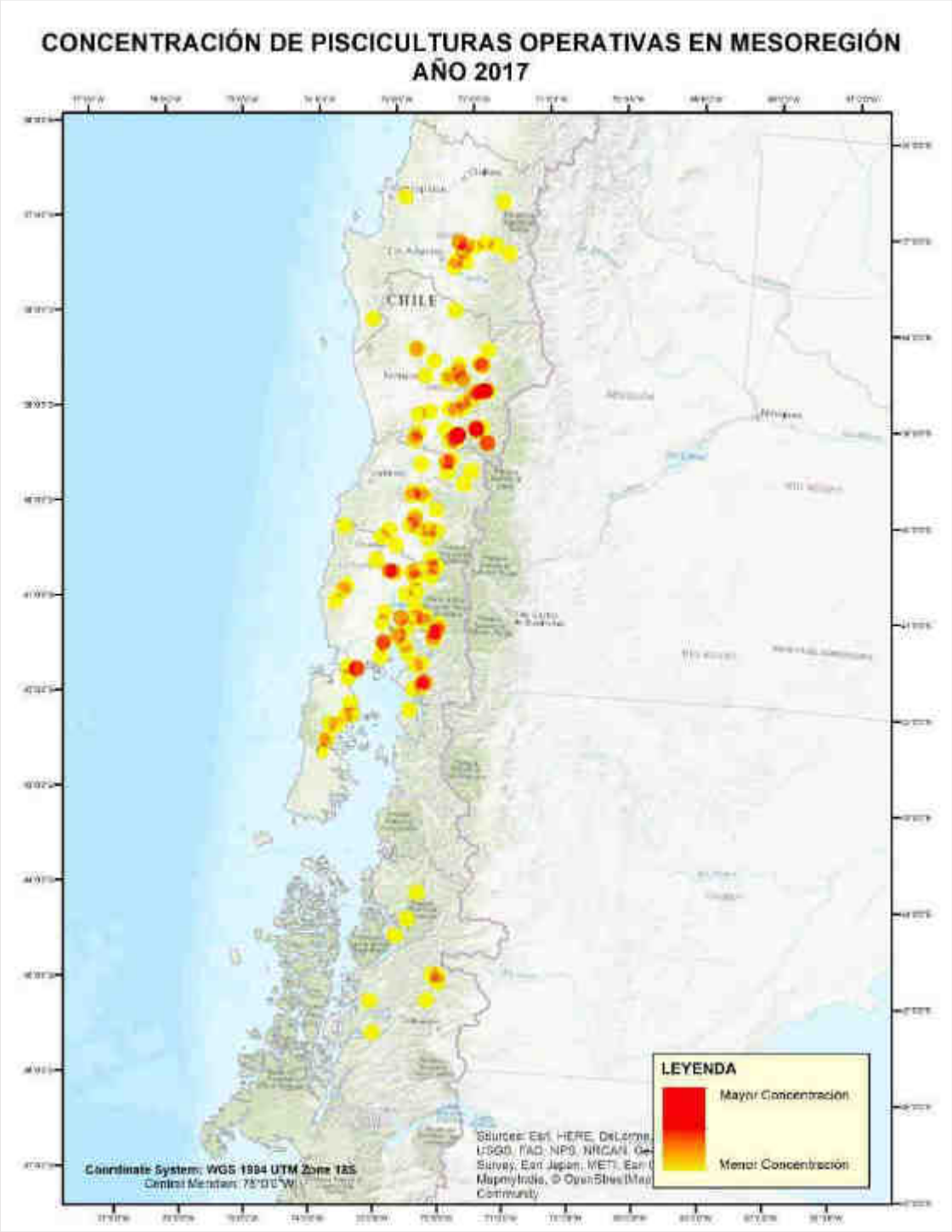
En el mapa a continuación (Mapa 26) se puede ver la concentración de las pisciculturas otorgadas dentro de la mesoregión sur austral antes mencionada, donde se observan *hot spots* asociados a los sectores cordilleranos, dada la necesidad de agua dulce lo más pura posible para la operación de las pisciculturas.

Mapa 26. Concentración de las Pisciculturas Otorgadas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesorregión sur austral



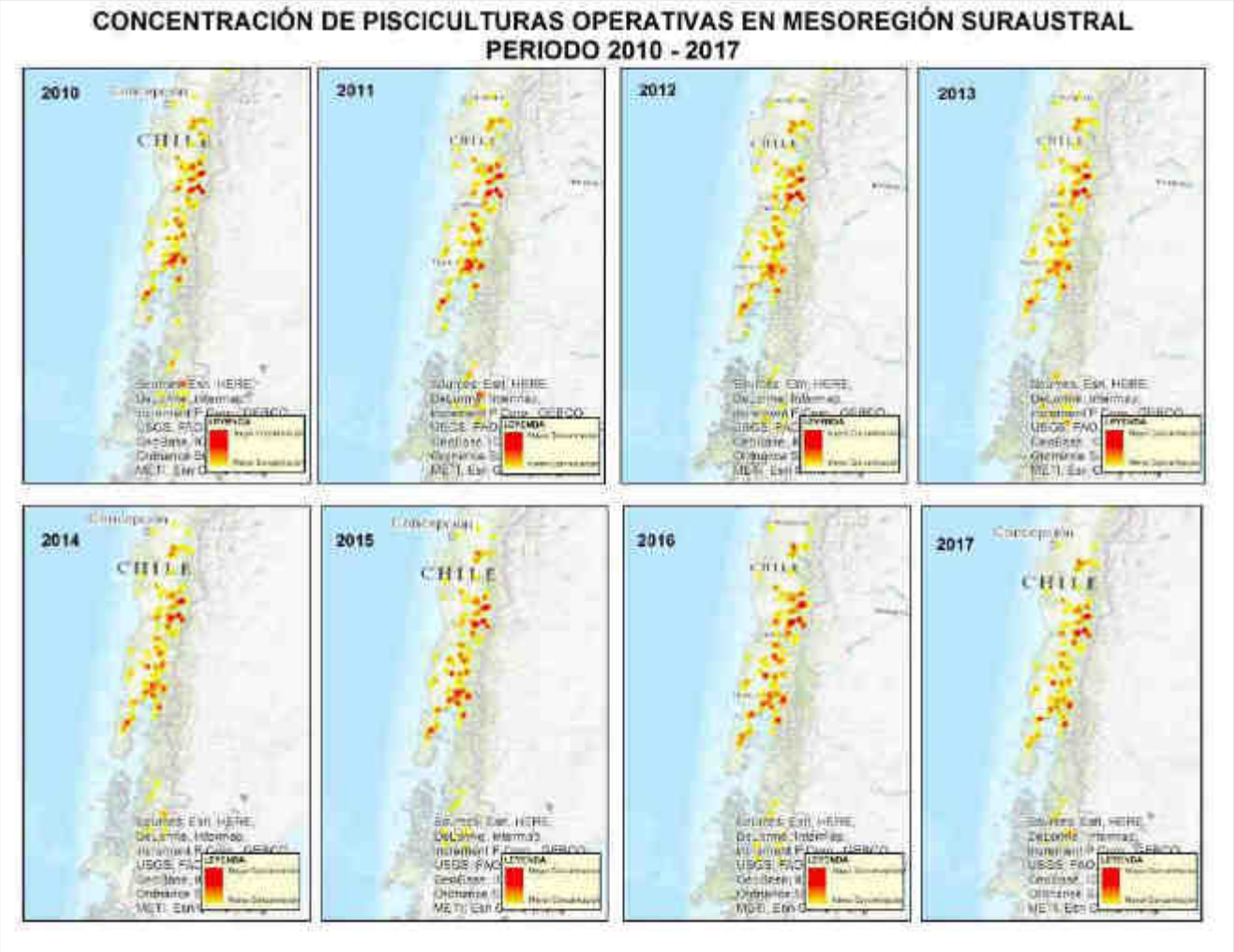
En el mapa a continuación (Mapa 27) se puede ver la concentración de las pisciculturas operativas el año 2017 dentro de la mesoregión sur austral. Se observan *hot spots* asociados a las regiones de La Araucanía y de Los Lagos.

Mapa 27. Concentración de las Pisciculturas Operativas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesoregión sur austral



En el mapa a continuación (*Mapa 27*) se puede ver la concentración anual de las pisciculturas operativas en el periodo 2010- 2017 dentro de la mesoregión sur austral. Se observa una clara disminución de la concentración de la operación, perdiendo concentración la Región de Los Lagos y manteniendo la concentración la Región de La Araucanía hacia el final del periodo.

Mapa 28. Concentración Anual de las Pisciculturas Operativas en el periodo 2010-2017 dentro de la mesoregión sur austral



7.3.2.2 Descripción pisciculturas nivel regional

El detalle de la operación de pisciculturas a nivel regional, para el periodo 2010-2017, se puede ver en la siguiente tabla (Tabla 114).

Tabla 114. Pisciculturas Otorgadas y Operativas por región durante el periodo 2010 - 2017

Región	Pisciculturas Otorgadas 2010-2017	Pisciculturas Operativas 2010-2017
IV REGION DE COQUIMBO	2	2
V REGION DE VALPARAISO	6	1
REGION METROPOLITANA	8	5
VI REGION DE O'HIGGINS	1	1
VII REGION DEL MAULE	11	10
VIII REGION DEL BIO-BIO	28	21
IX REGION DE LA ARAUCANIA	97	67
XIV REGION DE LOS RÍOS	41	29
X REGION DE LOS LAGOS	127	85
XI REGION DE AYSEN	41	24
XII REGION DE MAGALLANES	11	4
Total General	**373**	**249**

7.3.2.3 Descripción pisciculturas nivel comunal

A continuación, se detalla la operación de pisciculturas a nivel de comuna, agrupadas por región.

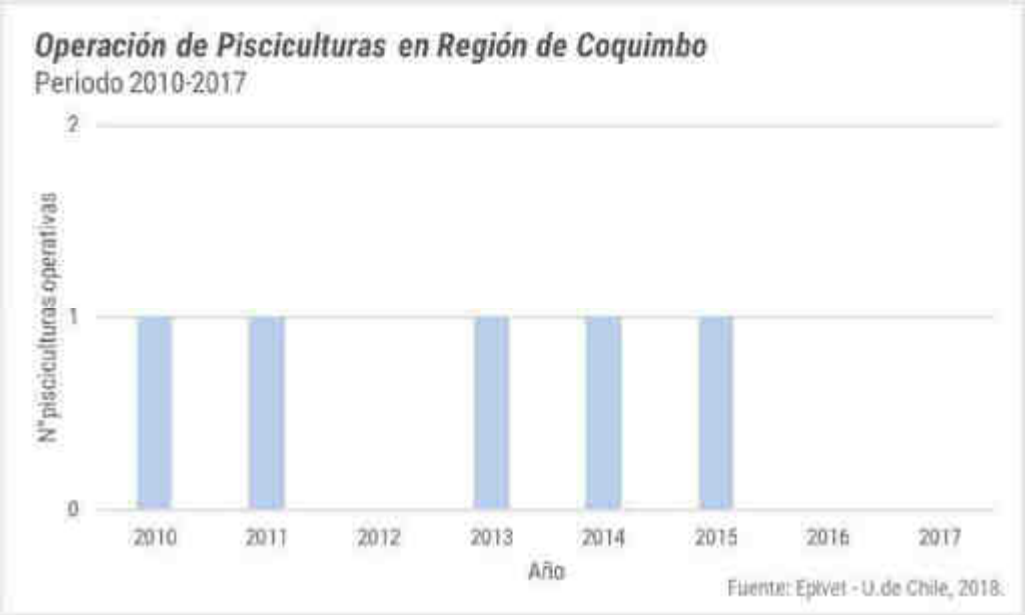
7.3.2.3.1 Comunas de la Región de Coquimbo

En la Región de Coquimbo existen 2 comunas que cuentan en total con 2 pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 0,54% del total nacional. Del total otorgado hubo 2 pisciculturas operativas en el periodo estudiado, representando el 0,8% del total operado. Sin embargo, cabe destacar que los últimos años del periodo la cantidad de pisciculturas operativas disminuyó drásticamente, terminando sin pisciculturas operativas el año 2017.

Tabla 115. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región de Coquimbo

	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SALAMANCA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
VICUÑA	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
TOTAL	**2**	**2**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**

Gráfico 240. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Coquimbo



Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente de cuerpos de agua del tipo río y del tipo canal. El gráfico a continuación muestra la distribución de estas según cuerpo de agua.

Gráfico 241. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Coquimbo

La ubicación de las pisciculturas dentro de la Región de Coquimbo se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017, como también la del año 2016, fue nula en las comunas de la región.

Mapa 29. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Coquimbo

7.3.2.3.2. Comunas de la Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso existen 2 comunas que cuentan en total con 6 pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 1,61% del total nacional. Del total otorgado hubo 2 operativa en el periodo estudiado, representando el 0,4% del total operado. Cabe destacar que las pisciculturas otorgadas en la comuna de Panquehue no fueron operadas en el periodo estudiado.

Tabla 116. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región de Valparaíso

	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
LOS ANDES	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PANQUEHUE	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**

Gráfico 242. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 – 2017 en la región de Valparaíso

Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente de cuerpos de agua del tipo estero y del tipo vertiente en la misma proporción. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 243. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Valparaíso

La ubicación de las pisciculturas dentro de la Región de Valparaíso se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Los Andes.

Mapa 30. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Valparaíso

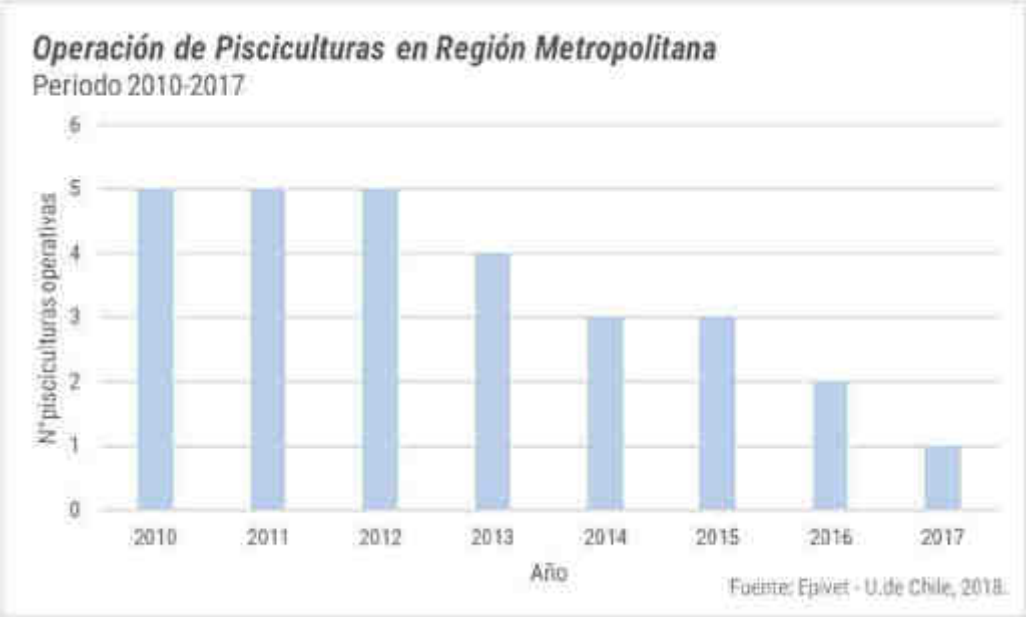
7.3.2.3.3. Comunas de la Región Metropolitana

En la Región Metropolitana existen 3 comunas que cuentan en total con 8 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 2,14% del total nacional. Del total otorgado hubo 5 operativas en el periodo estudiado, representando el 2%. Sin embargo, cabe destacar que los últimos años del periodo la cantidad de pisciculturas operativas disminuyó a la mitad, para terminar con sólo una piscicultura operativa el año 2017.

Tabla 117. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región Metropolitana

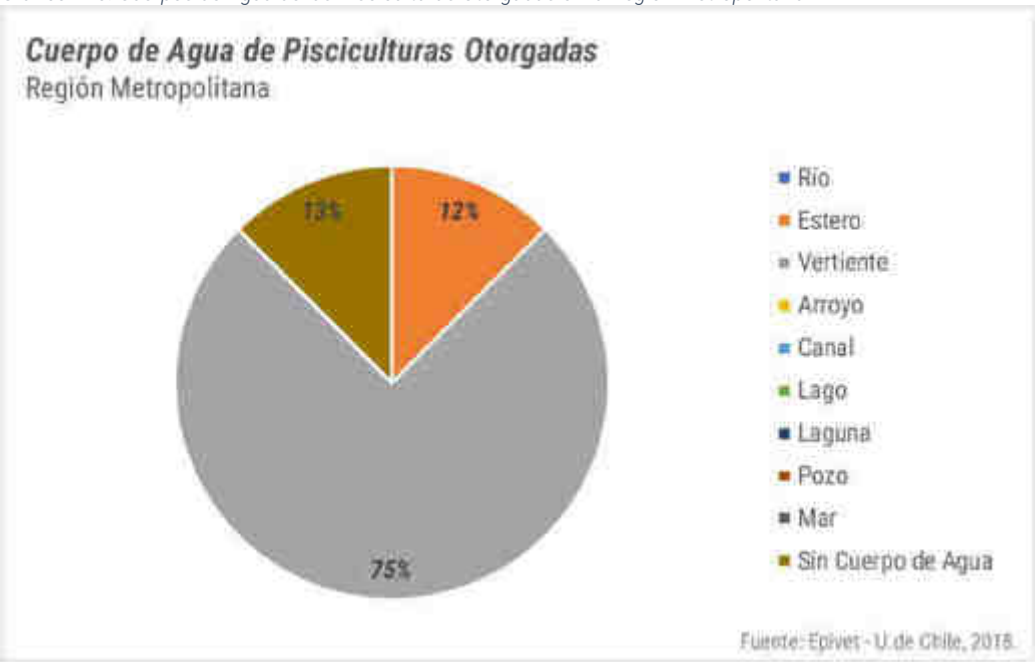
	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ISLA DE MAIPO	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
PEÑAFLOR	6	3	3	3	3	3	2	1	1	0
TALAGANTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	**8**	**5**	**5**	**5**	**5**	**4**	**3**	**3**	**2**	**1**

Gráfico 244. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región Metropolitana



Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente en cuerpos de agua del tipo vertiente. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 245. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región Metropolitana



La ubicación de las pisciculturas dentro de la Región Metropolitana se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Peñaflor.

Mapa 31. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región Metropolitana

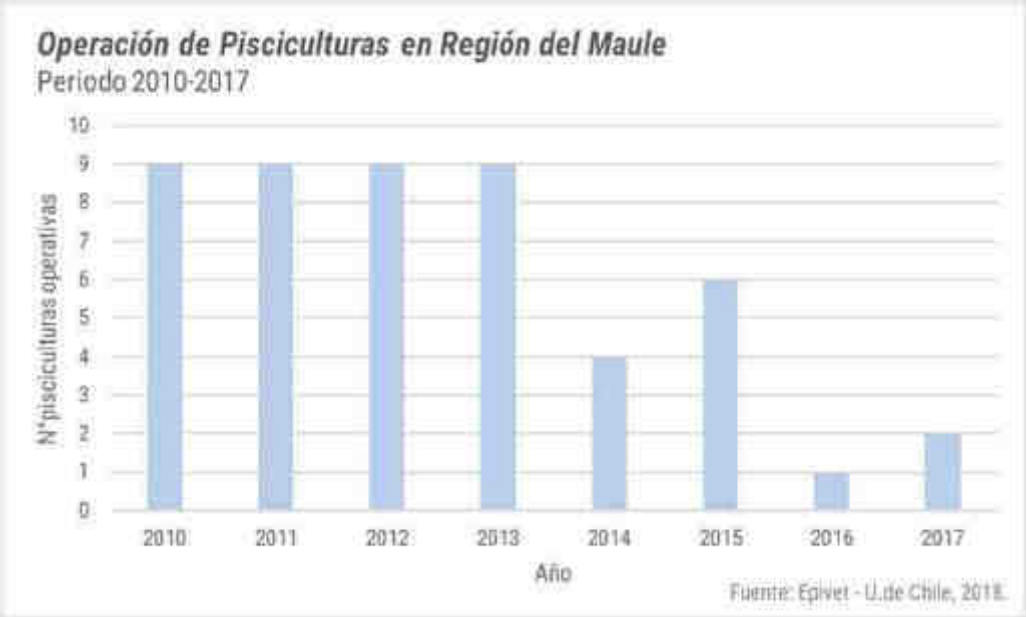
7.3.2.3.4. Comunas de la Región del Maule

En la Región del Maule existen 4 comunas que cuentan en total con 11 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 2,95% del total nacional. Del total otorgado hubo 10 pisciculturas operativas en el periodo estudiado, representando el 4,02% de la operación total a nivel nacional dentro del periodo. Sin embargo, cabe destacar que los últimos años del periodo la cantidad de pisciculturas operativas disminuyó algo más de cuatro veces, para terminar con sólo dos pisciculturas operativas el año 2017.

Tabla 118. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región del Maule

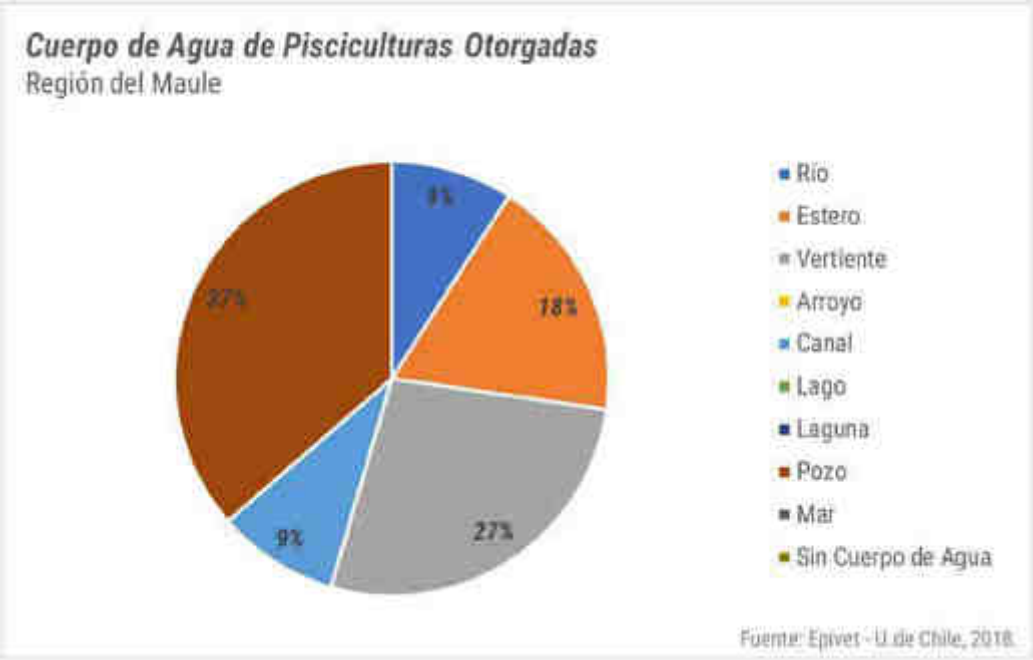
COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
COLBÚN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAULE	3	3	3	3	3	2	0	1	0	0
SAN CLEMENTE	6	6	6	5	5	6	4	4	1	2
TALCA	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
TOTAL	**11**	**10**	**9**	**9**	**9**	**9**	**4**	**6**	**1**	**2**

Gráfico 246. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región del Maule



Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente en cuerpos de agua del tipo pozo. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 247. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región del Maule



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2018 dentro de la Región del Maule se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de San Clemente.

Mapa 32. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región del Maule

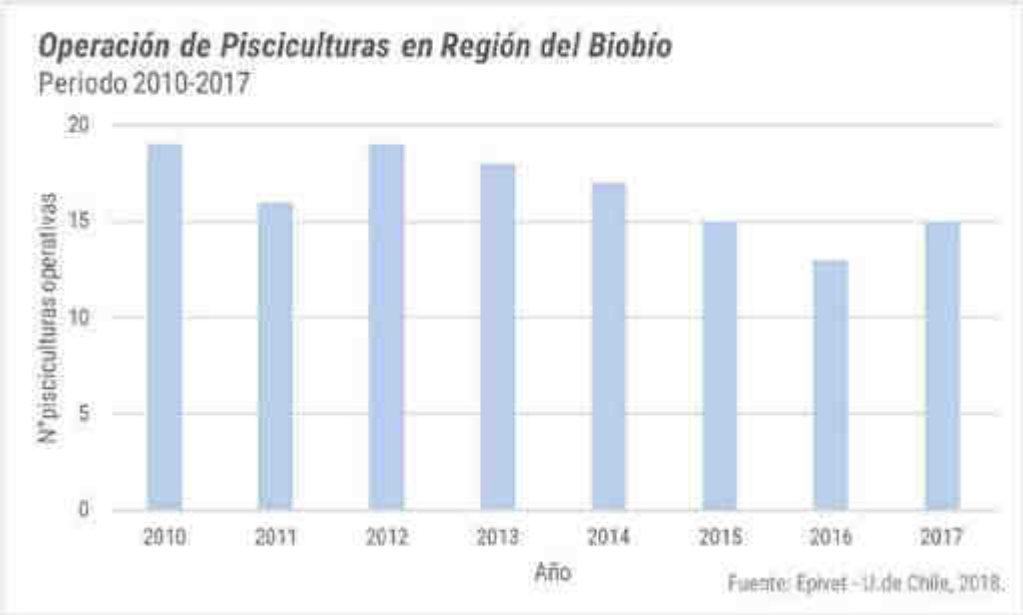
7.3.2.3.5. Comunas de la Región del Biobío

En la Región del Biobío existen 13 comunas que cuentan en total con 28 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 7,51% del total nacional. Del total otorgado hubo 21 pisciculturas operativas, representando el 8,43% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas ha disminuido en el periodo. Además, llama la atención la presencia de comunas donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, siendo cuatro las comunas que no registran operación, las que representan el 1,07% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

Tabla 119. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la región del Biobío

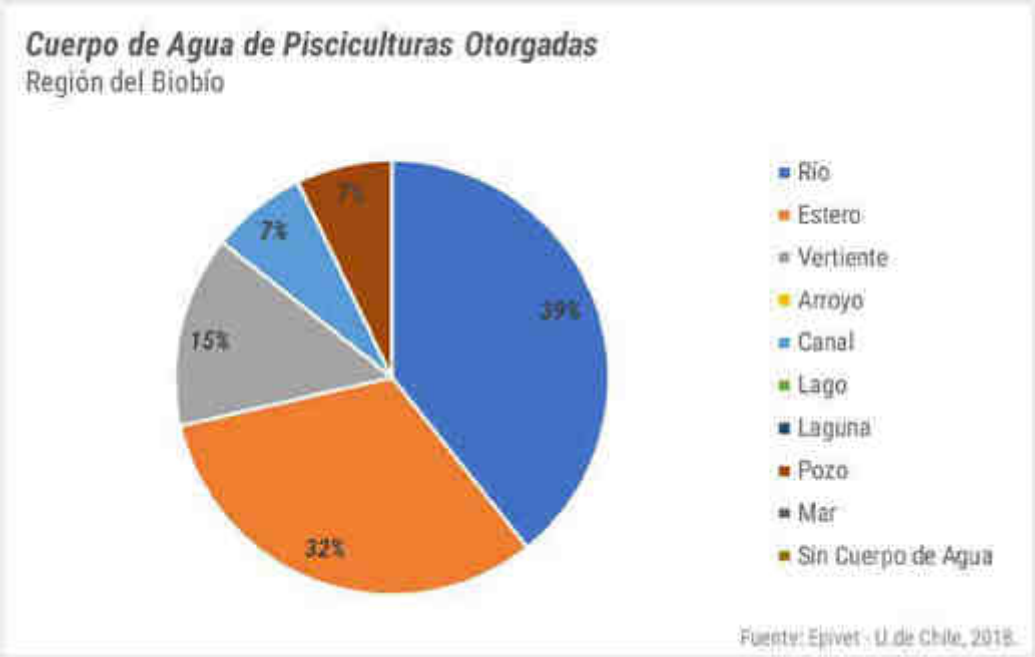
COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ALTO BIOBIO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANTUCO	2	1	1	1	1	1	1	0	0	1
CHILLÁN	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
COIHUECO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONCEPCIÓN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONTULMO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EL CARMEN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOS ANGELES	9	8	6	6	8	8	8	7	7	7
PINTO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QUILACO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QUILLECO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SANTA BÁRBARA	3	3	3	0	1	1	0	0	0	0
TUCAPEL	5	4	4	4	4	3	3	3	2	3
TOTAL	**28**	**21**	**19**	**16**	**19**	**18**	**17**	**15**	**13**	**15**

Gráfico 248. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región del Biobío



Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo río. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 249. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región del Biobío



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región del Biobío se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Los Ángeles.

Mapa 33. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región del Biobío

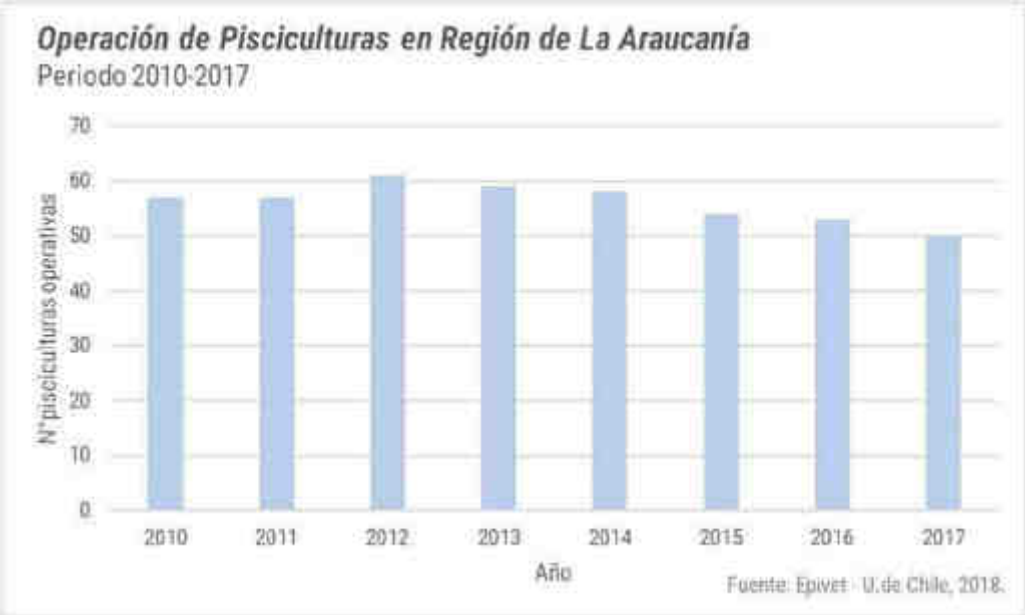
7.3.2.3.6. Comunas de la Región de La Araucanía

En la Región de La Araucanía existen 16 comunas que cuentan en total con 97 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 26,01% del total nacional. Del total otorgado hubo 50 pisciculturas operativas, representando el 26,91% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas ha disminuido en el periodo. Además, llama la atención la presencia de comunas donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, son dos las comunas que no registran operación, las que representan el 0,8% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

Tabla 120. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de La Araucanía

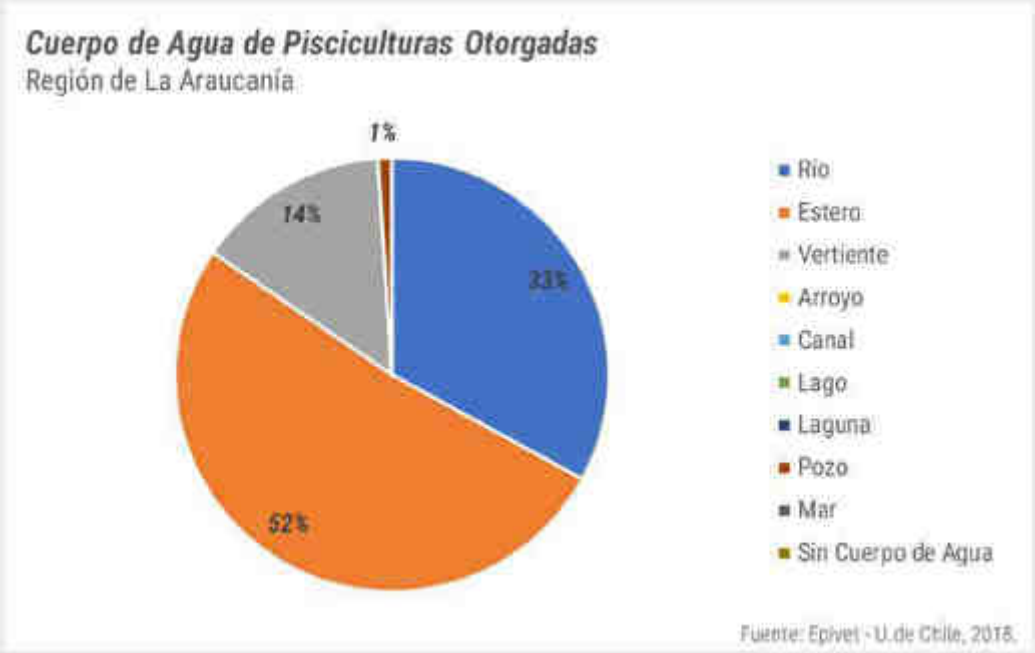
COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CARAHUE	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
COLLIPULLI	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUNCO	7	6	5	5	6	5	5	5	4	4
CURACAUTÍN	8	5	5	5	5	5	3	4	4	4
CURARREHUE	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
FREIRE	3	1	1	1	1	0	1	1	1	1
GALVARINO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GORBEA	5	2	1	1	1	2	2	2	2	1
LAUTARO	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LONCOCHE	10	5	5	3	3	3	3	2	3	3
MELIPEUCO	11	9	7	8	8	9	9	8	8	7
PITRUFQUÉN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PUCÓN	11	10	8	7	9	8	9	7	7	7
TEMUCO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
VILCÚN	10	8	8	8	7	6	5	5	5	5
VILLARRICA	16	11	8	9	11	11	11	10	10	9
TOTAL	**97**	**67**	**57**	**57**	**61**	**59**	**58**	**54**	**53**	**50**

Gráfico 250. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región La Araucanía



Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo estero. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 251. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de La Araucanía



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región de La Araucanía se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Villarrica.

Mapa 34. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de La Araucanía

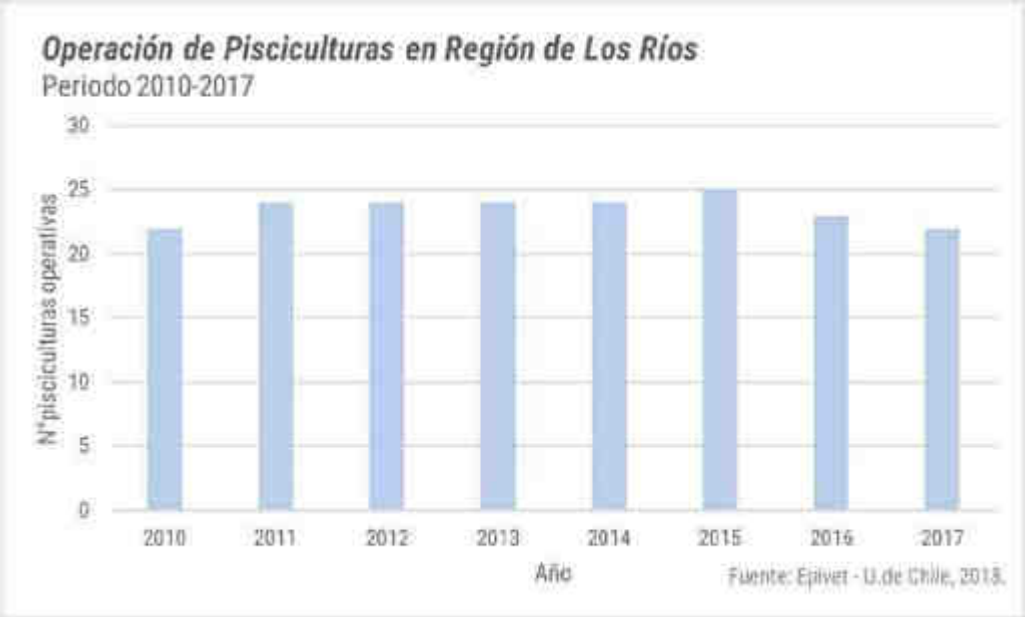
7.3.2.3.7. Comunas de la Región de Los Ríos

En la Región de Los Ríos existen 9 comunas que cuentan en total con 41 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 10,99% del total nacional. Del total otorgado hubo 29 pisciculturas operativas, representando el 11,65% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas se ha mantenido más o menos constante en el periodo. Además, llama la atención la presencia de comunas donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, son dos las comunas que no registran operación, las que representan el 0,54% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

Tabla 121. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Los Ríos

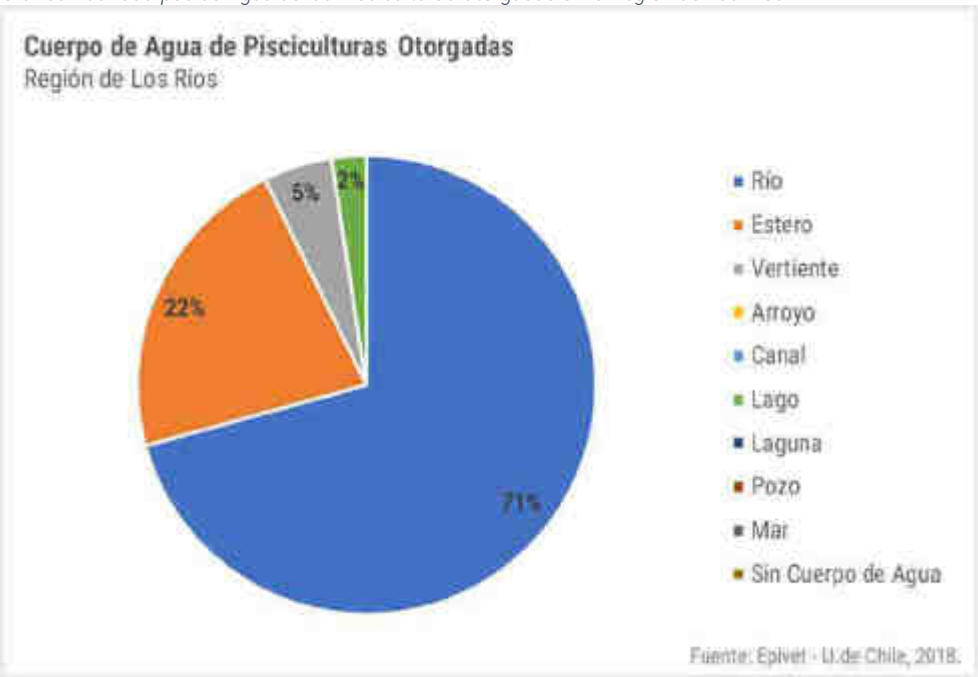
COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
FUTRONO	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LA UNIÓN	5	4	2	3	2	1	1	2	3	2
LAGO RANCO	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
LOS LAGOS	7	4	2	4	4	4	4	4	4	4
MÁFIL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAILLACO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PANGUIPULLI	9	8	6	6	6	6	8	7	7	7
RÍO BUENO	9	7	6	5	6	7	6	6	3	3
VALDIVIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**41**	**29**	**22**	**24**	**24**	**24**	**24**	**25**	**23**	**22**

Gráfico 252. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010-2017 en la Región de Los Ríos



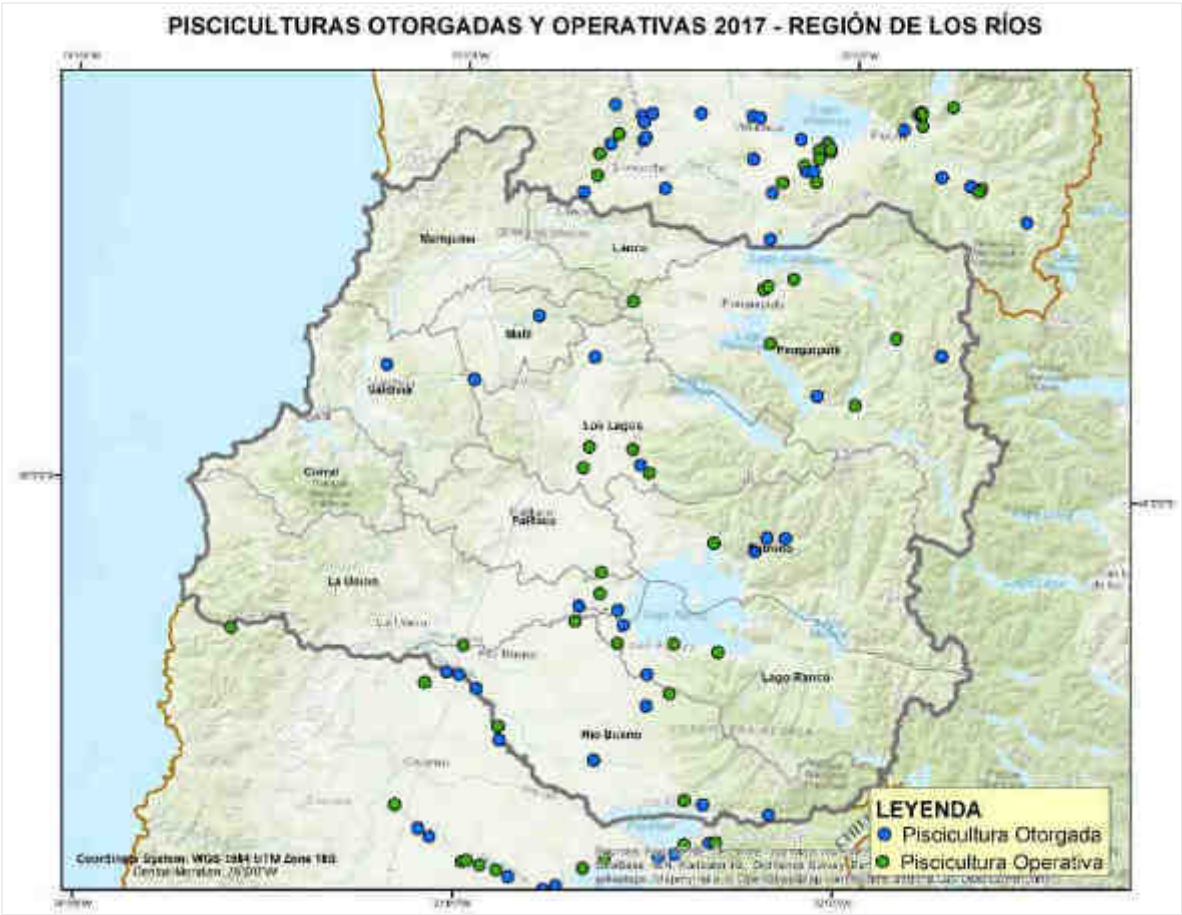
Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo río. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 253. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Los Ríos



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región de Los Ríos se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en las comunas de Panguipulli.

Mapa 35. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Los Ríos



7.3.2.3.8. Comunas de la Región de Los Lagos

En la Región de Los Lagos existen 25 comunas que cuentan en total con 127 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 34,05% del total nacional. Del total otorgado hubo 85 pisciculturas operativas, representando el 34,14% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas ha disminuido levemente en el periodo. Además, llama la atención la presencia de comunas donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, son tres las comunas que no registran operación, las que representan el 0,8% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

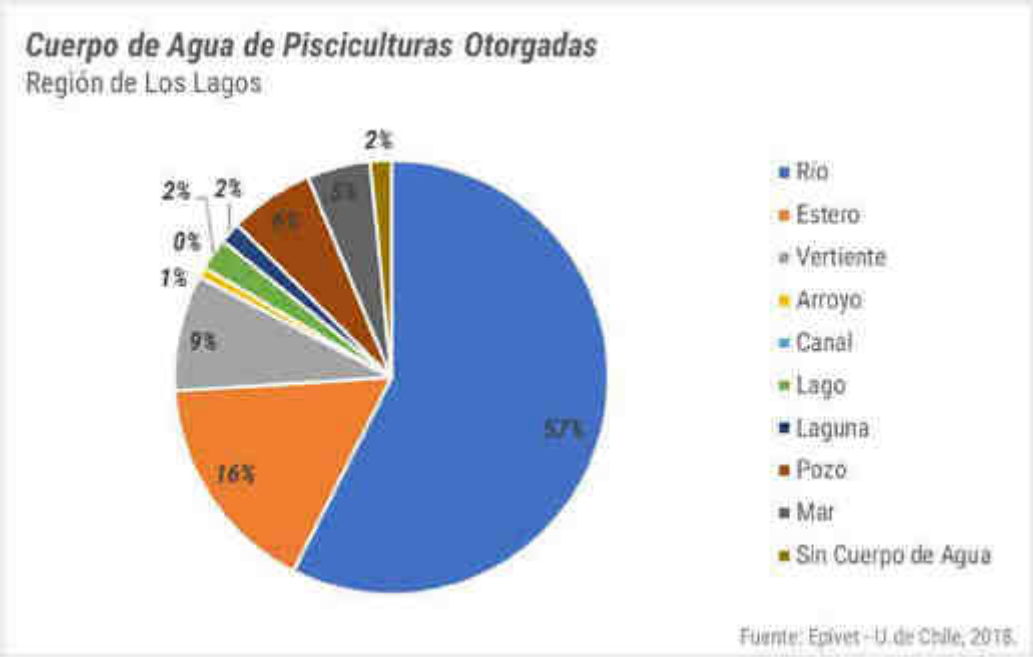
Tabla 122. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Los Lagos

COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ANCUD	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CALBUCO	5	4	1	1	2	2	2	3	4	4
CASTRO	8	4	3	3	3	3	4	3	2	1
CHAITÉN	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1
CHONCHI	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
COCHAMÓ	9	4	2	2	3	3	3	3	3	4
CURACO DE VÉLEZ	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DALCAHUE	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
FRESIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FRUTILLAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HUALAIHUÉ	10	6	5	4	5	5	5	5	5	5
LLANQUIHUE	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MAULLÍN	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
OSORNO	8	5	3	4	4	4	5	5	5	5
PUERTO MONTT	21	15	12	12	12	12	13	13	10	8
PUERTO OCTAY	6	4	3	3	4	4	4	4	4	4
PUERTO VARAS	18	16	14	14	15	14	14	15	13	12
PURRANQUE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PUYEHUE	9	6	3	5	5	6	5	4	3	4
QUEILÉN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QUELLÓN	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
QUEMCHI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RÍO NEGRO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAN JUAN DE LA COSTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SAN PABLO	3	1	0	0	1	1	1	1	1	1
TOTAL	**127**	**85**	**65**	**65**	**71**	**71**	**73**	**72**	**65**	**63**

Gráfico 254. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Los Lagos

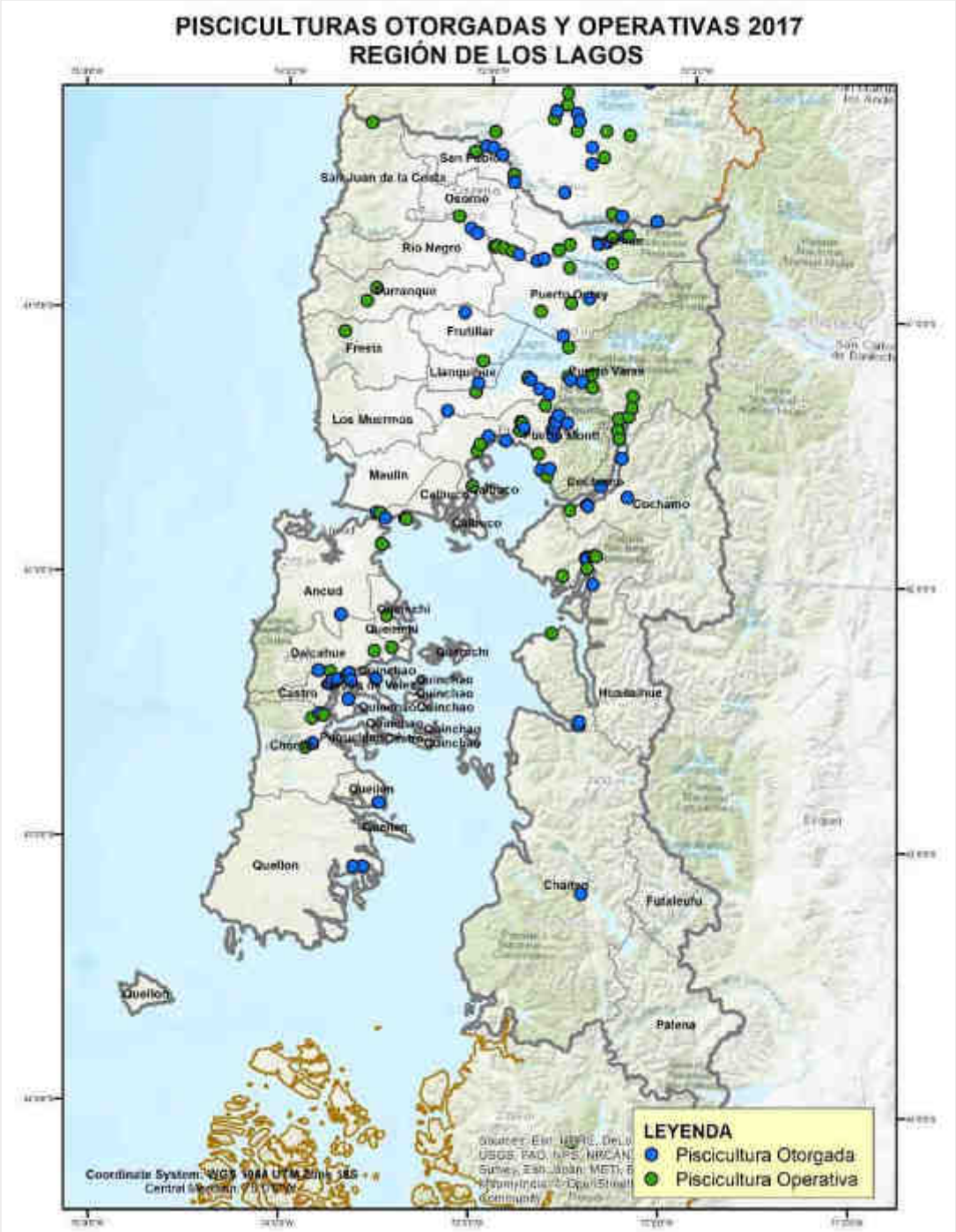
Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo río. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 255. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Los Lagos



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región de Los Lagos se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Puerto Varas.

Mapa 36. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Los Lagos



7.3.2.3.9. Comunas de la Región de Aysén

En la Región de Aysén existen 4 comunas que cuentan en total con 41 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 10,99% del total nacional. Del total otorgado hubo 24 pisciculturas operativas, representando el 9,64% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas ha disminuido considerablemente en el periodo, llegando a más de la mitad de las pisciculturas con las que inicia el periodo. Además, llama la atención la presencia de una comuna donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, la que representa el 0,54% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

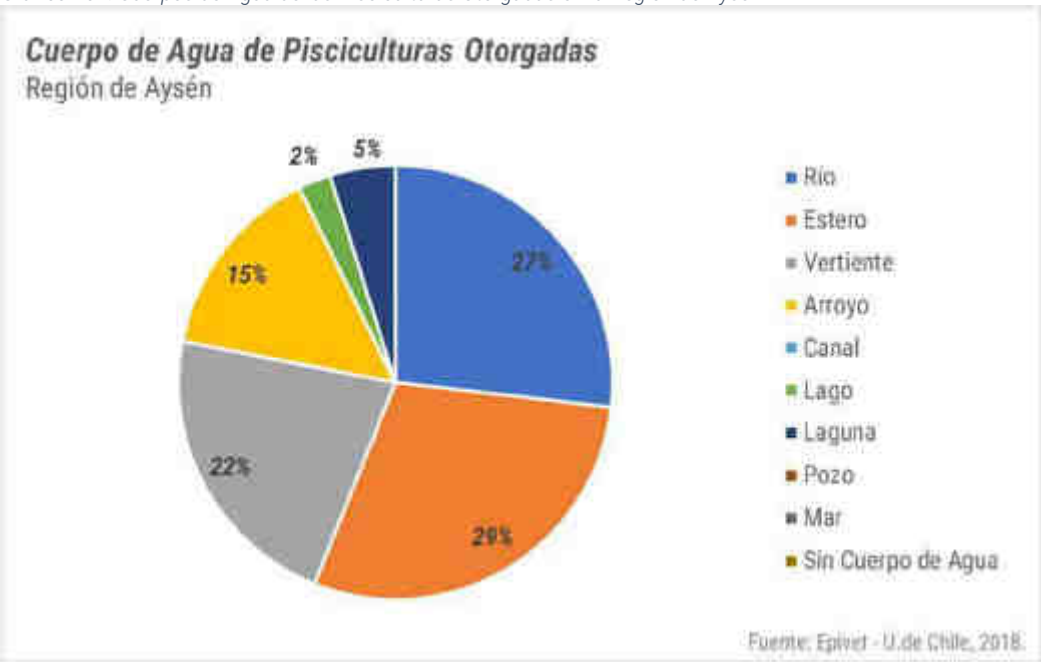
Tabla 123. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Aysén

COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AYSÉN	17	10	8	8	8	8	5	5	3	3
CISNES	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
COIHAIQUE	18	10	8	8	8	7	8	7	6	3
RÍO IBAÑEZ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**41**	**24**	**20**	**20**	**20**	**18**	**16**	**15**	**12**	**9**

Gráfico 256. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 - 2017 en la Región de Aysén

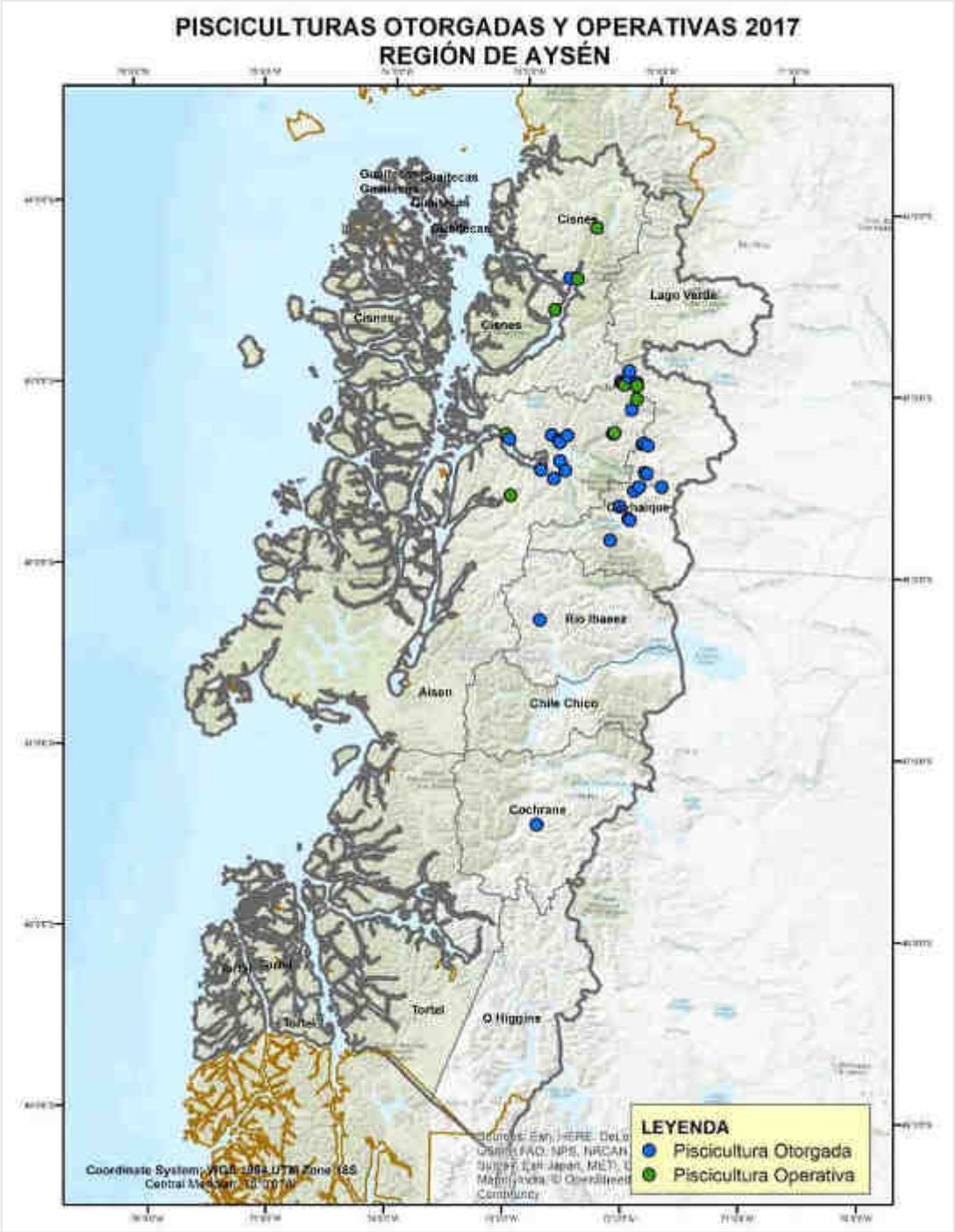
Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo estero. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 257. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Aysén



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región de Aysén se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 no tiene una comuna de concentración, si no es bastante equilibrada entre las comunas que mantienen operación.

Mapa 37. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Aysén



7.3.2.3.10 Comunas de la Región de Magallanes

En la Región de Magallanes existen 4 comunas que cuentan en total con 11 con pisciculturas otorgadas dentro de su territorio, las que representan el 2,95% del total nacional. Del total otorgado hubo 4 pisciculturas operativas, representando el 1,95% de la operación total nacional en el periodo. Cabe destacar que la cantidad de pisciculturas operativas se ha mantenido en el periodo. Además, llama la atención la presencia de dos comunas donde no se registra operación de las pisciculturas otorgadas, la que representa el 0,54% de las pisciculturas otorgadas a nivel nacional.

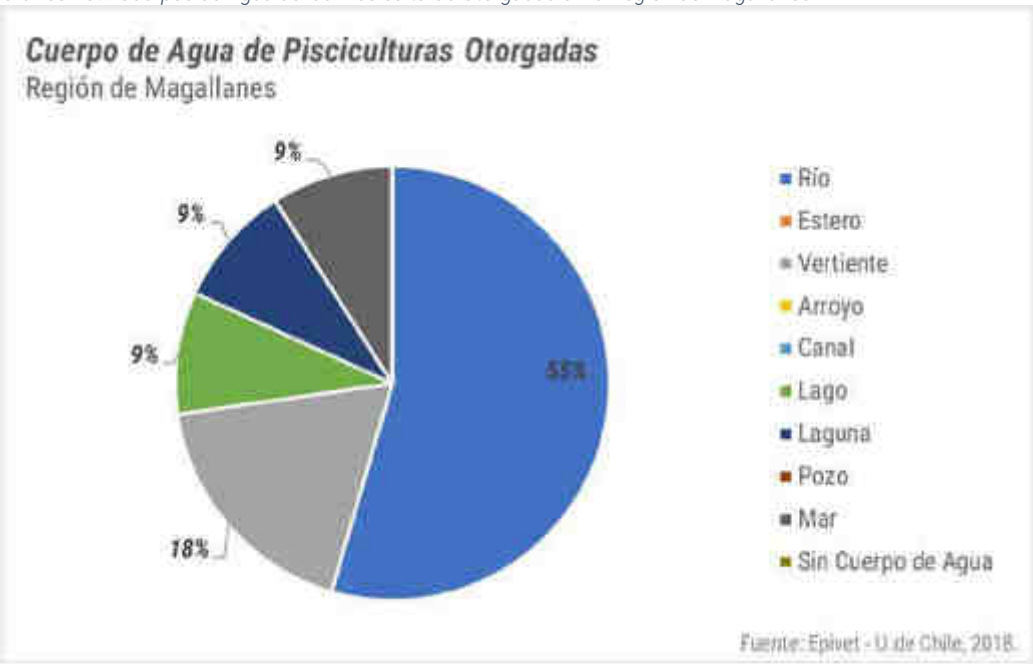
Tabla 124. Pisciculturas Otorgadas y Operativas anualmente para el periodo 2010-2017 en la Región de Magallanes

COMUNA	Pisciculturas Otorgadas	Pisciculturas Operativas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
NATALES	6	3	1	2	2	3	2	2	2	2
PORVENIR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRIMAVERA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PUNTA ARENAS	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	**11**	**4**	**2**	**3**	**3**	**4**	**3**	**3**	**3**	**3**

Gráfico 258. Pisciculturas Operativas anualmente en el periodo 2010 – 2017 en la Región de Magallanes

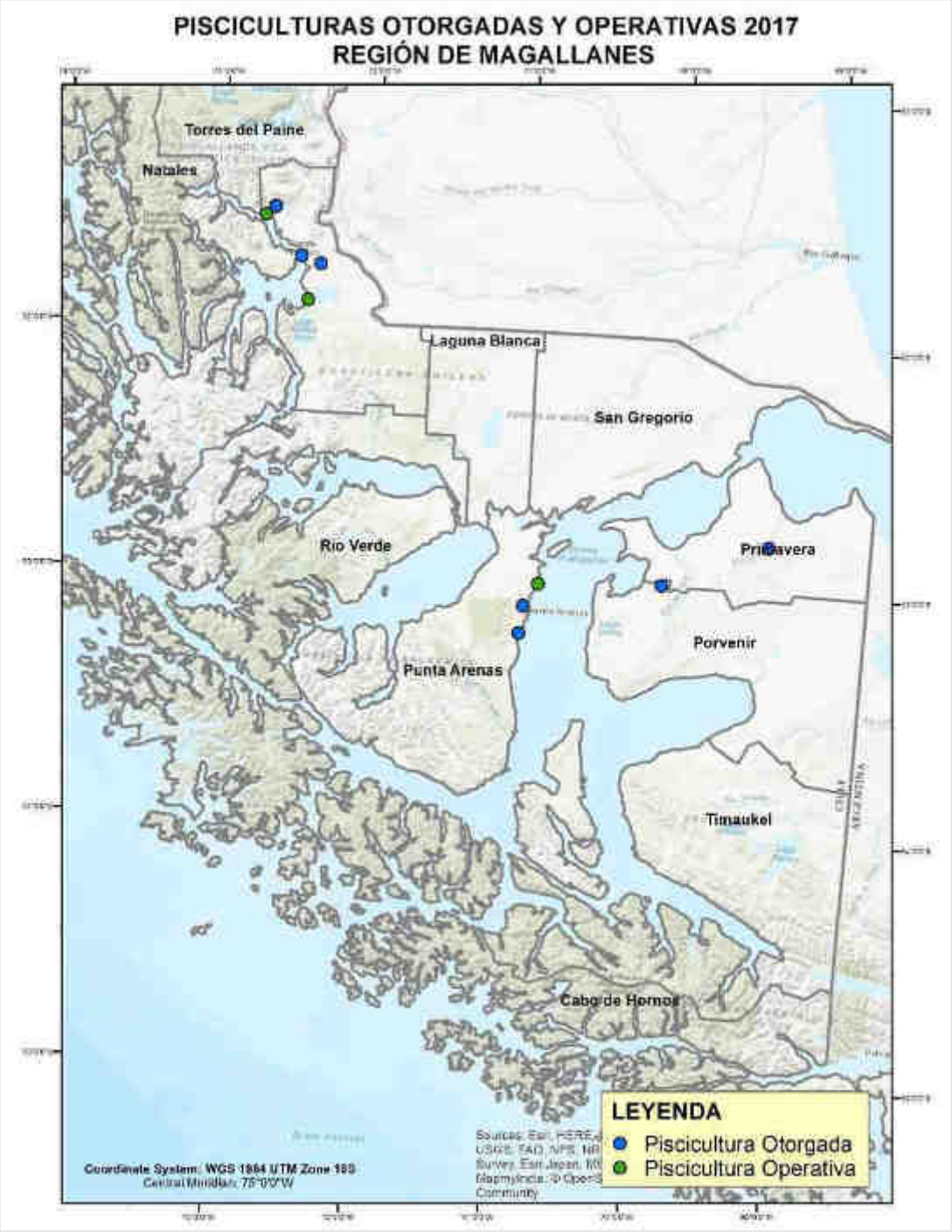
Las pisciculturas en esta región utilizan el recurso hídrico proveniente principalmente de cuerpos de agua del tipo río. El gráfico a continuación muestra la distribución de las mismas según cuerpo de agua.

Gráfico 259. Cuerpos de Agua de las Pisciculturas Otorgadas en la Región de Magallanes



La ubicación de las pisciculturas otorgadas y operativas del año 2017 dentro de la Región de Magallanes se muestra a continuación. Se puede apreciar que la operación 2017 se concentra en la comuna de Natales.

Mapa 38. Pisciculturas Otorgadas y Operativas el año 2017 en la Región de Magallanes



7.3.3. Análisis de tendencias mortalidad primaria y secundaria

7.3.3.1. Frecuencia mortalidad por causa primaria

Para el caso del análisis de la mortalidad en agua dulce, la complejidad radica en los diversos escenarios de declaración que cada piscicultura tiene, ya que la declaración de la mortalidad vía SIFA se realiza por grupo, donde el nombre y organización de éstos quedan a criterio del usuario que registra la información, por lo tanto se pueden encontrar en una misma declaración varios grupos con el mismo nombre, y debido a que no existe validación de este campo, hay una alta probabilidad de error en su registro, pudiendo tener en dos semanas consecutivas el mismo grupo pero con nombres distintos por error.

Debido a estos problemas es que se ha decidido no realizar análisis a nivel de grupo, sino que, a nivel de piscicultura, considerando indicadores de prevalencia, frecuencia y presencia de causales de mortalidad para entender el comportamiento de estas en el transcurso del tiempo.

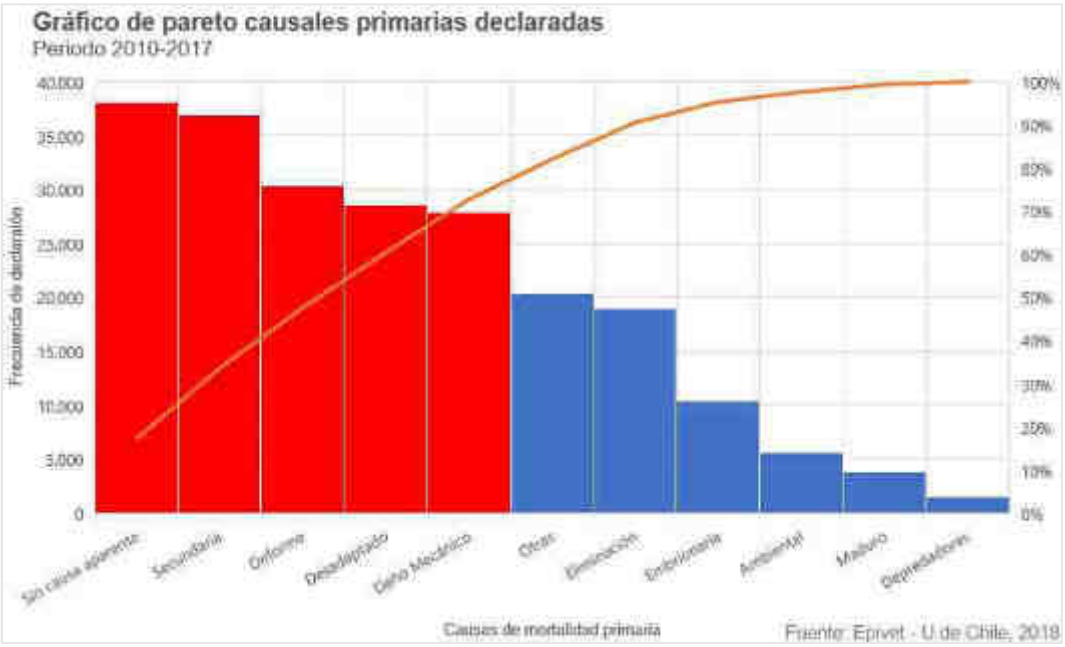
En primer lugar, se estudiará la evolución de las causales de mortalidad primaria entre 2010 y 2017, y luego se analizará de forma particular el año 2017. Para ambos casos se expondrá el escenario general y además por especie (salmón del atlántico – salmón coho – trucha arcoíris) considerando las etapas de cultivo smolt y alevín.

7.3.3.1.1. Frecuencia mortalidad por causa primaria 2010-2017

Dentro del ámbito de las causas de mortalidad primaria, que corresponde a las causales secundaria, sin causa aparente, deforme, desadaptado o rezagado, daño mecánico, otras, eliminación, embrionaria, ambiental, maduro y depredadores, dentro del periodo 2010 a 2017, se puede observar que el 80% de las causas declaradas en ese periodo se concentran en las causales sin causa aparente, secundaria, deforme, desadaptado o rezagado y daño mecánico, en ese orden. Cabe destacar, que la causal secundaria se incluye en el Gráfico 260, ya que ésta a pesar que se analiza en profundidad en otras secciones, de forma agrupada ésta es parte de las causales primarias declaradas en mortalidades.

Las tres causas más frecuentes son: sin causa aparente, secundaria y deforme, destacando la causal sin causa aparente, ya que al ser una causal tan genérica, conlleva a que se estén registrando declaraciones erradas, no se esté categorizando correctamente el motivo de la mortalidad, o se utilice como un recurso para bajar la mortalidad en otras causales de mortalidad, por lo que se sugiere realizar un estudio más en profundidad para describir qué tipo de mortalidad se está declarando, por ejemplo, por medio del análisis de las observaciones de la declaración, en las que generalmente los titulares registran información adicional que no es posible ingresar en otros campos en la declaración de mortalidad.

Gráfico 260. Causales primarias declaradas, 2010-2017.



Si se analiza la información de forma más particular, considerando frecuencia de declaración a nivel de especie y etapa de cultivo, se puede ver que en general se repite la situación en relación con las causas con mayor frecuencia de declaración.

En términos generales, se mantienen las mismas causales que concentran el 80% de las causales declaradas, excepto para salmón del atlántico, donde la causal sin causa aparente deja de ser la principal causa declarada, quedando en segundo lugar y siendo reemplazada por la causal secundaria, tanto para alevines como smolts, a diferencia del salmón coho y la trucha arcoíris, donde sigue predominando la causal sin causa aparente. Incluso, en el caso de la etapa smolt de salmón coho, la causal secundaria deja de ser parte del 80% de las causales más declaradas. Por otro lado, en el caso del salmón el atlántico para la etapa de smolt, aparece entre las causas más declaradas la causal otras, por lo que se sugiere para este grupo analizar qué tipos de causales de están declarando por medio del análisis del campo de observaciones, y así determinar si existe alguna tendencia de enfermedad u otra causal en aumento o con alta frecuencia.

Para el caso del salmón del atlántico, surge dentro de las causales más frecuentes la causal otras para el caso de la etapa smolts, además de presentarse mayor frecuencia de daño mecánico. En el caso de la etapa de alevín, se presenta mayor frecuencia de la causal desadaptados o rezagados con respecto a la etapa de smolt.

En el caso del salmón coho, se mantiene en primer lugar la etapa sin causa aparente, y a nivel de etapa, se puede ver que, en el caso de los alevines, la causal secundaria deja de ser parte de 80% de las causales más declaradas, siendo más frecuentes las causales deforme, desadaptado o rezagado y daño mecánico. Con respecto a la etapa smolt, aparece la causal otras, dentro de las causales más declaradas y daño mecánico sube al tercer lugar, a diferencia de lo que sucede con la etapa de alevines.

Por último, en el caso de la trucha arcoíris, la causal eliminación aparece dentro del 80% de las causales más declaradas desplazando a la causal daño mecánico, a diferencia de las otras especies en que la causal eliminación no está dentro de las causales más frecuentes. Además, se puede apreciar que en ambas etapas figura en segundo lugar la causal secundaria, al igual que en el caso de salmón del atlántico quedando dentro de las 3 causales con mayor frecuencia de declaración.

Cabe destacar, que la causal secundaria se incluye desde el Gráfico 261 al Gráfico 266, ya que ésta a pesar que se analiza en profundidad en otras secciones, de forma agrupada ésta es parte de las causales primarias declaradas en mortalidades.

Gráfico 261. Causales primarias declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017

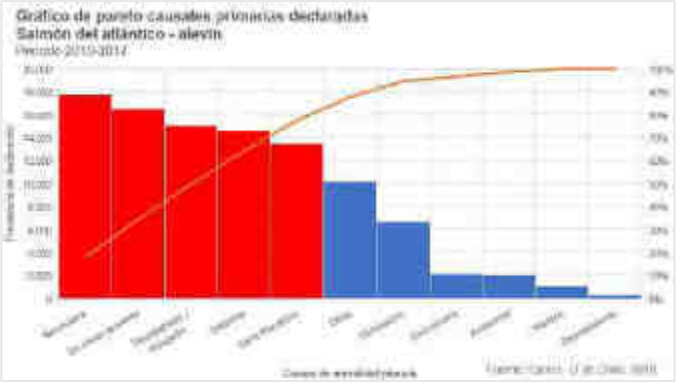


Gráfico 262. Causales primarias declaradas, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017.

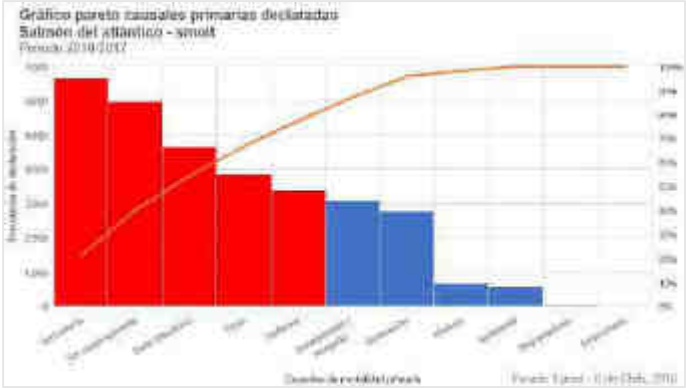


Gráfico 263. Causales primarias declaradas, salmón coho, alevín, 2010-2017.

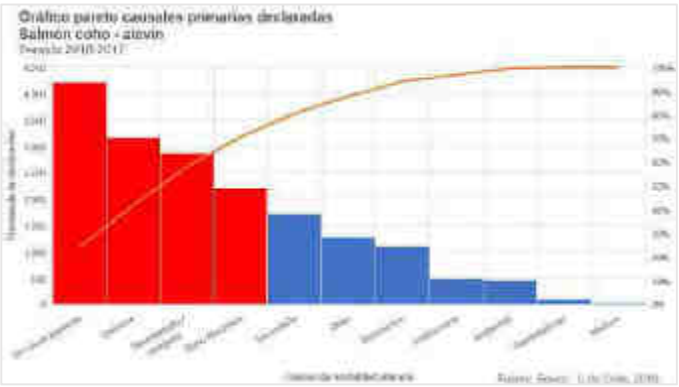


Gráfico 264. Causales primarias declaradas, salmón coho, smolt, 2010-2017.

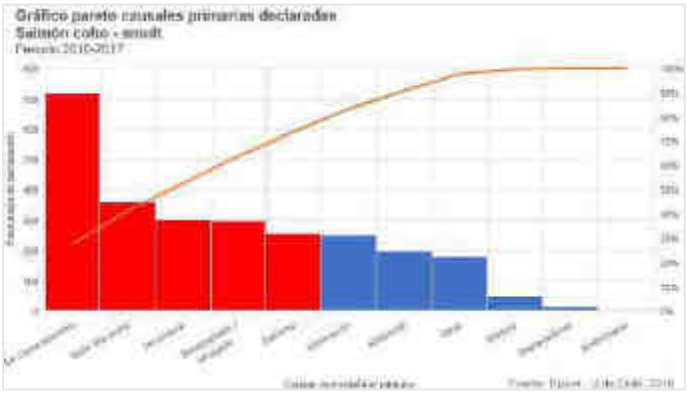


Gráfico 265. Causales primarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

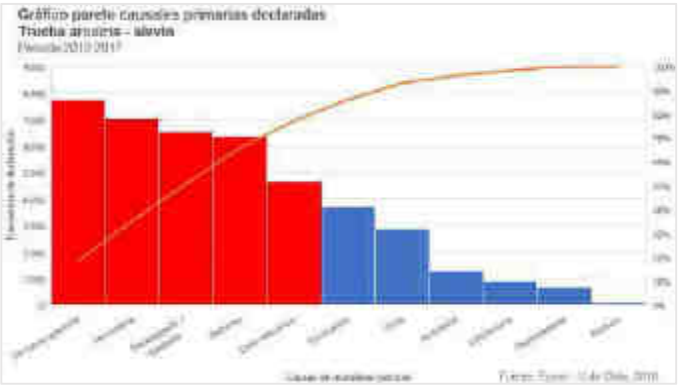
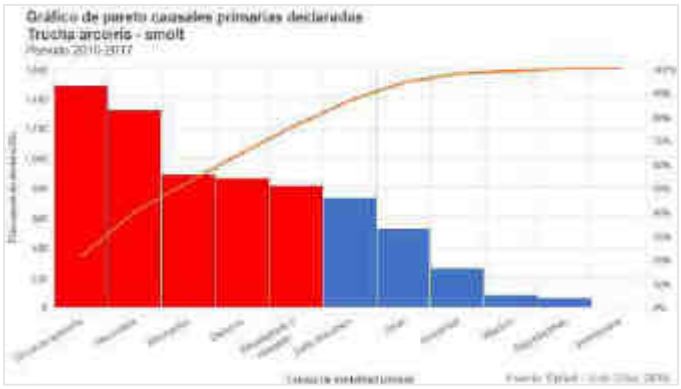


Gráfico 266. Causales primarias declaradas, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017.



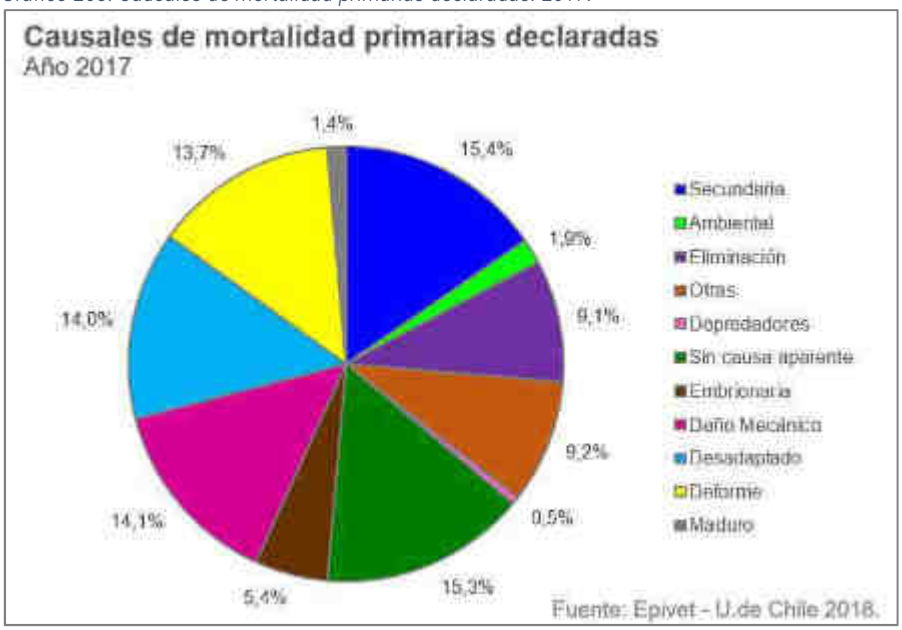
7.3.3.1.2. Frecuencia mortalidad causa primaria 2017

Durante el año 2017, como se puede ver en el Gráfico 268, casi el 60% de las causales declaradas corresponden a cuatro causales primarias: secundaria, sin causa aparente, daño mecánico y desadaptado o rezagado, siendo la más declarada, la causal secundaria, seguida muy de cerca de la causal sin causa aparente. Por otro lado, la causal menos declarada, fue depredadores con un 0,5%.

Gráfico 267. Frecuencia de declaración y porcentaje causales de mortalidad primaria, 2017

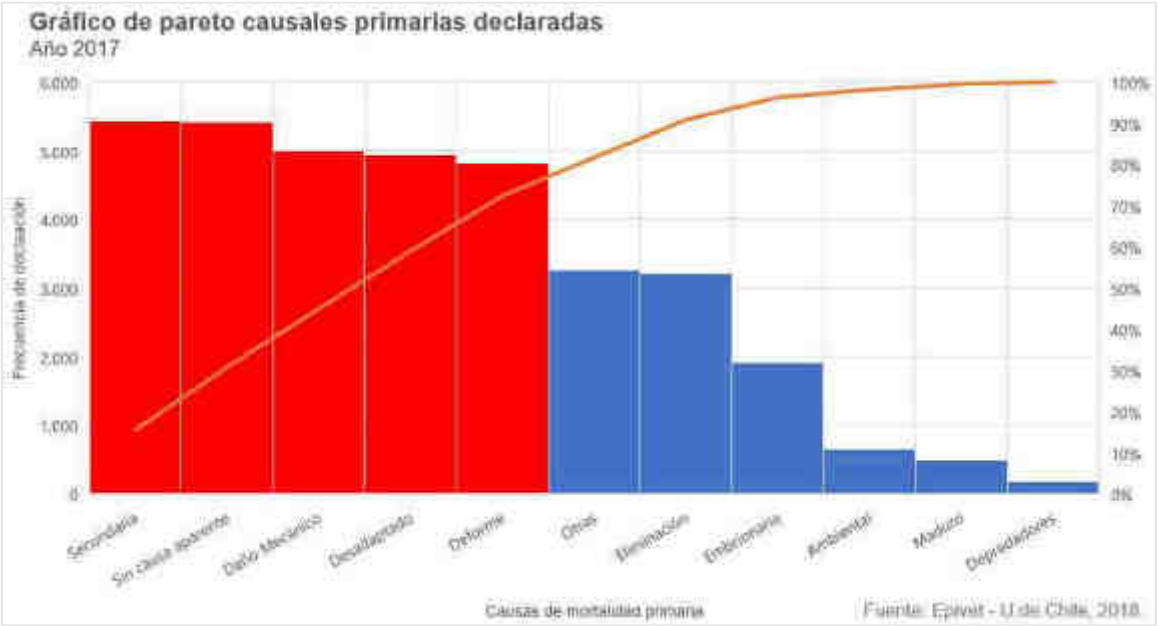
Causal Primaria	Frecuencia de declaración	Porcentaje
Secundaria	5.433	15,4%
Sin causa aparente	5.409	15,3%
Daño mecánico	4.989	14,1%
Desadaptado o rezagado	4.949	14,0%
Deforme	4.820	13,7%
Otras	3.255	9,2%
Eliminación	3.208	9,1%
Embrionaria	1.917	5,4%
Ambiental	656	1,9%
Maduro	492	1,4%
Depredadores	182	0,5%
TOTAL	**35.310**	**100,0%**

Gráfico 268. Causales de mortalidad primarias declaradas. 2017.



En el Gráfico 269, se puede ver desde otro punto de vista, que dentro del 80% de las causales declaradas, se encuentran las causales secundaria, sin causa aparente, daño mecánico, desadaptado o rezagado y deforme, siendo la causal secundaria la que presentó mayor frecuencia de declaración.

Gráfico 269. Causales primarias declaradas, 2017.



A nivel de especie y etapa de cultivo, en términos generales, se puede apreciar que los desadaptados o rezagados tienen mayor presencia en la etapa de alevín, estando dentro de las dos primeras mayorías. En el caso de la etapa smolts se ve que existe más frecuencia de la causal daño mecánico, a diferencia de la causal desadaptado o rezagado que a pesar de que sigue teniendo alta frecuencia, se ve desplazada al cuarto o quinto lugar, incluso dejando de estar dentro del 80% de las causales más declaradas como es en el caso del salmón del atlántico en la etapa smolt.

Considerando solamente la especie salmón del atlántico, en la etapa smolt la causal "Otros" aparece dentro del 80% de las causales más declaradas en cuarto lugar, y también daño mecánico tiene una alta frecuencia de declaración, a diferencia de lo que ocurre con la etapa alevín, donde hay mayor declaración de la causal desadaptado o rezagado, casi al mismo nivel de la causal secundaria. En ambos casos la causa más frecuencia es la secundaria.

En el caso del salmón coho, en ambas etapas de cultivo la causal más frecuente es la causal sin causa aparente, y la causal secundaria es menos frecuente, a diferencia de lo que sucede con el salmón del atlántico y la trucha arcoíris. En el caso de la etapa smolt aumenta la frecuencia de declaración de la causal eliminación.

Por último, para la especie trucha arcoíris, en el caso de la etapa alevín, la causal más declarada es desadaptado o rezagado, a diferencia de la etapa smolt, donde la causal más declarada es secundaria.

Gráfico 270. Causales de mortalidad primaria declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2017.

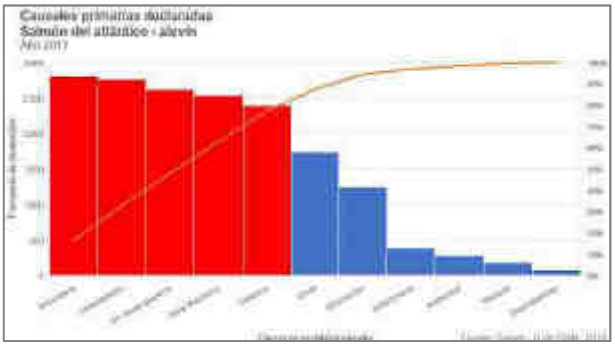


Gráfico 271. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón del atlántico, smolts, 2017.

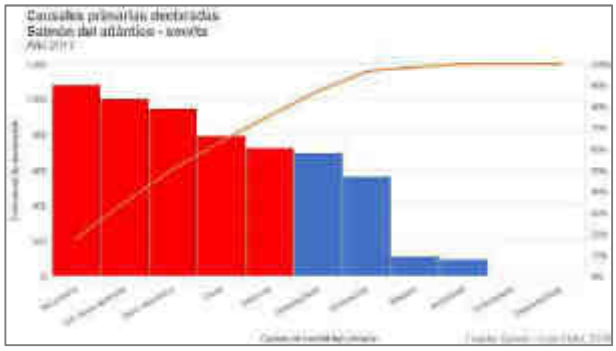


Gráfico 272. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón coho, alevín, 2017.

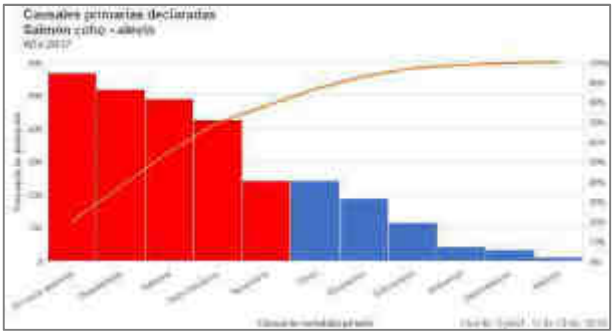


Gráfico 273. Causales de mortalidad primarias declaradas, salmón coho, smolts, 2017.

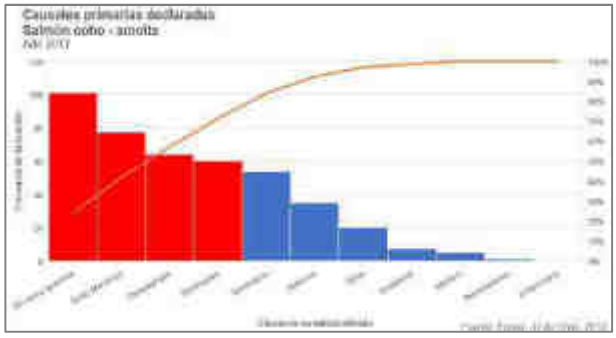


Gráfico 274. Causales de mortalidad primarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2017.

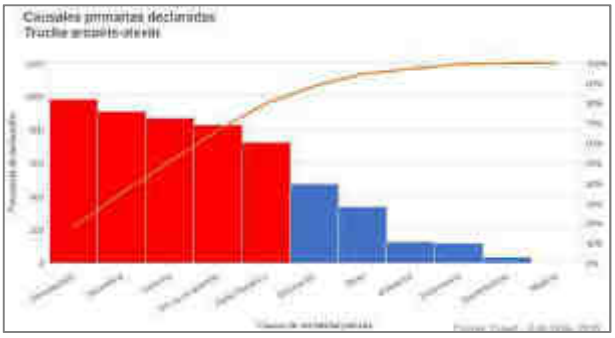
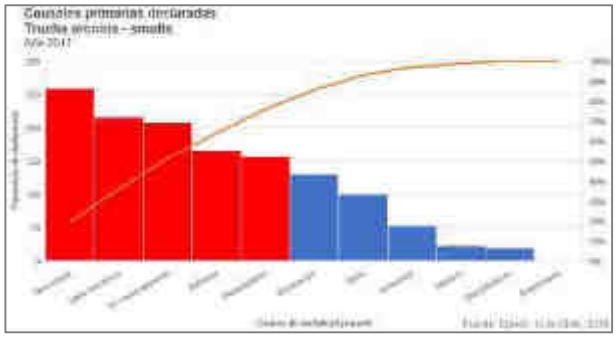


Gráfico 275. Causales de mortalidad primaria, trucha arcoíris, smolts, 2017.



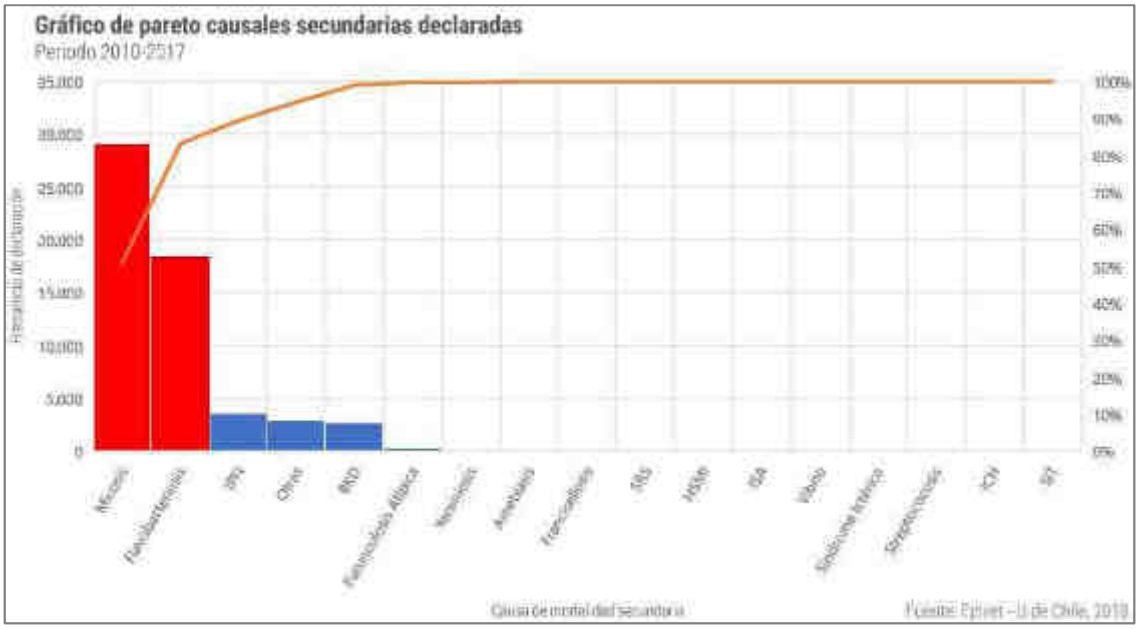
7.3.3.2. Frecuencia mortalidad por causa secundaria

A continuación, se realizará un análisis similar al realizado con las causas primarias, analizando frecuencia, presencia de enfermedades y prevalencia en el tiempo. Dentro de las causales secundarias se consideran: Vibrio, IPN, BKD, Furunculosis atípica, Yersiniosis, amebiasis, Francisellosis, SRS, HSMI, ISA, Síndrome ictéricos, Streptococosis, ICH, SIT, micosis, Flavobacteriosis y Otras secundarias.

7.3.3.2.1. Mortalidad causas secundarias 2010-2017

En el ámbito general, se puede ver en el Gráfico 276, que las causales que concentran cerca del 80% de las causales más declaradas corresponde a micosis y flavobacteriosis, el resto de las causales tiene una muy baja frecuencia de declaración en comparación con las dos primeras, donde destacan IPN, Otras y BKD.

Gráfico 276. Causales secundarias declaradas, 2010-2017.



Ahora, realizando un análisis más particular a nivel de especie y etapa de cultivo, en general se puede apreciar que la causa más frecuente y que concentra el mayor porcentaje de declaración es Micosis, exceptuando el caso de la trucha arcoíris para la etapa alevín, donde la causa más frecuente corresponde a Flavobacteriosis, sin embargo, ambas causales en todas las especies y etapas son las que concentran el mayor porcentaje de declaraciones con causal secundaria.

Gráfico 277. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017.

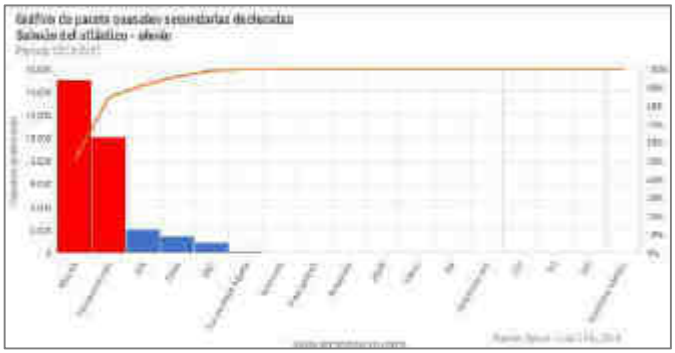


Gráfico 278. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, 2010-2017.

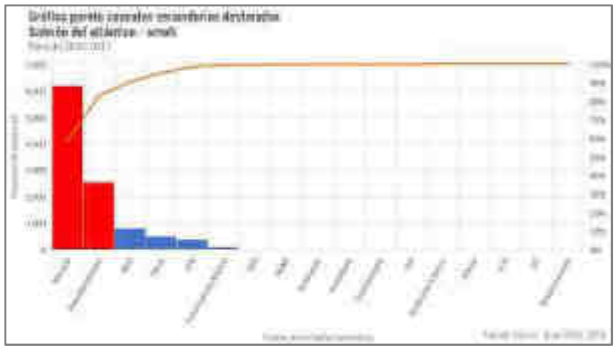


Gráfico 279. Causales secundarias declaradas, salmón coho, alevín, 2010-2017.

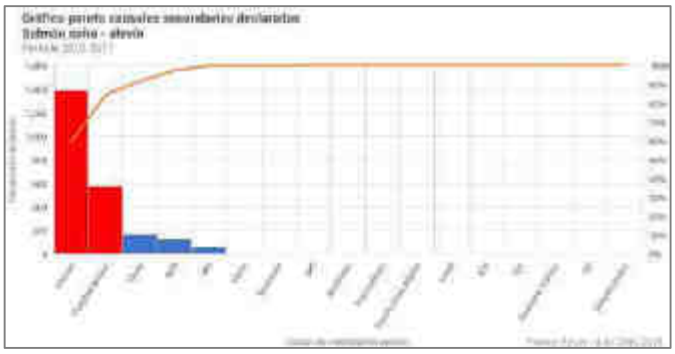


Gráfico 280. Causales secundarias declaradas, salmón coho, smolt, 2010-2017.

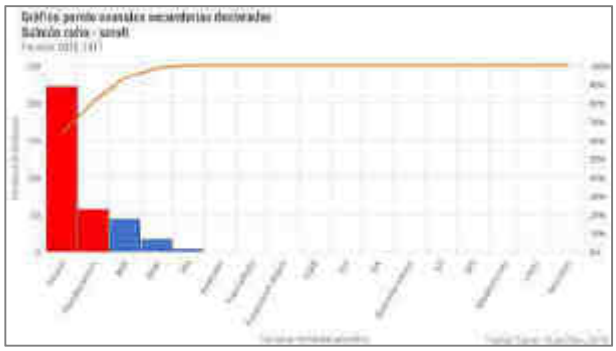


Gráfico 281. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

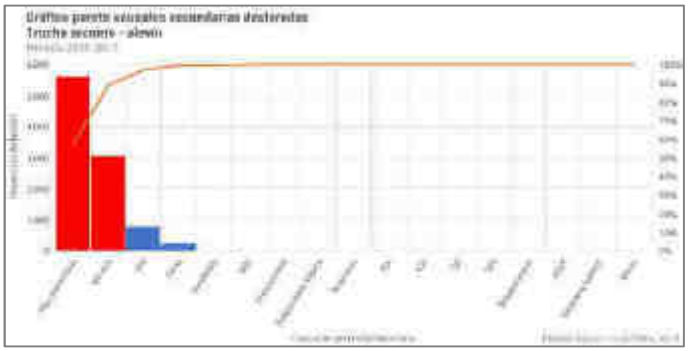
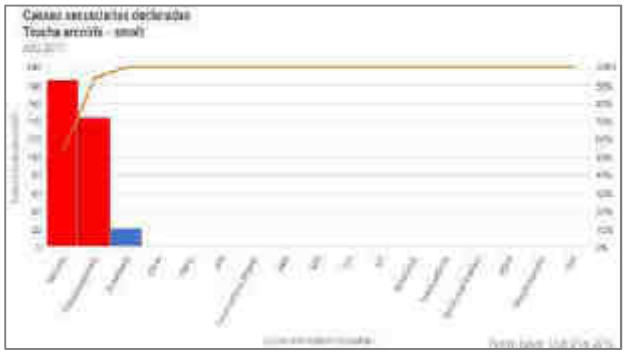


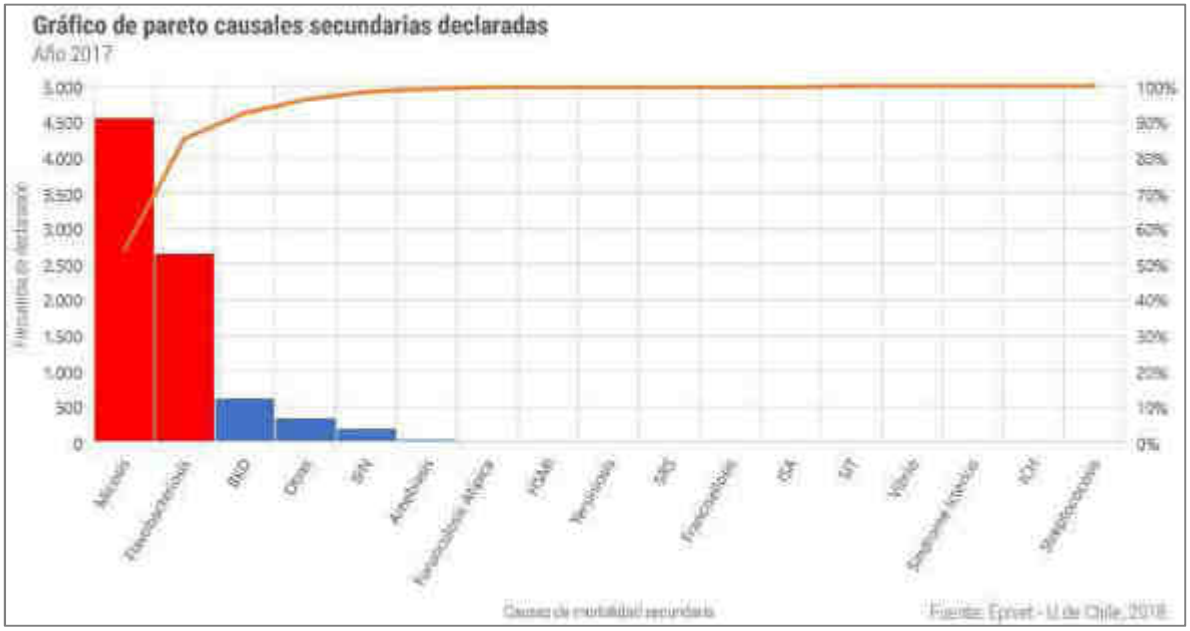
Gráfico 282. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, 2010-2017.



7.3.3.2.2. Frecuencia mortalidad causas secundarias 2017

Centrando del análisis solamente en el año 2017, se puede identificar que se mantiene la misma tendencia que se identificó en el periodo 2010 al 2017, donde la Micosis y la Flavobacteriosis corresponden a las causales con mayor frecuencia de declaración, seguidas de las causales BKD, Otras e IPN, aunque no con la frecuencia de las dos primeras causales.

Gráfico 283. Causales secundarias declaradas, 2017.



A nivel de especie y etapa de cultivo, se puede apreciar que se mantiene la causal secundaria Micosis como la que tiene mayor frecuencia de declaración, seguida de la Flavobacteriosis, con excepción de la trucha arcoíris etapa alevín, donde la causal Flavobacteriosis supera la causal Micosis, quedando en primer lugar.

Gráfico 284. Causales de mortalidad secundaria declaradas, salmón del atlántico, alevín, 2017.

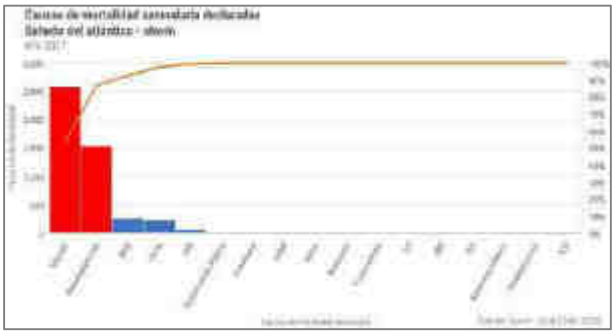


Gráfico 285. Causales secundarias declaradas, salmón del atlántico, smolt, 2017.

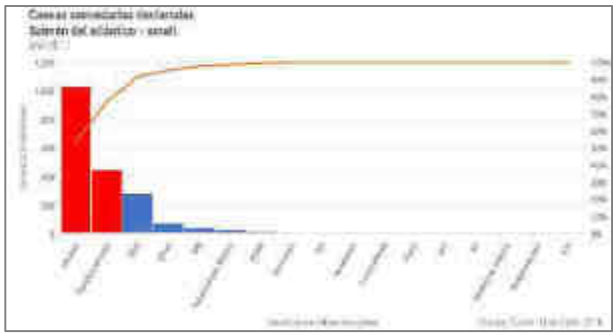


Gráfico 286. Causales de mortalidad secundarias declaradas, salmón coho, alevín, 2017.

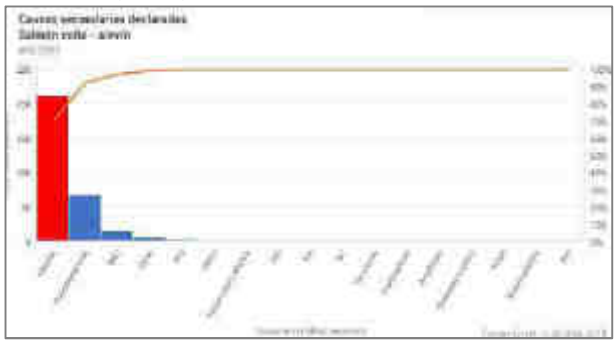


Gráfico 287. Causales secundarias declaradas, salmón coho, smolt, 2017.

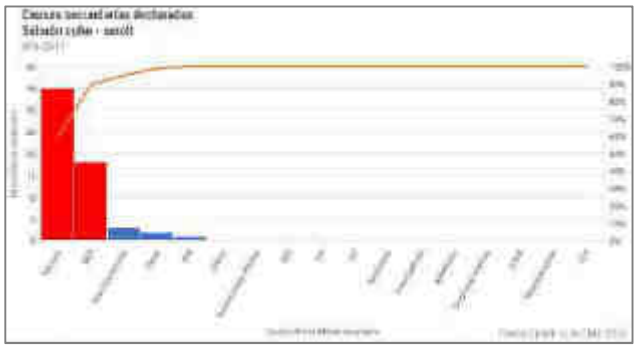


Gráfico 288. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, alevín, 2017.

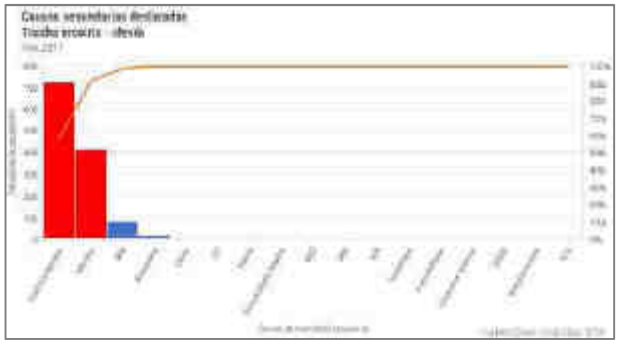
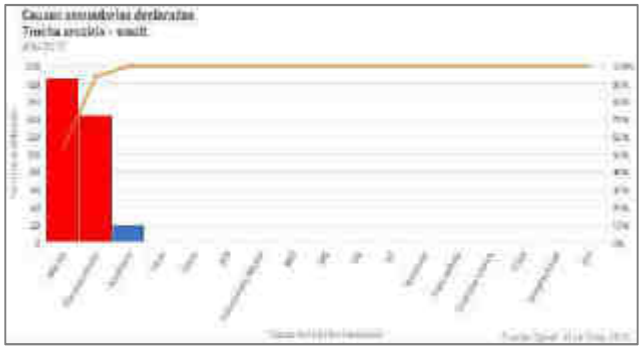


Gráfico 289. Causales secundarias declaradas, trucha arcoíris, smolt, 2017.



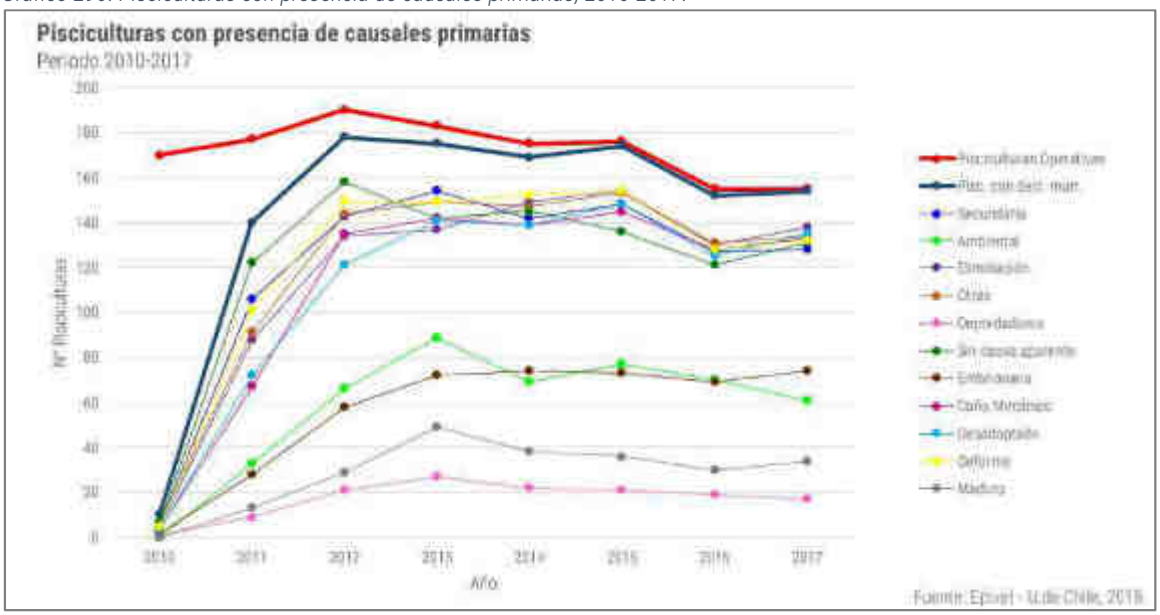
7.3.3.3. Número de pisciculturas con presencia de mortalidad primaria

En primer lugar se analizará el número de pisciculturas que han tenido al menos una vez en un año presencia de una causal primaria de mortalidad determinada, que se puede apreciar en el Gráfico 290, donde la línea roja representa el número de pisciculturas que estuvieron operativas durante cada año, que en promedio fue de 172 pisciculturas, se puede ver que existe una disminución sostenida a partir del año 2012 de pisciculturas que operan, pudiendo ser explicado por la incorporación de pisciculturas más grandes, y por lo tanto con mayor capacidad, lo que implica que se requiere menos número de ellas. Con respecto a las pisciculturas que realizaron sus declaraciones en SIFA (línea azul oscuro), se puede ver que a partir del año 2014 las pisciculturas comienzan a coincidir con el número de pisciculturas operativas. En el año 2010 existe poca información debido a que SIFA comenzó su marcha blanca en ese año, por lo tanto, las pisciculturas comenzaron a realizar sus declaraciones gradualmente y en forma parcial.

Desde el punto de vista de las causales de mortalidad primarias, se puede apreciar la marcada existencia de dos grupos: por un lado, un grupo de causales con un gran número de pisciculturas con presencia, y otro grupo con un número menor de pisciculturas con presencia. Entre las causales con alta presencia se tiene las causales sin causa aparente, secundaria, deforme, otras, eliminación, daño mecánico y desadaptado o rezagado. En el segundo grupo se tienen las causales ambientales, embrionaria, maduro y depredadores.

En general las causales siguen la misma tendencia que las pisciculturas que declaran mortalidad, es decir aumentan o disminuyen de manera directamente proporcional según el número de pisciculturas que declaran mortalidad, sobre todo en el caso del grupo de causas con alta presencia. Sin embargo, en el grupo de causas de baja presencia, se puede observar que la causal embrionaria se mantiene constante en el tiempo con un leve aumento. También en el año 2013 se puede ver que existió un peak para las causales secundaria, ambiental y maduro. En el caso de la causal sin causa aparente, empezó con una alta presencia presentando un peak en el año 2012, pero luego se fue regularizando, lo que no significa que aun así siga teniendo un alto número de pisciculturas que declaran esta causal.

Gráfico 290. Pisciculturas con presencia de causales primarias, 2010-2017.



En la Tabla 125, se muestra información resumen respecto a lo presentado en el Gráfico 290, exceptuando los años 2010 y 2011, ya que por la marcha blanca de SIFA, la información es parcial. Se puede ver que en promedio anualmente operaron 172 pisciculturas, de las cuales en promedio 167 declararon mortalidad, correspondiente al 97% de las pisciculturas operativas. En promedio la causal que presentó mayor número de pisciculturas afectadas fue deforme con un promedio de 144 pisciculturas diferente con un mínimo de 128 en el año 2016 y un máximo de 14 pisciculturas afectadas en el año 2015. Luego, siguen las causales de otras con 143 pisciculturas afectadas en promedio, luego secundaria con 143, y sin causa aparente con 139 pisciculturas, lo que sugiere realizar un análisis más profundo respecto a lo que se está declarando en las causales otras y sin causa aparente, ya que generalmente las empresas describen un poco más lo que están declarando en estos ítems en el campo de observaciones.

Tabla 125. Promedio, mínimo y máximo de número de pisciculturas con presencia de causal primaria anual, 2012-2017[7].

	Promedio	% respecto pisc. con declaración	Mínimo	Máximo
Pisciculturas Operativas	**172,3**	--	**155**	**190**
Pisciculturas con decl. de mortalidad	**167,0**	--	**152**	**178**
Deforme	144,0	86,2%	128	154
Otras	143,0	85,6%	131	153
Secundaria	140,3	84,0%	127	154
Eliminación	140,3	84,0%	130	154
Sin causa aparente	138,8	83,1%	121	158
Daño Mecánico	137,0	82,0%	128	145
Desadaptado	134,8	80,7%	121	148
Ambiental	72,0	43,1%	61	89
Embrionaria	70,0	41,9%	58	74
Maduro	36,0	21,6%	29	49
Depredadores	21,2	12,7%	17	27

Analizando ahora por especie y etapa de cultivo, en el caso del salmón del atlántico (Gráfico 291 y Gráfico 292, se puede apreciar que se repite la misma situación del análisis general, generándose un grupo de causales con alta presencia, y otro grupo con causales con menor presencia tanto para alevines como para smolts. Se puede ver que la causa con mayor número de pisciculturas corresponde a secundaria, y en el caso de los alevines, se puede apreciar que la causal embrionaria tiene mayor presencia que en el caso de la etapa smolt

En el caso del salmón coho, la causal sin causa aparente toma el protagonismo, sobre todo hasta el año 2012, donde deja de tener una presencia tan notoria, siendo reemplazada por la causal deforme. Al igual que en el salmón del atlántico en la etapa de alevines, se ve que a pesar de que la causal embrionaria tiene una baja presencia, se mantiene constante y con un leve aumento en el tiempo, a diferencia del resto de las causales que han tenido tendencia a la baja.

Por último, en el caso de la trucha arcoíris, en el caso de la etapa smolt, se ve que las causales se ven relativamente constantes en el tiempo, situación diferente en el caso de los alevines, donde el grupo de alta presencia va a la baja en el tiempo, y el grupo de menor presencia se mantiene relativamente constante. Nuevamente se puede apreciar que entre las causas con mayor presencia en ambas etapas están las causales sin causa aparente, deforme y secundaria.

[7] Se excluyen años 2010 y 2011, ya que corresponde a la marcha blanca de SIFA, y por lo tanto la información es parcial.

Gráfico 291. Pisciculturas con presencia de causales primarias, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017.

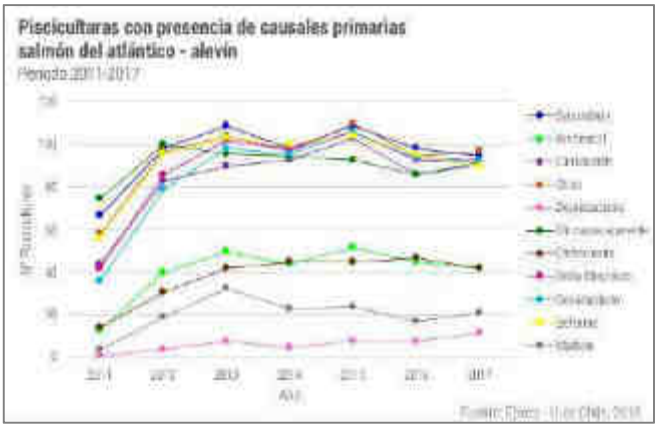


Gráfico 292. Pisciculturas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017.

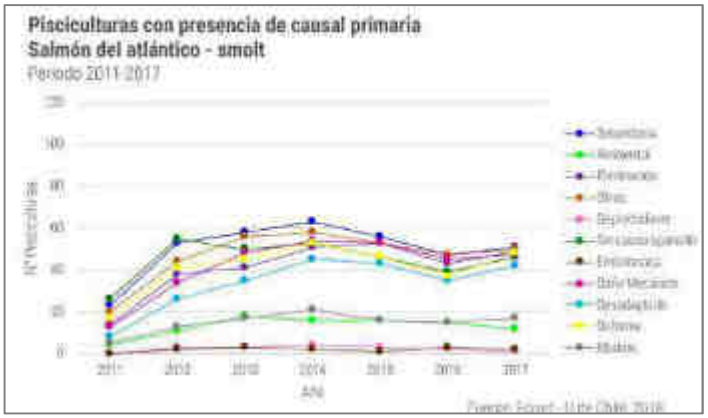


Gráfico 293. Pisciculturas con presencia de causal primaria, salmón coho, alevín, 2010-2017.

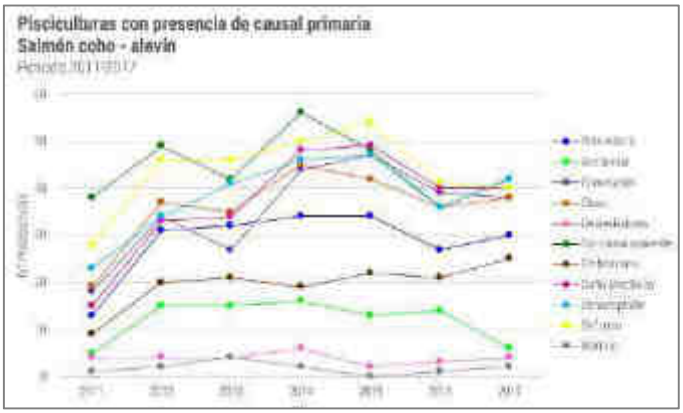


Gráfico 294. Pisciculturas con presencia de causales primarias, salmón coho, smolts, 2010-2017.

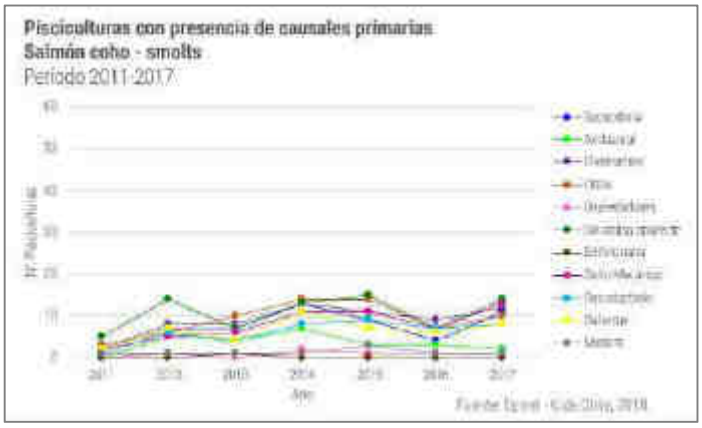


Gráfico 295. Pisciculturas con presencia de causales primarias, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

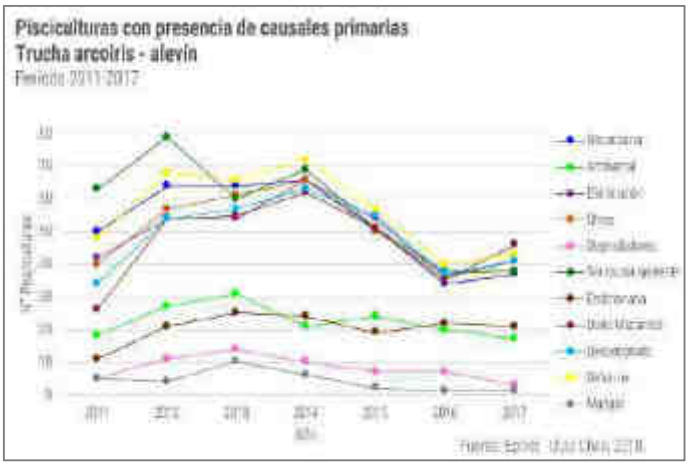
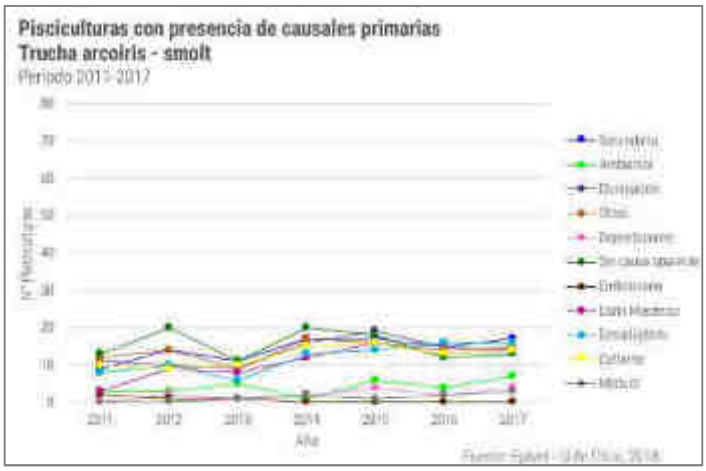


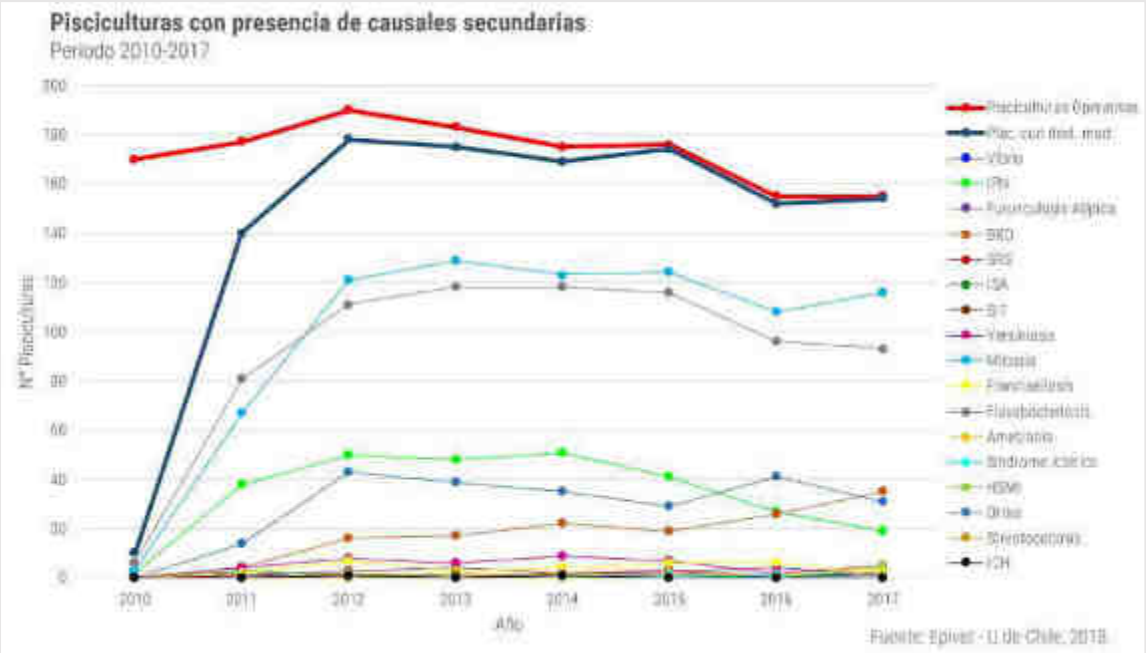
Gráfico 296. Pisciculturas con presencia de causales primarias, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017.



7.3.3.4. Número de pisciculturas con presencia de mortalidad secundaria

A nivel de causales de mortalidad secundaria y nivel general, se puede identificar inmediatamente dos causales que destacan inmediatamente: Micosis y Flavobacteriosis. Ambas causales son las que están presentes en un alto número de pisciculturas, pero sin embargo se puede ver que en el tiempo que a partir del año 2012 han tendido de manera sutil a disminuir, como la mayoría de las causales secundarias. Sin embargo, a pesar de que afecta a un número reducido de pisciculturas lentamente la causal BKD ha comenzado a aumentar, esto se podría dar lugar a la hipótesis que su aumento se relaciona a la no existencia de una vacuna para tratarla, teniendo un aumento un poco más marcado a partir del año 2015, por lo que se sugiere un análisis más profundo para proyectar si en el futuro continuará este aumento progresivo.

Gráfico 297. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, 2010-2017.



En la Tabla 126 se resume la información presentada en el gráfico, considerando solamente el periodo desde 2012 a 2017, ya que los años 2010 y 2011, SIFA estuvo en proceso de marcha blanca, por lo que la información de esos años no está completa. En esta tabla se pueden observar de forma agregada los datos analizados en el Gráfico 297. Las causales de mortalidad secundaria Micosis y Flavobacteriosis están presentes en el 72% y 65% de las pisciculturas, respectivamente, que han declarado mortalidad por SIFA. Luego, le siguen las causales IPN con un 23%, Otras secundarias con un 22%, y BKD con un 14%. En el otro extremo se encuentran síndrome ictérico e ICH con un 0,2%.

Tabla 126. N° de pisciculturas promedio, porcentaje respecto a pisciculturas con declaración de mortalidad, mínimo y máximo con presencia de causales secundarias, 2012-2017.

	Promedio	% respecto pisc. con declaración	Mínimo	Máximo
Pisciculturas Operativas	**172,3**	--	**155**	**190**
Pisc. con decl. mortalidad	**167,0**	--	**152**	**178**
Micosis	120,2	72,0%	108	129
Flavobacteriosis	108,7	65,1%	93	118
IPN	39,3	23,6%	19	51
Otras	36,3	21,8%	29	43
BKD	22,5	13,5%	16	35
Yersiniosis	6,2	3,7%	2	9
Francisellosis	4,7	2,8%	2	7
Furunculosis Atípica	2,8	1,7%	1	4
Amebiasis	2,0	1,2%	1	4
Vibrio	1,0	0,6%	0	2
SRS	1,0	0,6%	0	3
HSMI	0,8	0,5%	0	5
ISA	0,7	0,4%	0	2
Streptococosis	0,5	0,3%	0	2
SIT	0,3	0,2%	0	2
Síndrome Ictérico	0,3	0,2%	0	1
ICH	0,3	0,2%	0	1

Observando los gráficos a nivel de especie y etapa de cultivo (Gráfico 298 al Gráfico 303) se puede ver que se repite el mismo escenario que a nivel general siendo la causal Micosis, la que tiene mayor número de pisciculturas declarantes. La única excepción a la regla es la especie trucha arcoíris para la etapa alevín, donde Flavobacteriosis desplaza a Micosis, quedándose con el primer lugar.

Si se analiza la especie salmón del atlántico, se puede ver que todas las causales secundarias van a la baja, excepto BKD, que sobre todo en la etapa alevín, muestra un progresivo aumento en los últimos dos años.

En el caso del salmón coho, Micosis y Flavobacteriosis se mantienen en los primeros lugares, sin embargo, en la etapa smolt en los años 2016 y 2017 tuvo una caída que hizo que BKD tomara su lugar en 2016. En el caso de la etapa alevín, la causal otras secundarias logra posicionarse como la tercera causa con más número de pisciculturas con presencia, sin embargo, en el año 2017 es superada por BKD.

Por último, en el caso de la trucha arcoíris, para la etapa la etapa alevín, la causa Micosis deja el primer lugar, siendo desplazada por la causal Flavobacteriosis, también destacan las causales otras secundarias y ambiental. En el caso de la etapa smolt, la mayoría de las causales van a la baja y concentran pocos números de pisciculturas.

Gráfico 298. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017.

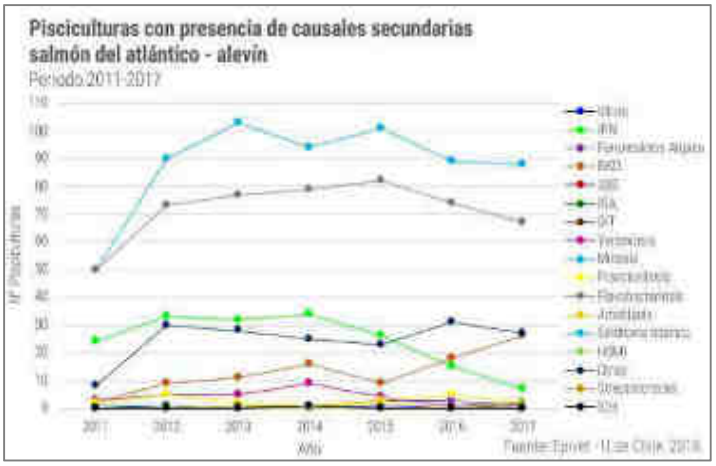


Gráfico 299. Pisciculturas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017.

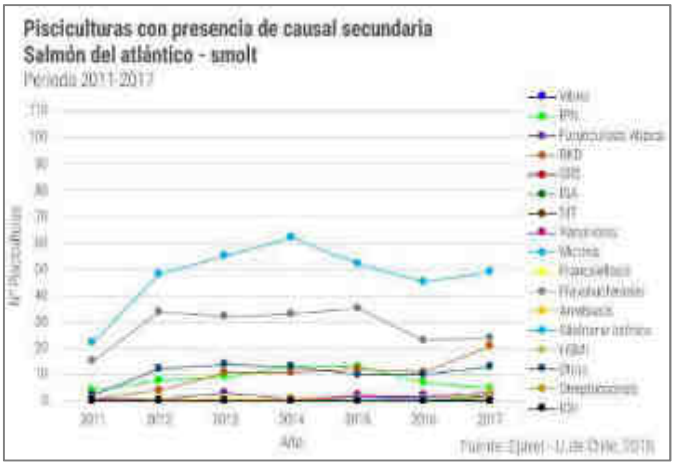


Gráfico 300. Pisciculturas con presencia de causal secundaria, salmón coho, alevín, 2010-2017.

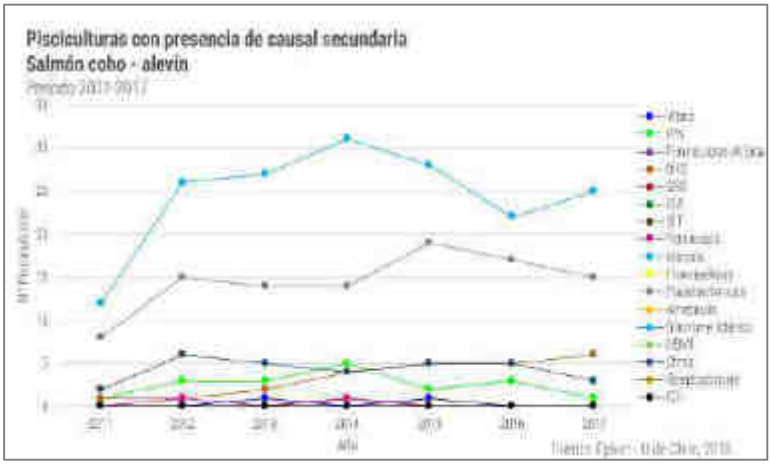


Gráfico 301. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, salmón coho, smolts, 2010-2017.

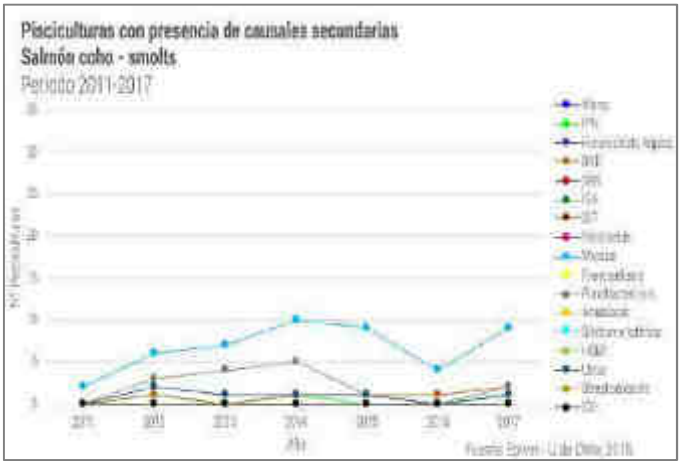


Gráfico 302. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

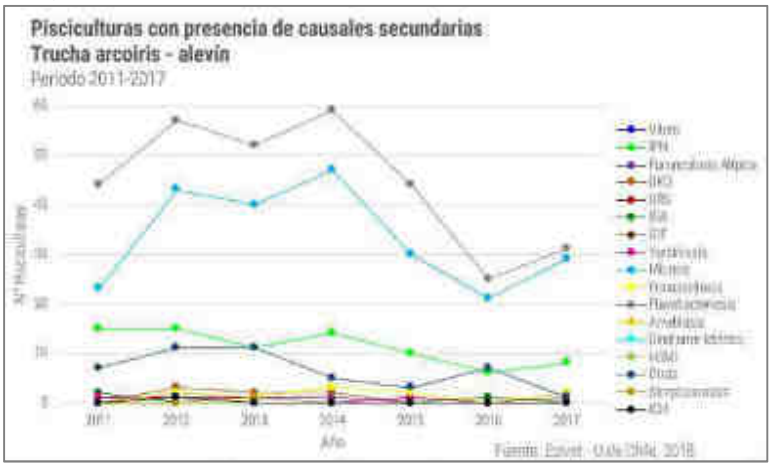
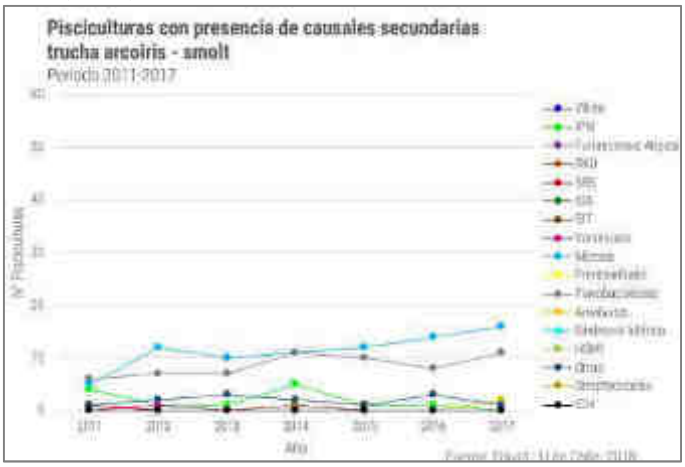


Gráfico 303. Pisciculturas con presencia de causales secundarias, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017.



7.3.3.5 Prevalencia mortalidad primaria

Dentro del ámbito de la epidemiología, uno de los indicadores de mayor uso es la prevalencia. Se entiende por prevalencia como la proporción de individuos de una población que presentan el evento en un momento, o periodo de tiempo, determinado.

Aplicado al análisis de las causales de mortalidad en pisciculturas, la prevalencia estará dada por el número de semanas que dentro de un año una piscicultura ha declarado una causal de mortalidad, y si una piscicultura ha tenido presencia de una causal de mortalidad en el periodo de un año.

En el caso de salmón del atlántico, se ve en general que el promedio de semanas con declaración de la causal va con tendencia al alza, siendo la causal con mayor promedio de semanas por año la causal secundaria. En el caso de la etapa alevín, se puede apreciar un aumento muy marcado para la causal desadaptados o rezagados, llegando casi al mismo nivel de la causal secundaria en los años 2016 y 2017. También la causal depredadores experimenta un notorio aumento, lo que llama la atención ya que a pesar de que no es una causal que tenga una gran presencia a nivel de número de pisciculturas (Gráfico 291), en un número acotado de éstas está comenzando a tener un aumento sostenido. El resto de causales que también están experimentando un aumento leve pero sostenido en el tiempo son secundaria, sin causa aparente, deforme, daño mecánico, eliminación y otras.

En el caso del salmón coho, la causal con mayor número de semanas declaradas en sin causa aparente, muy por encima del resto. En el caso de la etapa smolt, experimentó un peak en el año 2016 con 12,4 semanas en promedio, peak que también experimentó la causal desadaptado o rezagado y ambiental. En el caso de la etapa alevín también se experimenta un peak en el año 2016, pero aquí menos marcado pero que incluye a las causales secundaria, sin causa aparente, desadaptado o rezagado, deforme, daño mecánico, otras, eliminación y ambiental, lo que conduce a analizar cuál podría ser la explicación de ese peak tan marcado tanto para alevines como smolts.

En el caso de la trucha arcoíris, tiene un comportamiento más estable en el tiempo, excepto por el peak de la causal sin causa aparente en el año 2012. Nuevamente las causales con mayor N° promedio de semanas por año corresponden a las causales, sin causa aparente, secundaria, deforme y desadaptado o rezagado. En el caso de los smolts, la causal secundaria y daño mecánico tienen un aumento más marcado a partir del año 2014, siguiendo ambas un comportamiento similar.

Gráfico 304. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017.

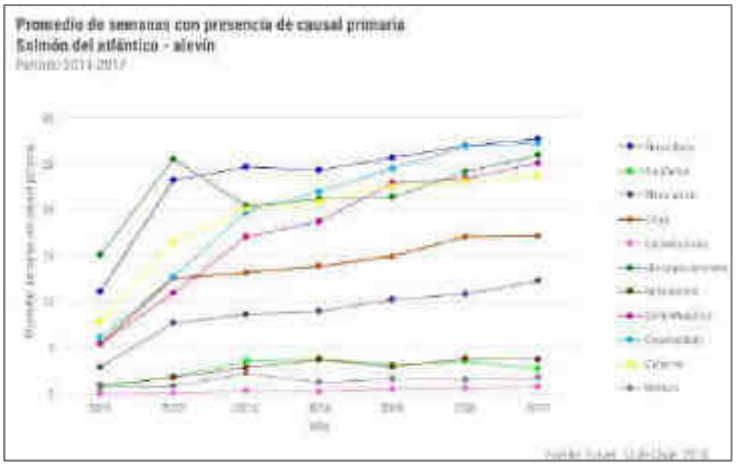


Gráfico 305. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017.

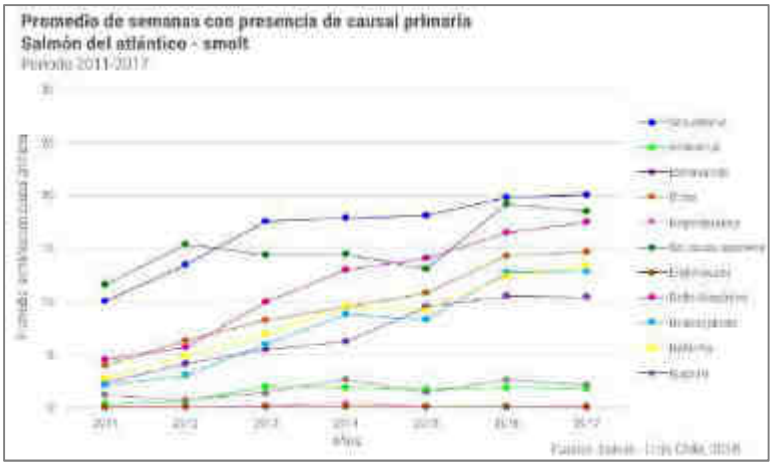


Gráfico 306. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón coho, alevín, 2010-2017.

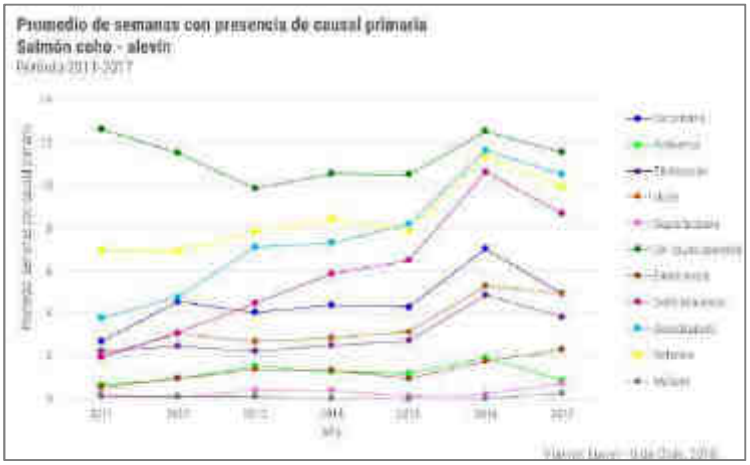


Gráfico 307. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, salmón coho, smolt, 2010-2017.

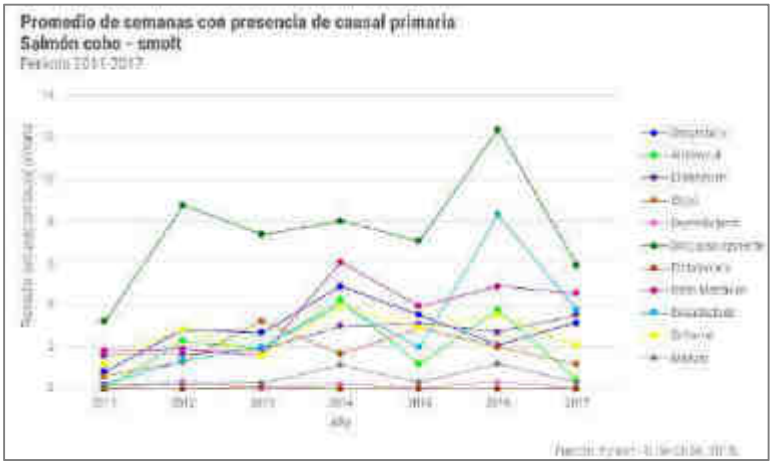


Gráfico 308. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

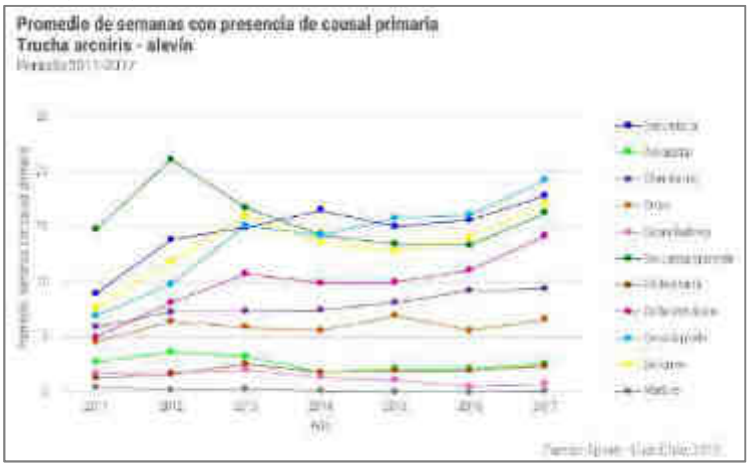
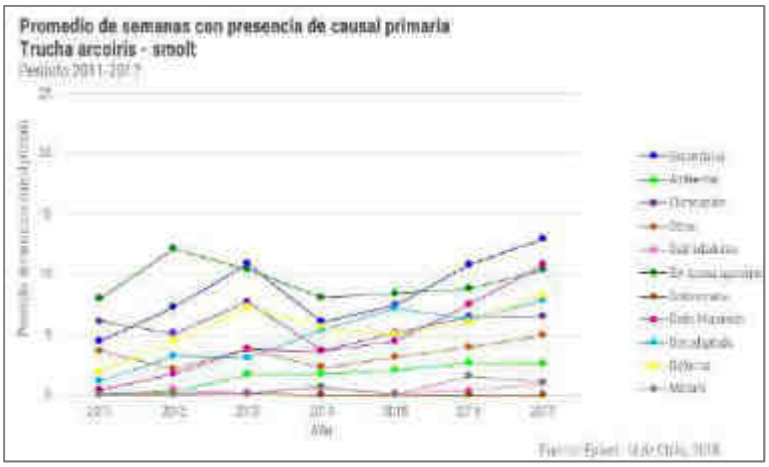


Gráfico 309. Promedio de semanas con presencia de causal primaria, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017.



7.3.3.6 Prevalencia de mortalidad secundaria

Si se analiza desde el punto de vista de la cantidad de semanas promedio con presencia de cada causa secundaria por año, siguen siendo las causales Micosis y flavobacteriosis las en promedio registran mayor cantidad de semanas presentes con presencia por año. En general, se puede ver que ambas suelen tener la misma tendencia (directamente proporcional), y además ambas muestran un aumento sostenido a través de los años. Otra causal interesante de analizar es la causal BKD, que muestra una leve tendencia al alza, a excepción de la especie coho en la etapa alevín, donde experimenta una disminución sostenida a partir del año 2015.

Considerando sólo la especie salmón del atlántico (Gráfico 310 y Gráfico 311), se puede ver que Micosis y Flavobacteriosis presentan un alza en el tiempo, y BKD, a pesar que no concentra presencia significativa en promedio de semanas por año, muestra un aumento sostenido desde el año 2011. En el caso de la etapa alevín, la causal ambiental se encuentra a la baja, al igual que en la etapa smolt, pero menos marcado.

Para el caso del salmón coho (Gráfico 312 y Gráfico 313), nuevamente las causales de Micosis y Flavobacteriosis son las que presentan los promedios de semanas más altos, sin embargo en el caso de la etapa alevín, se puede apreciar que ambas experimentan un peak en el año 2016, bajando abruptamente en el año 2017, BKD sigue un comportamiento similar, pero presentando un peak en el año 2015, pero no tan notorio como las causales antes mencionadas. El caso de la etapa smolt, micosis presenta un peak en el año 2014, y luego una progresiva disminución a partir de entonces. En el caso de la flavobacteriosis, esa también muestra un peak en el mismo año, pero menos pronunciado que el de micosis. BKD, presenta un comportamiento un poco irregular, pero siempre en alza.

Por último, para el caso de la trucha arcoíris (Gráfico 314 y Gráfico 315), Flavobacteriosis y Micosis se presentan en un aumento sostenido, en el caso de la etapa smolt, ambas presentan un peak en el año 2013, para luego bajar abruptamente en el año 2014, y luego ir en aumento de ahí en adelante. A diferencia de las otras especies, en este caso BKD no registra ningún aumento o descenso significativo.

Gráfico 310. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, alevín, 2010-2017.

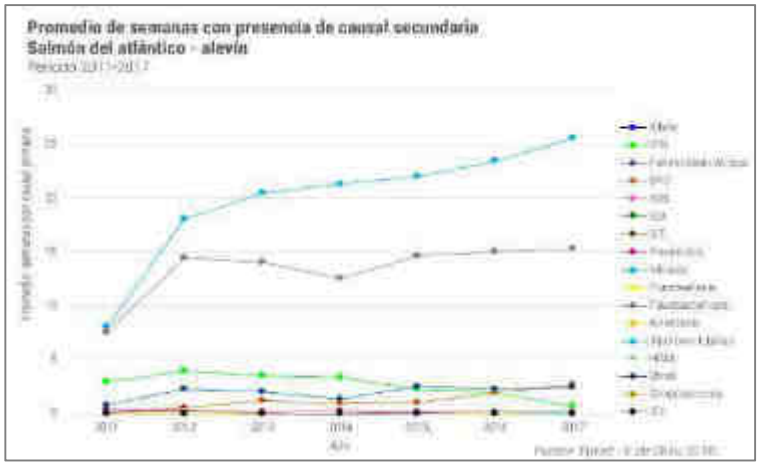


Gráfico 311. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón del atlántico, smolt, 2010-2017.

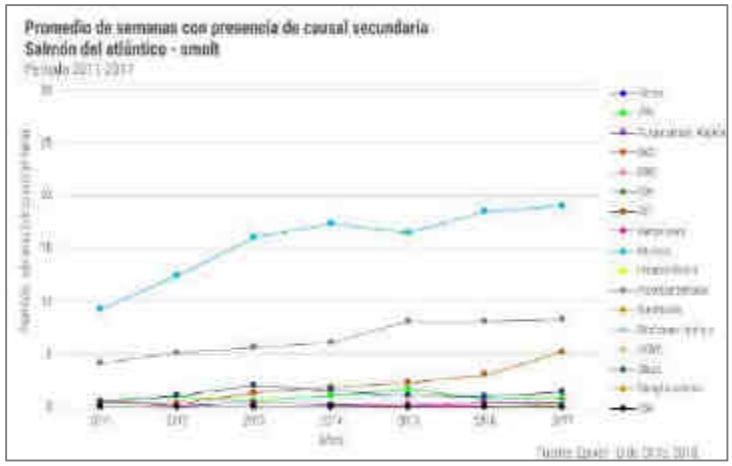


Gráfico 312. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón coho, alevín, 2010-2017.

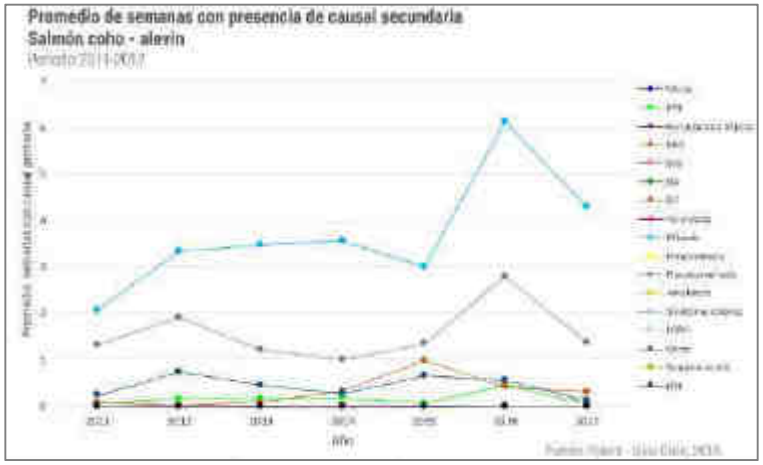


Gráfico 313. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, salmón coho, smolt, 2010-2017.

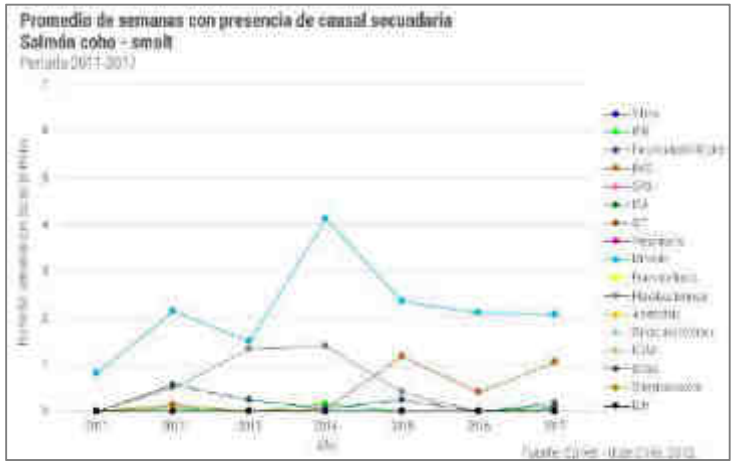


Gráfico 314. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, trucha arcoíris, alevín, 2010-2017.

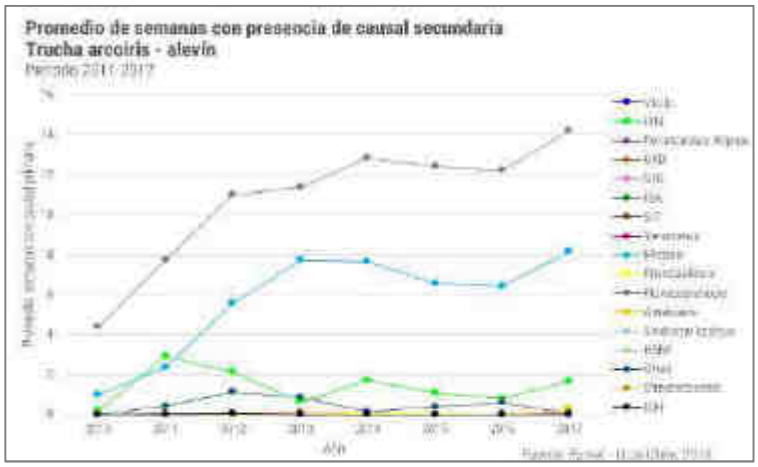
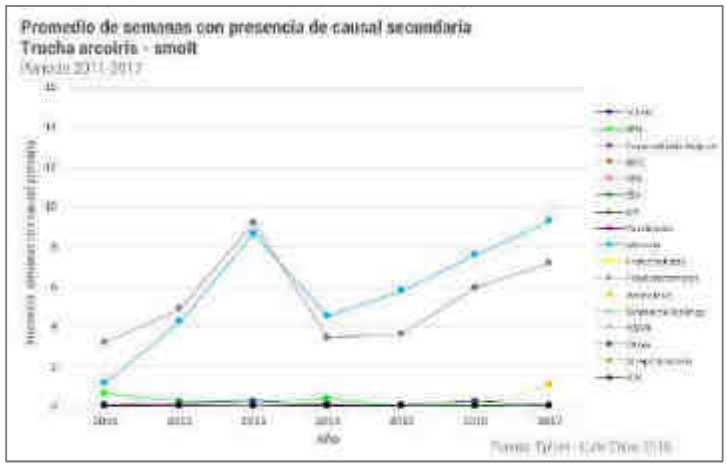


Gráfico 315. Promedio de semanas con presencia de causal secundaria, trucha arcoíris, smolt, 2010-2017.



7.4. Objetivo N° 4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado.

El objetivo N°4 plantea levantar las brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado en los objetivos anteriores. Los productos esperados consideran el levantamiento de brechas de información de uso de antimicrobianos y antiparasitarios y reporte de mortalidades, y la priorización de estas brechas. Para ello, se realizarán las siguientes actividades: levantamiento de brechas de información de uso de antimicrobianos y antiparasitarios, y reporte de mortalidades en base al análisis realizado a través de entrevistas a los encargados del módulo de tratamientos del Sernapesca; análisis de las brechas levantadas identificando temáticas que deben ser priorizadas, y por último identificar mejoramientos del módulo de mortalidades de SIFA respecto a la captura y validación de información de centros de cultivo que permita un monitoreo en distintas temporalidades.

El levantamiento de brechas de información de uso de fármacos y mortalidades se hizo a partir de entrevistas con los encargados de los programas sanitarios de tratamientos y de mortalidades del Departamento de Salud Animal del Sernapesca, complementado con el conocimiento del tratamiento de información que tiene el equipo consultor del presente estudio.

Las brechas de uso de fármacos y mortalidades se pueden dividir en tres grupos:

1) Problemas en la captura de información
2) Errores de declaración
3) Problemas transversales

A continuación, se describe cada grupo identificando las brechas asociadas tanto de información de uso de fármacos como mortalidades, determinando el impacto que cada una de estas brechas tiene a nivel de análisis de investigación y finalmente proponiendo una recomendación para acortar cada brecha.

7.4.1. Brechas de información de uso de fármacos

La información de tratamientos y vacunaciones es capturada a través del módulo de declaración de tratamientos y vacunaciones del Sistema de Fiscalización de Acuicultura (SIFA). Esta declaración, que se realiza mensualmente, se registra en el sistema SIFA por dos vías: una forma de declaración es a través de una planilla de Excel, donde el titular completa los datos y luego carga en el sistema, y la otra modalidad es ingresando la información de forma manual directamente en un formulario dentro del mismo sistema.

7.4.1.1. Problemas en la captura de información

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 15. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Problemas en la captura de información

- **Listado de fármacos mezcla fármacos y productos comerciales:** En el listado de fármacos disponibles en la planilla de declaración existe una mezcla de fármacos y productos comerciales, además de tener registros repetidos y redundantes.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Genera errores en los resultados de los análisis de uso de fármacos a nivel de fármaco específico o de tipo de fármaco. Además, para las declaraciones que indican el fármaco, es imposible determinar el producto comercial específico, lo que impide asignarle automáticamente las variables asociadas (por ejemplo, dosis, laboratorio, vía de administración, entre otros).

    - **Recomendación:** El listado de fármacos debería contener únicamente nombres comerciales, según solicitan los representantes de la unidad encargada de tratamientos y vacunaciones del departamento de Salud Animal, de manera que se puedan individualizar con su respectivo código SAG.

- **Campos sin validación:** Existen campos que no están validados, como cantidad de producto, unidad de cantidad de producto, cantidad de principio activo y unidad de cantidad de principio activo.

- **Impacto en los análisis de investigación:** los errores de declaración en los campos relacionados a la cantidad de fármaco administrado pueden generar errores en los resultados del análisis sobre el uso de fármacos a nivel general, ya sea a nivel de ciclo productivo, especie, ACS, región y/o país.

- **Recomendación:** Los campos que se pueden asociar al producto comercial deberían desplegarse automáticamente en la planilla Excel de declaración de tratamientos y en la interfaz de declaración por sistema SIFA. En tanto, los campos que son ingresados por el usuario, se recomienda incluir validación mediante rangos para reducir la posibilidad de errores de ingreso de datos.

- **Declaran enfermedades no tratables:** Se declaran tratamientos para enfermedades no tratables o no relacionadas al tratamiento administrado.

  - **Impacto en los análisis de investigación:** Errónea clasificación de enfermedades puede generar errores en la asignación de tratamientos, por consecuencia en una subrepresentación de tratamientos en la patología realmente identificada. Errores en declaración de enfermedades relacionadas a tratamientos antimicrobianos puede generar declaraciones en "Otras enfermedades" y por ende sub-representar los tratamientos en ciertas patologías.

  - **Recomendación:** Se recomienda implementar un validador en la planilla de declaración de tratamientos que impida declarar enfermedades que no son tratables, además de validar los fármacos a utilizar dependiendo de la enfermedad declarada.

7.4.1.2 Errores de declaración

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 16. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Errores de declaración

- **Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo:** La declaración está diseñada para realizarse por unidad de cultivo, sin embargo, el sistema permite que el titular pueda declarar todas sus jaulas tratadas dentro del mismo campo, ya que es un campo de texto abierto sin ningún tipo de formato sistematizable. Esto se produce por un mal entendimiento de la declaración, sin posibilidad de una posterior corrección y capacitación a usuarios.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Al declarar de forma errónea por centro completo en un sólo registro reduce la capacidad de analizar los tratamientos a nivel de jaula como unidad de estudio ya que se pierde la trazabilidad del tratamiento.

    - **Recomendación:** Se recomienda implementar un formato de declaración estándar en el registro de las jaulas tratadas sea más claro y didáctico, ya que el actual se presta para una declaración con error del usuario. Además, reforzar la capacitación a usuarios en la declaración.

- **Registro de cantidad de fármaco fuera de rango**: Los titulares declaran cantidades de fármaco con valores muy por encima del esperado (por ejemplo, se ha detectado que la cantidad de fármaco la confunden con los kg. de alimento).

    - **Impacto en los análisis de investigación**: los errores de declaración en campos asociados a la cantidad de fármaco administrado pueden generar errores en los resultados del análisis de

uso de fármaco sobredimensionando su uso, a nivel general, ya sea a nivel de ciclo productivo, especie, ACS, región y/o país.

- **Recomendación:** Establecer rangos de validación de cantidad de fármaco en la declaración para reducir la posibilidad de ingreso de valores erróneos por parte del usuario.

- **Registro de duración de tratamientos fuera de rango:** Los titulares declaran fechas de administración de tratamientos que no están dentro del rango estándar de duración del tratamiento.

  - **Impacto en los análisis de investigación:** La duración del tratamiento se relaciona directamente con la cantidad total de producto y principio activo final. La duración de los tratamientos inyectables no debiese superar los dos días. La duración de tratamiento de baños antiparasitarios tiene una duración establecida.

  - **Recomendación:** Las fechas de inicio y término de tratamiento deberían tener una duración estandarizada, que se debería calcular a partir de la fecha de inicio de tratamiento y los campos deberían estar en formato de fecha.

7.4.1.3. Problemas transversales

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 17. Esquema Brechas de información de uso de fármacos – Problemas transversales

- **No existe un listado consolidado de dosis:** No hay un listado accesible de dosis establecidas para los medicamentos registrados, si bien algunos se pueden consultar en la página web del SAG consultando la imagen de la etiqueta del fármaco, no todos contienen la información.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Errores en la dosificación pueden incurrir en la mala declaración de la cantidad de producto y principio activo, lo que conlleva a una mala representación de la magnitud del fármaco administrado.

    - **Recomendación:** Determinar en conjunto con Sernapesca las dosis de los fármacos que no cuentan con este dato.

- **Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos):** Las declaraciones muestran que existe un uso de fármacos extra-etiqueta (registrados para otras especies no salmónidos), lo que impide determinar si las dosis y carencias son las adecuadas. Esta brecha es estructural generando desincentivos para investigación en fármacos para salmónidos.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** El uso de fármacos extra-etiqueta merma un buen análisis de dimensionamiento de uso adecuado de dosis.

    - **Recomendación:** Determinar en conjunto con Sernapesca cómo se podría identificar las dosis y carencias para este tipo de fármacos. Adicionalmente, evaluar el uso de los fármacos extra-etiqueta en la salmonicultura.

- **Validación no estandarizada:** Debido a los valores erróneos tan extremos, el registro de declaraciones debe ser tratado y adaptado para aislar los registros inconsistentes, lo cual es realizado por criterio de los encargados de tratamientos y vacunaciones del departamento de Salud Animal, sin seguir parámetros ni metodología preestablecidos que pueda ser replicada en caso de cambio de personal.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Errores de declaración en campos asociados a la cantidad de fármaco administrado puede generar errores en los análisis de uso de fármaco a nivel general, ya sea a nivel de ciclo productivo, especie, ACS, región y/o país.

    - **Recomendación:** En conjunto con la unidad encargada de tratamientos y vacunaciones definir y documentar la metodología estandariza de tratamiento de información para el manejo de errores o inconsistencia del registro, con los criterios de tratamiento de información, y evaluar qué problemas se podrían abordar para dar una solución definitiva y reducir la intervención de los encargados.

- **Vigencia fármacos:** La tabla de productos farmacéuticos del sistema SIFA, no cuenta con un campo que permita registrar si el producto está en uso o no (vigencia). Esto implica que no se puedan dar de baja productos que ya no se estén aplicando o no estén vigentes.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Desactualizaciones en la base de datos de fármacos vigentes puede generar la declaración de fármacos eliminados o prohibidos, lo que puede implicar conflictos en los análisis de uso de fármacos.

    - **Recomendación:** Se recomienda, además de agregar el campo de vigencia, agregar un campo que indique quién autorizó la modificación y la fecha de vigencia o no vigencia.

- **Problema en vista de tratamientos para más de 1 enfermedad:** La vista de registros de tratamientos muestra la información del tratamiento repetida en el caso que se declare más de una enfermedad asociada al mismo tratamiento, donde se genera una nueva fila de datos. Eso produce un sobredimensionamiento de la cantidad de tratamientos si no se tiene en cuenta que se presenta esta forma no adecuada de mostrar la información, que es compartida tanto a nivel interno de Sernapesca como investigadores.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** La inadecuada forma de mostrar los registros se presta para generar análisis errados, sobredimensionando los tratamientos.

    - **Recomendación:** Se propone implementar un mejoramiento de la vista de tratamientos que despliegue de forma adecuada los registros para análisis.

7.4.2. Brechas de información de mortalidades

El registro de la declaración de las mortalidades se realiza por medio del Sistema de Fiscalización de Acuicultura (SIFA) tanto para centros de cultivo en agua de mar como centros de agua dulce. La declaración se realiza con frecuencia semanal, y en el caso que dentro de una semana existan días de distintos meses, entonces se realizan dos declaraciones, donde cada una corresponde a los días de cada mes (semana A y semana B). El registro de las declaraciones de mortalidades se puede hacer por medio de una planilla Excel que se sube al sistema, o ingresándola en el sistema de forma manual vía web. En casos excepcionales se permite la declaración vía Excel que es enviada por mail al Sernapesca.

7.4.2.1. Problemas en la captura de Información

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 18. Esquema Brechas de información de mortalidades – Problemas en la captura de información

- **Desajustes de saldos no permiten declaración de mortalidad:** Si existen desajustes en los saldos de los centros, SIFA no permite la declaración de mortalidad. Estos desajustes generalmente se refieren a que el número máximo de individuos en la declaración del usuario no coincide a lo que el sistema SIFA tiene registrado en los saldos del centro. Cuando se produce este escenario, los titulares declaran vía mail, con el compromiso de regularizarla en el sistema. Mientras esta información no sea regularizada en el sistema, no estará disponible para el análisis (por ejemplo, para el cálculo de centros activos) o poder determinar si finalizó el ciclo productivo.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Desajustes en la cantidad de individuos por jaula o centro pueden generar errores en los cálculos posteriores tanto a nivel de mortalidades y uso de

fármacos, además que se presentan centros con periodos de tiempo en los que no se tiene información de declaración de mortalidad sistematizada, mientras no se realiza la regularización.
  - **Recomendación:** Se requiere realizar mejoramientos a SIFA que hagan más expedita la declaración de mortalidades y la gestión de saldos dentro del sistema, de manera que no se vea perjudicada la declaración de la mortalidad a tiempo para el análisis.

- **No hay posibilidad de registrar mortalidad diaria ante contingencias:** Ante contingencias se necesita el registro de mortalidad diaria, acción que no puede realizarse por el sistema SIFA. Los titulares envían vía mail a Sernapesca una planilla Excel con el registro diario de mortalidad. Esto genera un vacío de datos en los sistemas hasta que se regulariza.

  - **Impacto en los análisis de investigación:** El envío de las mortalidades mediante correo electrónico impide la posibilidad de tener acceso de información sistematizada como si lo permite SIFA y por ende los análisis no pueden automatizarse.

  - **Recomendación:** Crear un módulo que permita el registro de esta información y que se integre con SIFA. Es necesario que se analicen las validaciones que existen en otros módulos con respecto a la mortalidad semanal, y como se abordarán estas validaciones con la declaración de la mortalidad diaria.

- **Declaración de mortalidad "sin mortalidad en el periodo" no registra número de individuos:** Cuando un usuario declara una semana sin mortalidad en el periodo, el sistema marca la declaración como "sin mortalidad en el periodo" y no registra ningún otro dato, es decir, se pierde el número de individuos máximo, lo que significa que se pierde este dato en el caso que si hubiera peces en el agua y no hubiera habido mortalidad (este caso es de baja probabilidad, pero puede ocurrir). Además, se tiene la hipótesis que las declaraciones de mortalidades de "sin mortalidad en el periodo" no están incluidas en el consolidado de base de datos entregado por Sernapesca, y esto podría explicar algunos gaps de información en el consolidado de base de datos.

  - **Impacto en los análisis de investigación:** Dificultades para declarar la información real merma la capacidad de poder obtener datos fidedignos y dar explicación de los gaps de información.

  - **Recomendación:** Analizar si existe relación entre los gaps de información y las declaraciones de mortalidad registradas como "sin mortalidad en el periodo" realizadas en SIFA. Para esto se requiere una consulta de base de datos con las declaraciones que registran "sin mortalidad en el periodo". Además, este requerimiento va relacionado con el problema de que no existe un lugar donde el usuario pueda registrar la fecha de término de ciclo, por lo que se ve obligado a realizar la declaración de mortalidad como "sin mortalidad en el periodo" a pesar de que no tiene peces en el agua, por lo tanto, SIFA debiera permitir ingresar la fecha de término de ciclo, para no obligar a la declaración de mortalidades en ese escenario. Ahora, En caso de que el centro aún no haya

terminado su ciclo, el sistema debiera solicitar que registre el N° máximo de individuos por jaula, para así reducir los gaps de información asociados a este problema.

- **Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana:** Existen varios casos, especialmente que datan del periodo 2010 - 2014, donde para una semana y centro particular existe más de una declaración de mortalidad vigente. Esto se debe a que durante ese espacio de tiempo en SIFA existían problemas que permitían el registro de más de una declaración de mortalidad, como por ejemplo apretar varias veces el botón declarar, haciendo que la declaración se registrara en la base de datos más de una vez. Este y otros problemas ya fueron resueltos, por lo tanto, este escenario no se da para declaraciones más recientes.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Esta situación genera la obtención de valores de las variables de la declaración de mortalidad de esa semana duplicados o triplicados, lo que evidentemente entrega cifras equivocadas respecto a la mortalidad de dicho centro en esa semana, afectando también los resultados agrupados como, por ejemplo, a nivel de ACS.

    - **Recomendación:** se recomienda pesquisar todos estos casos en base de datos, y en conjunto con el encargado de módulo de mortalidades de SIFA, identificar qué declaraciones deben ser anuladas.

- **No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA:** A pesar de que incorporar una nueva causal de mortalidad en la planilla de declaración de mortalidad es sencillo, el problema está incorporación de la causal de mortalidad en la interfaz de declaración del módulo de mortalidades y en la estructura interna del sistema a nivel de aplicación y a nivel de base de datos. Actualmente si se requiere incorporar una nueva causal, lo que se hace actualmente es reemplazarla por otra que no se ocupe, y en el caso de querer eliminar una causal, esto no es posible hacerlo.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Como la estrategia de incorporación de una nueva causal de mortalidad es reemplazarla (sobre escribirla) por otra en el módulo de mortalidades del sistema SIFA, el encargado de módulo debe recordar la fecha en que se hizo el cambio para poder obtener las consultas de base de datos de forma correcta, ya que esto en el sistema no hay como registrarlo. Las actuales consultas de mortalidades disponibles en el Reporteador solo muestran las causales nuevas, por lo que, al consultar declaraciones anteriores a ese cambio, figuran con la mortalidad nueva y no con la antigua, como debiera corresponder.

    - **Recomendación:** Se recomienda actualizar las consultas de mortalidad en el Reporteador, con el fin de poder consultar la información histórica correctamente. Además, se recomienda realizar un levantamiento de los procesos de declaración en el módulo para evaluar la factibilidad de construcción de un mantenedor que permita editar las causales de mortalidad de forma más sencilla, y donde quede registradas las fechas en que se incorporan o sacan causales de mortalidad.

7.4.2.2 Errores en la declaración

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 19. Esquema Brechas de información de mortalidades – Errores en la declaración

- **Campos sin validación en la declaración:** Existen registros con información inconsistente o errónea que no son validados, como sucede en los campos de *N° de individuos máximo semanal*, *densidad, peso promedio por jaula* y *etapa productiva*, *y especie,* lo que implica que el usuario no tiene posibilidad de darse cuenta de que cometió un error al momento de declarar, reduciendo la posibilidad de corrección inmediata o que incluso este valor nunca sea corregido en SIFA.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** Errores de declaración en los campos de número de individuos, peso promedio y densidad pueden generar errores posteriores en análisis de porcentaje de mortalidades, magnitud de cosecha y uso de fármacos.

    - **Recomendación:** Se necesitan incluir validaciones de entrada en el procesamiento de la declaración mortalidad. Estas validaciones revisarán si los datos entregados por el usuario están dentro del rango válido de actuación. Además, para registros con datos sospechosos, se generará una alerta para que sean revisados por un funcionario. Para eso se recomienda crear rangos de validación, recomendados y absolutos para las variables de N° de individuos semanal por jaula, densidad y peso promedio por balsa jaula y etapa productiva. Se entiende por rango recomendado al rango de valores en los que usualmente se mueve la variable, y el caso que el valor se encuentre fuera de rango deberá ser marcada como alerta y ser revisada posteriormente por Sernapesca, y en el caso del rango absoluto, corresponde al rango de valores posibles en los que se puede mover una variable, y si el valor se encuentra fuera de ese rango se considera que el dato es erróneo. Adicionalmente, validar que la especie declarada sea consistente en el ciclo productivo.

- **Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades pese a que el centro terminó su ciclo:** Los centros una vez que cosechan y se les realiza ajuste por término productivo en el sistema SIFA, a pesar de que el centro se encuentra sin peces, el sistema obliga a la declaración de mortalidad del centro como "Sin mortalidad en el periodo", lo cual resulta innecesario y no debería ser obligatorio. Por lo tanto, cuando se termina el ciclo del centro, el sistema no debería

obligar que el usuario declare mortalidades. Es importante de alguna manera registrar la fecha de término del ciclo productivo.

- **Impacto en los análisis de investigación:** Los ajustes de individuos son difícilmente evaluables a nivel de SIFA, lo que merma la capacidad de analizar la cantidad real de peces sembrados. La declaración de periodo sin mortalidad es innecesaria y puede incurrir en la declaración de datos repetidos o erróneos. En tanto, contar con la fecha de inicio y término de ciclo productivo es fundamental para poder realizar análisis sistemáticos a nivel de ciclo.

- **Recomendación:** Implementar un identificador de inicio y término de ciclo productivo y bajo qué restricciones funcionaría.

7.4.2.3. Problemas Transversales

El siguiente esquema resume las brechas identificadas, y luego se realiza su descripción.

Figura 20. Esquema Brechas de información de mortalidades – Problemas en la captura de información

- **Difícil acceso a la información:** Los datos están a nivel de jaula y a veces son difíciles de procesar y analizar. Al descargar información de la herramienta Reporteador se generan Excel muy grandes y pesados, difíciles de manejar y consolidar, ya que para cada centro se muestra la mortalidad desglosada por semana y jaula. No existe ninguna herramienta que te permita bajar los datos consolidados por centro o de manera mensual, por ejemplo.

  - **Impacto en los análisis de investigación:** Analizar los datos según distintas unidades de estudio enriquece la capacidad analítica. Sin embargo, sin herramientas adecuadas para analizar los datos disgregados se dificulta enormemente el manejo de datos para obtener bases de datos consolidados según jerarquías superiores

  - **Recomendación:** Se requiere una modificación en sistema SIFA o en Reporteador o generar otro sistema informático que dé mayores y mejores alternativas a la hora de descargar la información de mortalidad y la generación de nuevas consultas, con diferentes temporalidades y unidades territoriales. El diseño del sistema debe considerar los requerimientos más frecuentes tanto de Sernapesca como investigadores o usuarios externos.

- **Desfase de la información:** Existe un desfase de información de una a dos semanas, lo que dificulta la alerta inmediata de alguna situación de riesgo.

    - **Impacto en los análisis de investigación:** La declaración desfasada impide en análisis en tiempo real de eventos sanitarios o productivos de importancia nacional.

    - **Recomendación:** En el caso de los centros que requieran monitoreo de la mortalidad diaria por mortalidad superior a 15 ton., se propone habilitar un módulo que permitirá la declaración diaria y de esta forma hacerle seguimiento sin necesidad de esperar la declaración semanal. En el caso que el desfase sea generado por problemas de saldos en el sistema, se requiere una modificación en SIFA que permita la declaración de mortalidad en casos excepcionales.

7.4.3. Resumen brechas de uso de fármacos y mortalidades

Los siguientes esquemas resumen las brechas de información levantadas, el impacto en los análisis de investigación y la propuesta o recomendación para acortar las brechas.

Figura 21. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos - Problema captura de información

Figura 22. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos – Errores de declaración

Figura 23. Esquema Resumen brechas de uso de fármacos – Problemas transversales

Figura 24. Esquema Resumen brechas de mortalidades - Problema captura de información

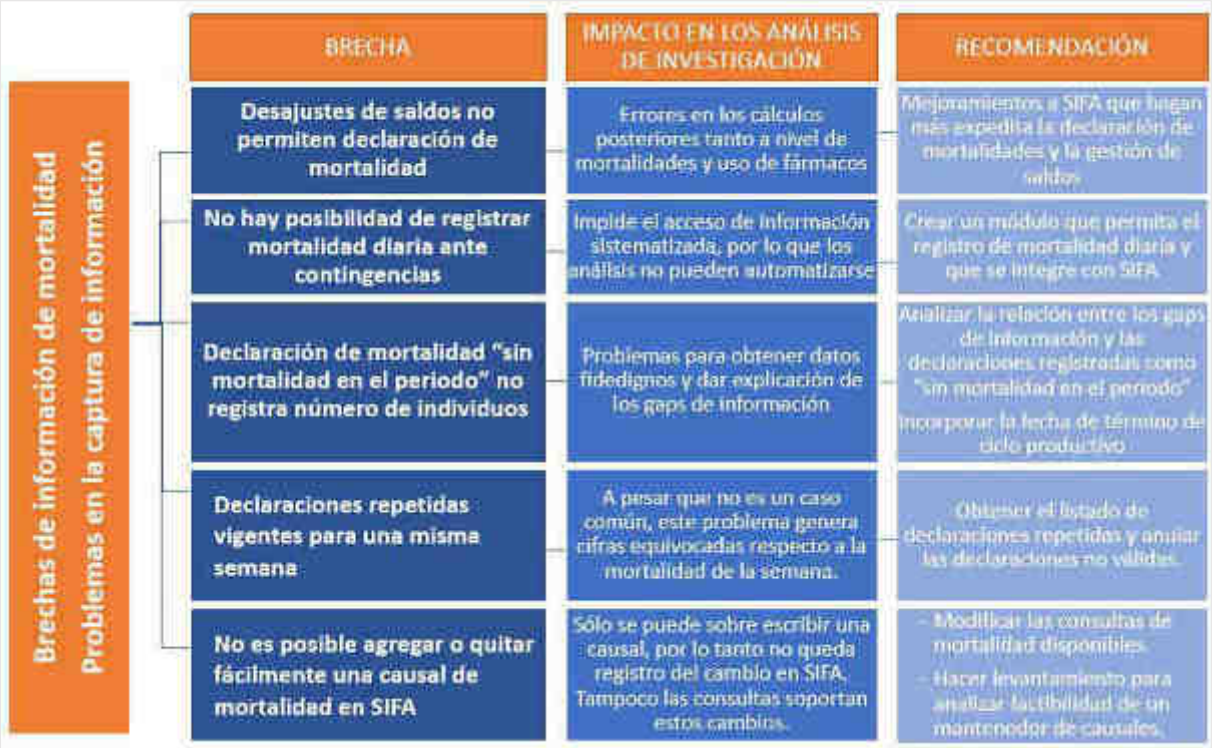


Figura 25.Esquema Resumen brechas de mortalidades - Errores de declaración

Figura 26. Esquema Resumen brechas de mortalidades - Problemas transversales

7.4.4. Resultados Priorización de Brechas

Se realizo un ejercicio práctico con los profesionales asistentes al taller de transferencia tecnológica, el objetivo de esta actividad es priorizar las brechas encontradas en este proyecto.

Con el objetivo de analizar las brechas levantadas identificando temáticas que deben ser priorizadas, se realizó una actividad practica con los asistentes al taller en donde se expusieron las brechas identificadas tanto para mortalidades como para el uso de fármacos, a través del programa *Turningpoint* en el cual los asistentes pueden botar según lo que le plantemos. Para este ejercicio se contempló el uso de tecleras electrónicas que permitieron la votación en forma independiente y anónima.

A cada brecha se le hicieron dos preguntas:

1.- ¿Qué nivel de importancia tiene la brecha?

Las alternativas para elegir son:

- Alto: nivel de importancia elevado
- Medio: nivel de importancia media
- Bajo: nivel de importancia baja

2.- ¿Que tan luego debe se debe tomar acción?

- Corto (menor a dos años)
- Medio (entre 2 y 4 años)
- Alto (sobre 4 años)

7.4.5. Priorización de brechas para el uso de fármacos

Para los asistentes el orden de priorización para el uso de fármacos es el siguiente:

Tabla 127. Priorización de brechas de uso de fármacos.

Declaración de fármacos	1	Campos sin validación
	2	Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo
	3	Registro de cantidad de fármaco fuera de rango
	4	Registro de duración de tratamientos fuera de rango
	5	Vigencia fármacos
	6	Declaran enfermedades no tratables
	7	Problema en vista de tratamientos para más de una enfermedad
	8	Validación no estandarizada
	9	No existe un listado consolidado de dosis
	10	Listado de fármacos mezcla fármacos y productos comerciales
	11	Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos)

Los resultados inmediatos indican que no hay ninguna brecha que este en un nivel medio a bajo de priorización, por lo que esta actividad sugiere que hay una gran cantidad de brechas en las cuales se deben trabajar para mejorar el sistema de fiscalización

7.4.6. Priorización de brechas de declaración de mortalidad

Para los asistentes el orden de priorización en una escala de alto – medio – bajo de las declaraciones de mortalidad en el módulo SIFA es la siguiente:

Tabla 128. Priorización brechas de declaración de mortalidades.

[redacted]	1	Desfase de la información
	2	Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades
	3	No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA
	4	Campos sin validación en la declaración
	5	Desajustes de saldos no permiten declaración de mortalidad
	6	Declaración de mortalidad "sin mortalidad en el periodo" no registra número de individuos
	7	No hay posibilidad de registrar mortalidad diaria ante contingencias
	8	Difícil acceso a la información
	9	Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana

Este resultado es similar al anterior siendo las 7 primeras brechas propuestas con un nivel medio alto de priorización y la brecha número ocho "declaraciones repetidas vigentes para una misma semana" queda en un nivel bajo considerando por los asistentes. El detalle de los resultados y metodologías se ve con mayor detalle en el capítulo de taller de transferencia tecnológica.

7.5. Objetivo N°5: Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo

El objetivo N°5 plantea generar una propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo. Los productos esperados consideran la implementación de las mejoras en la planilla de tratamientos y bases de datos y una propuesta de mejoras para la captura de información de tratamientos para mediano y largo plazo. Para ello, se realizarán las siguientes actividades: Identificar y definir contenidos de la planilla de tratamientos que deben ser mejorados implementando validadores. Esto se realizara en conjunto con los encargados del módulo de tratamientos del Sernapesca y expertos en el uso de información de antimicrobianos a través de talleres internos; Priorización de los mejoramientos detectados y evaluación de la factibilidad de implementación; diseño conceptual que contenga las mejoras priorizadas y factibles de implementar en el corto plazo, tanto a nivel de la planilla de tratamientos como en las bases de datos; implementación de las mejoras en la planilla de tratamientos y bases de datos, y por último, generar una propuesta de mejoras para la captura de información de tratamientos para mediano y largo plazo.

La propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA se basa en el levantamiento de brechas del objetivo anteriormente presentado.

7.5.1. Implementación de mejoras en la planilla de tratamiento del módulo de tratamiento de SIFA para centros de cultivo a través de la implementación de validadores.

7.5.1.1. Diseño de validadores

El diseño de los validadores se realizó en torno al análisis de las brechas en el módulo de tratamientos de SIFA, las cuales dieron las directrices para realizar una matriz con nueva información. Esta información se agregó a la planilla de tratamientos, la cual corresponde a la vía de administración del fármaco, dosis de tratamiento recomendada, duración del tratamiento recomendado y el periodo de carencia recomendado, lo que se describe a continuación:

- **Vía de administración:** Medio por el cual se administra el tratamiento.
- **Duración del tratamiento:** Periodo el cual el tratamiento es administrado a una jaula o centro de cultivo según la información que entregue el operador.
- **Dosis recomendada:** Es la dosis que recomienda el laboratorio farmacéutico para salmónidos.
- **Periodo de carencia:** Es la duración en unidades térmicas acumuladas (UTA) recomendado para la eliminación total del fármaco en los peces tratados.

Se buscaron todos los fármacos según su nombre comercial, laboratorio o registro SAG y se consolido en la planilla de tratamientos con la información y términos técnicos reportados por el fabricante, como la

recomendada para su uso en salmonídeos de cultivo, la cual fue utilizada en la propuesta de tratamiento validada.

La planilla Excel de tratamientos publicada por Sernapesca actualmente para la declaración de tratamientos, se puede revisar en el *Anexo Digital N°7 Planilla Tratamiento original.xlsx*

7.5.1.2 Propuesta de planilla de tratamiento validada

Dentro del análisis de la información del módulo de Tratamientos y Vacunaciones de SIFA, las principales brechas observadas en este módulo tienen que ver con la calidad de los datos registrados por las empresas en las declaraciones mensuales. Muchos de estos problemas obedecen a errores no manejados por el sistema, por lo que estos quedan registrados sin ser corregidos.

Con el propósito de conseguir disminuir la cantidad de errores en el proceso de declaración mensual de tratamientos, se propone incluir algunas validaciones, en primera instancia dentro de la plantilla Excel de tratamientos y vacunaciones empleada para la declaración de esta información en SIFA, y en una segunda etapa, aprovechando el feedback entregado por la implementación de los validadores en la planilla de tratamientos, realizar la implementación de estos validadores dentro de la lógica de la aplicación SIFA.

Es por esto que se implementaron validadores de algunos campos de la declaración de tratamientos, con el fin que aquellos usuarios que escriben la información en la planilla, reciban un mensaje de alerta en caso de un valor que escapa de los recomendados. Se sugiere que antes de usar la planilla, se realicen las pruebas necesarias en la plataforma para verificar que la planilla se carga correctamente. La planilla Excel mejorada se encuentra disponible en el *Anexo Digital N° 6 Planilla Tratamientos validada.xlsx*

7.5.1.2.1. Campos para validar en planilla de tratamientos y vacunaciones de SIFA

Dentro de la planilla de declaración de tratamientos y vacunaciones, se implementó la validación de los siguientes campos, explicados en las Tablas 131, 132, 133 y 134:

Tabla 129. Validación columna "vía de administración" de la planilla de declaración de tratamientos.

Campo	***Vía de administración***
Columna	*M*
Descripción	*Permite la selección de la vía de administración.*
Problema	*A pesar de que al seleccionar el producto farmacéutico se indica la vía de administración, el usuario puede seleccionar desde un listado cualquier vía de administración distinta a la especificada.*
Validación	*Al seleccionar el producto, el campo solo permite seleccionar la vía de administración definida para el producto farmacéutico seleccionado.*
Excepciones	*Ninguna.*

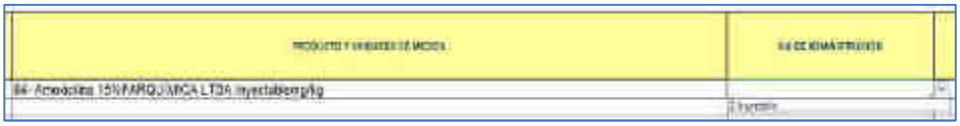


Tabla 130. Validación de la columna "dosis" en la planilla de declaración de tratamientos.

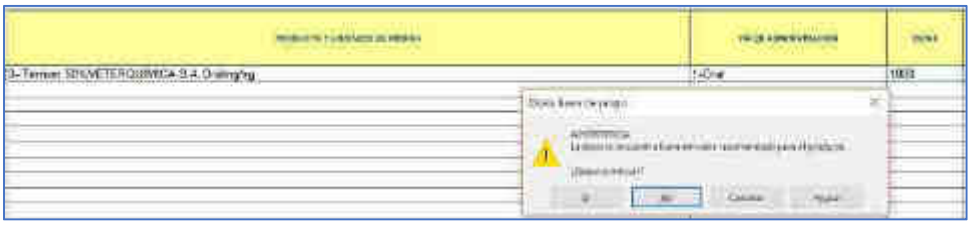
Campo	**Dosis**
Columna	N
Descripción	Permite el registro de la dosis
Problema	El campo es de ingreso de texto libre, por lo tanto, el usuario puede registrar cualquier valor, sin contar con ningún tipo de validación.
Validación	El usuario al ingresar un valor a ese campo se compara con la dosis recomendada para el producto. Si el valor ingresado no corresponde a la dosis recomendada del producto, o no se encuentra en el intervalo según corresponda, entonces el sistema envía un mensaje de advertencia señalando el problema. Este mensaje de ninguna manera impedirá el ingreso de información fuera de la recomendación, solo funciona como un aviso.
Excepciones	Productos extra-etiqueta son excluidos de la validación.
	

Tabla 131. Validación de días de tratamiento en la planilla de declaración de tratamientos.

Campo	***Fecha de inicio y fecha de fin de tratamiento***
Columna	*R, S*
Descripción	*Permite el registro de la fecha de inicio y fin de tratamiento en formato DD-M-AAAA.*
Problema	*Estos campos son utilizados para calcular los días de duración de tratamiento. Al no existir una validación asociada a la duración, se puede registrar tratamiento con días de tratamientos mucho mayores a los recomendados para el producto farmacéutico seleccionado.*
Validación	*El usuario al ingresar la fecha de fin de tratamiento, el sistema calcula los días de tratamiento en base a la fecha de inicio. La cantidad de días resultante lo compara con los días de tratamiento recomendados para el producto farmacéutico, y si no está dentro de los días de tratamiento recomendado, se despliega un mensaje de advertencia.*
Excepciones	*Productos extra-etiqueta son excluidos de la validación.*

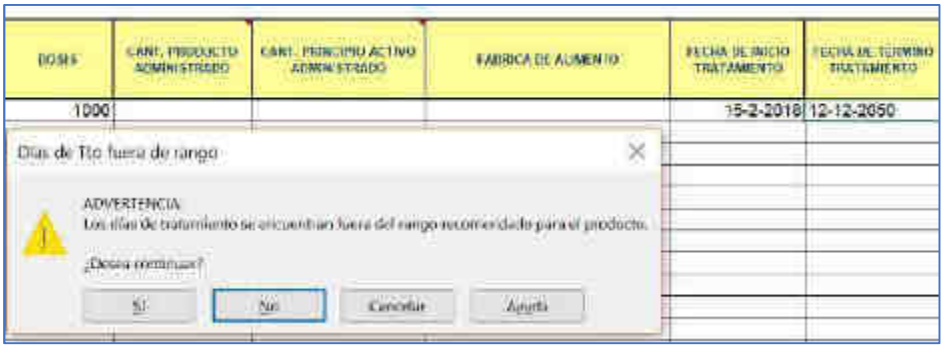
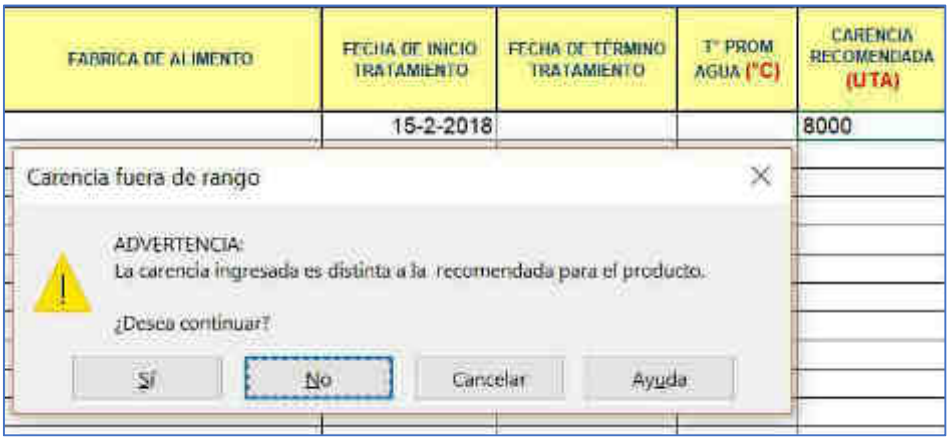


Tabla 132. Validación columna "carencia recomendada (UTA)" en la planilla de declaración de tratamientos.

Campo	***Carencia recomendada (UTA)***
Columna	*U*
Descripción	*Permite el ingreso de la carencia recomendada para el producto farmacéutico*
Problema	*Es un campo de ingreso libre, por lo que no tiene ningún tipo de validación.*
Validación	*El usuario al ingresar una carencia, el sistema verifica si es igual a la carencia recomendada o si está dentro del intervalo recomendado, según sea el caso. En el caso que no cumpla, se despliega un mensaje de advertencia.*
Excepciones	*Productos extra-etiqueta son excluidos de la validación.*



7.5.2. Propuesta de mejoras para captura de información mediano – largo plazo.

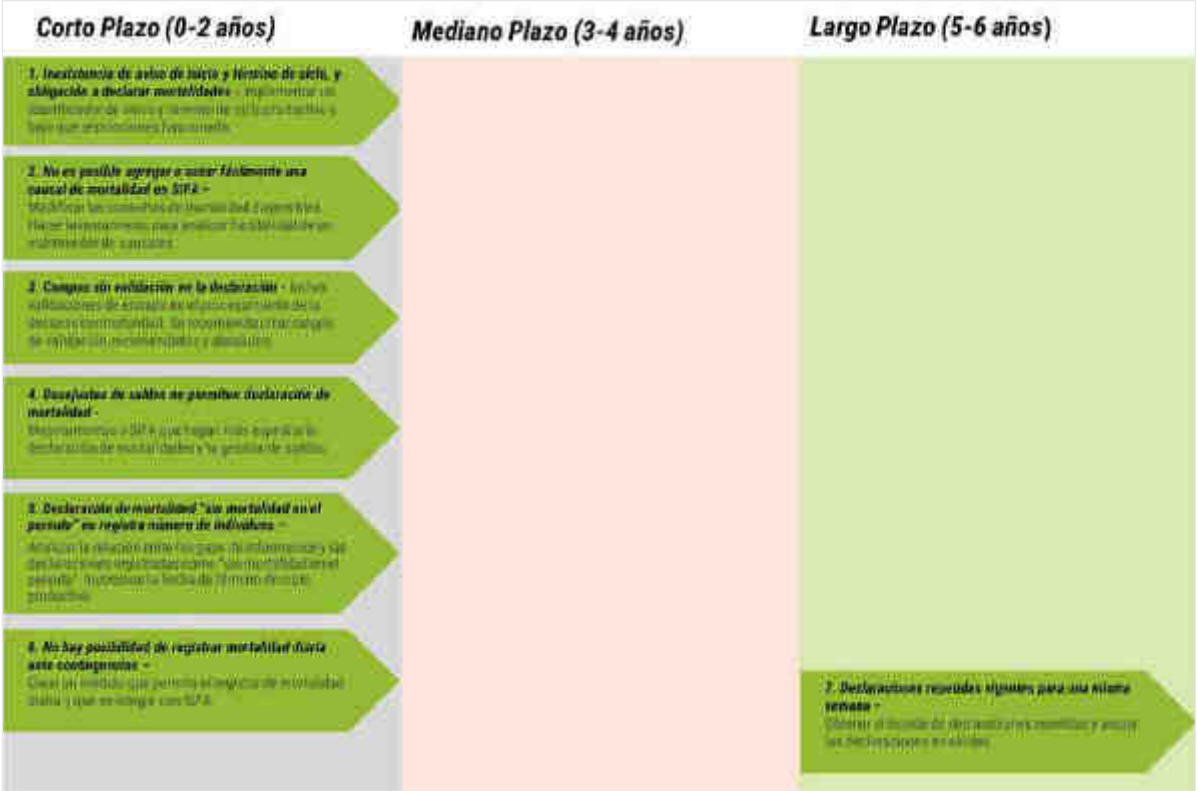
La propuesta de mejoras con horizonte temporal se basa en los resultados obtenidos de la priorización de brechas del *Objetivo 4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, donde fue posible identificar el horizonte temporal de implementación de las brechas de captura de información.*

La mayoría de las brechas se relacionan con la plataforma SIFA, que es el sistema que centraliza prácticamente toda la información que los centros de cultivo deben informar a Sernapesca, y que fue la fuente de origen de la información utilizada para realizar los análisis de este estudio. Este sistema, que partió con un plan piloto en 2010, ha pasado por una serie de cambios, que abarcan desde modificaciones a la normativa, mejoras, y soluciones a incidentes que han aparecido durante el tiempo que lleva operando, y que, de no ser resueltos, no sería posible que los centros pudieran realizar sus declaraciones en esta plataforma. Sin embargo, en este estudio ha permitido identificar problemas que a pesar de que no inhabilitan a los usuarios a usar la plataforma, si generan problemas en la etapa que sigue a la recopilación de la información, que es el poder realizar análisis con datos oportunos, correctos y completos, que contribuyan en la toma de decisiones en el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, por lo que la implementación de las soluciones propuestas son de tremenda relevancia para el quehacer la institución.

Los siguientes esquemas permiten visualizar la hoja de ruta de las propuestas de mejora para la captura de información tanto en los módulos de SIFA de declaración de tratamientos como de mortalidades. Cada brecha se muestra en orden de prioridad junto con su respectiva propuesta de mejora que se describió en el capítulo del objetivo 4. Claramente la priorización dada por Sernapesca muestra que la implementación de las soluciones de las brechas de captura de información debe ser en el corto plazo, es decir, que no supere los 2 años. Esto demuestra el sentido de urgencia que tiene esta temática ya que impacta distintas esferas desde fiscalización hasta investigación, sin embargo, cada brecha es compleja de solucionar y requiere recursos económicos importantes para poder intervenir SIFA.

Figura 27. Hoja de ruta de mejoramiento captura de información de tratamientos

Figura 28. Hoja de ruta de mejoramiento captura de información de mortalidades



7.6. Objetivo N° 6: Transferencia tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

El objetivo N°6 plantea la realización de la transferencia tecnológica de los resultados y productos a Sernapesca. Los productos esperados consideran la base de datos consolidada, y un taller de transferencia tecnológica donde se presenten los desarrollos y productos del proyecto a Sernapesca. Para ello, se realizarán las siguientes actividades: Realización de un taller de transferencia tecnológica donde se presenten los desarrollos y productos del proyecto a Sernapesca.

7.6.1. Reporte del Taller de Transferencia

Dentro del proyecto se realiza un Taller de Transferencia Tecnológica que convocó a los equipos técnicos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, que se desarrolló el 18 de abril en las instalaciones de la Dirección Nacional de Sernapesca (Valparaíso), con el propósito de presentar los desarrollos y productos del proyecto al Servicio. La actividad se llevó a cabo durante la jornada de la mañana, donde se presentaron los resultados del proyecto.

En la Tabla 133 está la lista de asistentes para este taller, en la Figura 29 se encuentra el programa de la actividad, y la presentación Power Point se puede encontrar en el *Anexo Digital N°5 PPT Taller de transferencia*, adjunto a este informe. Adicionalmente la lista de asistentes firmada por éstos se encuentra disponible en el *Anexo Digital N° 8 lista taller1.jpg* y *Anexo Digital N° 9 lista taller2.jpg*

Tabla 133. Lista de asistentes al Taller de transferencia tecnológica, proyecto FIE ID1697-226-IN17.

N°	RUT	Nombre	Institución	Cargo	E-mail
1	15.252.649-9	Karen Montecinos	Sernapesca	Médico veterinario	kmontecinos@sernapesca.cl
2	13.454.124-5	Marcela Lara	Sernapesca	Departamento de Salud Animal	mlara@sernapesca.cl
3	--	Soraya Diaz	Sernapesca	Proyecto FIE	sdiaz@externo.sernapesca.cl
4	9.100.859-9	Fabian Avilés	Sernapesca	Director Proyecto FIE	faviles@sernapesca.cl
5	--	Daniel Rubio	Epivet	Asistente Investigación	daniel.rubio@epivet.cl
6	14.596.828-3	Fernando Mardones	Epivet	Director	fernando.mardones@epivet.cl
7	--	Joaquín Escobar	Epivet	Asistente Investigación	joaquin.escobar@epivet.cl
8	25.701.741-4	Manuel Lepe	Epivet	Asistente Investigación	malepelopez@gmail.com
9	17.086.352-6	Natalia Zimin	Epivet	Asistente Investigación	natalia.zimin@epivet.cl
10	15.342.164-1	Valentina Vera	Universidad de Chile	Directora Programa Cluster y Territorio	vvera@dii.uchile.cl
11	16.652.832-1	Catalina Araya	Universidad de Chile	Coordinadora Programa Cluster y Territorio	cataraya@dii.uchile.cl
12	15.560.953-2	Eileen Malo	Universidad de Chile	Ingeniero desarrollo Programa Cluster y Territorio	eileenmalo@dii.uchile.cl

N°	RUT	Nombre	Institución	Cargo	E-mail
13	13.166.992-5	Carolina Asencio	Epivet	Gerente Proyectos/Administración	carolina.asencio@epivet.cl
14	10.813.453-4	Constanza Vázquez	Sernapesca	Profesional DSA	mcvazquez@sernapesca.cl
15	13.768.869-7	Constanza Silva	Sernapesca	Jefa DGPFA(S)	cmsilva@sernapesca.cl
16	7.462.796-k	Cecilia Silva	Sernapesca	Profesional	csilva@sernapesca.cl
17	15.833.554-9	Carla Anguita	Sernapesca	Profesional DSA	canguita@sernapesca.cl
18	13.722.802-5	Anita Espinosa	Sernapesca	Profesional DSA	aespinosa@sernapesca.cl
19	14.208.110-5	Álvaro Gaete	Sernapesca	Médico Veterinario	agaete@sernapesca.cl
20	14.059.629-9	Eleazar Flores	Sernapesca	Médico Veterinario	eflores@sernapesca.cl
21	12.017.386-3	José Pablo Irribarra	Sernapesca	Profesional	jirribarra@sernapesca.cl
22	13.302.773-4	Gonzalo Rojas	Sernapesca	Profesional DSA	grojas@sernapesca.cl

Figura 29. Programa Taller de transferencia tecnológica, proyecto FIE ID1697-226-IN17

EPIVET

Taller de Transferencia Tecnológica

Proyecto FIE "Definición de los indicadores para la gestión sanitaria integrada en el cultivo de salmónidos y estandarización y normalización del reporte del uso de fármacos y mortalidades

Agenda

Relator	Tema	Tópico	Hora
Bienvenida y acreditación			8:30
Fernando Mardones	Introducción de indicadores para la gestión sanitaria		9:00 – 9:30
Joaquín Escobar y Daniel Rubio	Descripción de análisis de mortalidades	Ciclo productivo	9:30 – 11:00
Valentina Vera y Catalina Araya		ACS	
Fernando Mardones		Alertas de riesgo: Mortalidad acumulada, curva epidémica y temas a diseño	
Coffee Break			11:00 – 11:30
Natalia Zimin	Estandarización y normalización del uso de fármacos	Descripción tratamientos	11:30 – 12:30
Joaquín Escobar		Antibióticos	
Manuel Lepe		Antiparasitarios	
Eileen Malo y Natalia Zimin	Priorización de brechas	Ejercicio práctico	12:30 – 13:00
Eileen Malo	Agua Dulce	Tendencias de agua dulce	13:00 – 13:30
Fernando Mardones y Valentina Vera	Comentarios finales	Recomendaciones y comentarios finales	13:30 – 14:00

FIE

7.6.2. Actividad práctica para evaluación de Brechas

7.6.2.1. Metodología

Con el objetivo de analizar las brechas levantadas identificando temáticas que deben ser priorizadas, se realizó una actividad práctica con los asistentes al taller, en donde se expusieron las brechas identificadas tanto para mortalidades como para el uso de fármacos, a través del programa *Turningpoint* en el cual los asistentes pueden votar en línea según la consulta que se les plantee. Para este ejercicio se contempló el uso de tecleras electrónicas que permitieron la votación en forma independiente y anónima. Los temas y votación realizada en el taller se encuentra descrita en el *Anexo Digital N° 10 Actividad Taller.pdf*

Escala de evaluación

Para la evaluación de cada brecha, se consideraron dos indicadores que se consideraron importantes para la posterior priorización de estas brechas, que son el nivel de importancia y tiempo de implantación de ésta, por lo que, por luego de presentar la brecha en evaluación, se hicieron las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué nivel de importancia tiene la brecha?

Las alternativas para elegir son:

- **Alta** (color rojo): nivel de importancia elevado
- **Medio** (color amarillo): nivel de importante media
- **Bajo** (color verde): nivel de importancia baja

2.- ¿Qué tan pronto se debe tomar acción frente a la brecha?

Las alternativas para elegir son:

- **Corto** (color rojo): la implementación de la brecha debe ser en menos de dos años.
- **Mediano** (color amarillo): la implementación de la brecha está entre dos y cuatro años.
- **Largo** (color verde): la implementación de la brecha supera los 4 años.

Tabla 134. Brechas sometidas a evaluación en la actividad práctica realizada en el Taller de transferencia tecnológica.

	Brecha expuesta
Declaración de mortalidad	Desfase de la información
	Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades
	Campos sin validación en la declaración
	Desajustes de saldos no permiten declaración de mortalidad
	Declaración de mortalidad "sin mortalidad en el periodo" no registra número de individuos
	No hay posibilidad de registrar mortalidad diaria ante contingencias
	No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA
	Difícil acceso a la información
	Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana
Declaración de fármacos	Campos sin validación
	Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo
	Registro de cantidad de fármaco fuera de rango
	Registro de duración de tratamientos fuera de rango
	Vigencia fármacos
	Declaran enfermedades no tratables
	Problema en vista de tratamientos para más de una enfermedad
	Validación no estandarizada
	No existe un listado consolidado de dosis
	Listado de fármacos mezcla fármacos y productos comerciales
	Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos)

7.6.3. Resultados de la priorización de brechas

En la siguiente tabla se pueden observar un resumen de las brechas expuestas en la actividad de priorización por cada ejercicio.

Tabla 135. Brechas declaración de mortalidades y uso de fármacos.

Ámbito	Brecha expuesta
Declaración de mortalidad	Desfase de la información
	Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades
	Campos sin validación en la declaración
	Desajustes de saldos no permiten declaración de mortalidad
	Declaración de mortalidad "sin mortalidad en el periodo" no registra número de individuos
	No hay posibilidad de registrar mortalidad diaria ante contingencias
	Difícil acceso a la información
	Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana
	No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA
Declaración de fármacos	Campos sin validación
	Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo
	Registro de cantidad de fármaco fuera de rango
	Registro de duración de tratamientos fuera de rango
	Vigencia fármacos
	Declaran enfermedades no tratables
	Problema en vista de tratamientos para más de una enfermedad
	Validación no estandarizada
	No existe un listado consolidado de dosis
	Listado de fármacos mezcla fármacos y productos comerciales
	Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos)

7.6.3.1. Resultados brechas Mortalidades

Se elaboró una gráfica de cuadrantes que dividen los cuadrantes según el nivel de priorización y factibilidad de cada brecha. Como se mencionó anteriormente, el nivel de priorización para brechas de mortalidad corresponde a una escala de 1 (baja importancia), 2 (mediana importancia) y 3 (alta importancia). En forma similar, la escala del nivel de necesidad factible de implementación tiene una escala de 1 (factible y necesaria de implementar en menos de 2 años) a 2 (factible y necesaria de implementar entre 2 y 4 años) y 3 (mayor a 4 años). Dado que el objetivo de esta actividad la cual es identificar implementaciones en el corto plazo (menor a 2 años) y que tengan un alto y/o mediano

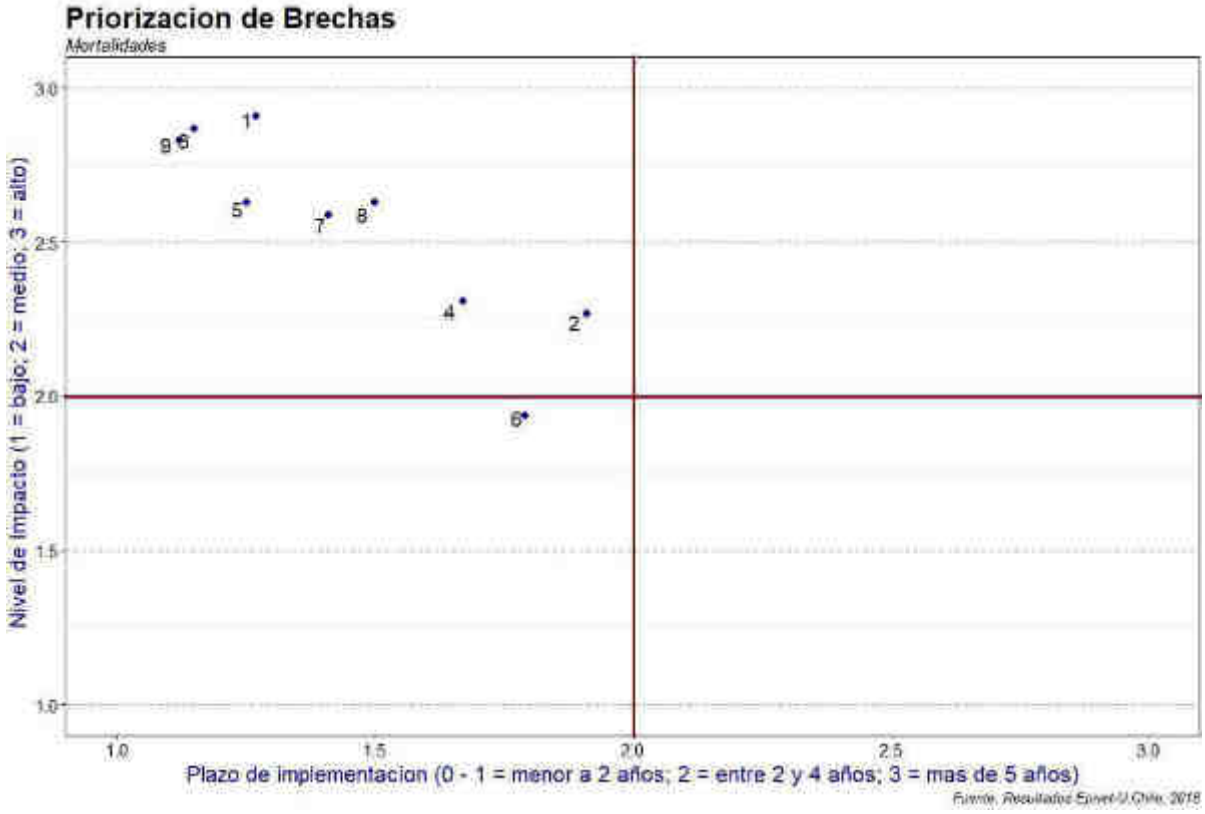
Tabla 136. Brechas mortalidades

N	Brecha
1	Desfase de la información
2	Difícil acceso a la información
3	Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades
4	No hay posibilidad de registrar mortalidad diaria ante contingencias
5	Campos sin validación en la declaración
6	Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana
7	Declaración de mortalidad "sin mortalidad en el periodo" no registra número de individuos
8	Desajustes de saldos no permiten declaración de mortalidad
9	No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA

Cuadrante superior izquierdo: Se identificaron 7 medidas que tendrían mayor impacto y factibilidad de implementación en un período menor a 2 años. La brecha que mayor importancia y con la necesidad de implementarla en un corto plazo es la brecha (3) "Inexistencia de aviso de inicio y término de ciclo, y obligación a declarar mortalidades", (9) No es posible agregar o sacar fácilmente una causal de mortalidad en SIFA, concordando con los comentarios emitidos durante la sesión de trabajo.

Cuadrante superior derecho: No se identificaron implementaciones en esta región.
Cuadrante inferior derecho: No se identificaron implementaciones en esta región.
Cuadrante inferior izquierdo: Solo se identifica una brecha (6) "Declaraciones repetidas vigentes para una misma semana"

Gráfico 316. Gráfico de cuadrantes para 9 implementaciones y su relación con la necesidad factible de implementación en plazos y el nivel de impacto en la reducción de brechas en mortalidades en SIFA



7.6.3.2 Resultados brechas Uso de fármacos

Se elaboró una gráfica de cuadrantes que dividen los cuadrantes según el nivel de priorización y factibilidad de cada brecha en relación con el uso de fármacos. Como se mencionó anteriormente, el nivel de priorización de brechas para uso de fármacos corresponde a una escala de 1 (baja importancia), 2 (mediana importancia) y 3 (alta importancia). En forma similar, la escala del nivel de necesidad factible de implementación tiene una escala de 1 (factible y necesaria de implementar en menos de 2 años) a 2 (factible y necesaria de implementar entre 2 y 4 años) y 3 (mayor a 4 años). Dado que el objetivo de esta actividad la cual es identificar implementaciones en el corto plazo (menor a 2 años) y que tengan un alto y/o mediano

Cuadrante superior izquierdo: Adicionalmente a las cuatro medidas antes mencionadas, se identificaron 11 medidas que tendrían mayor prioridad y factibilidad de implementación en un corto plazo menor a dos años.

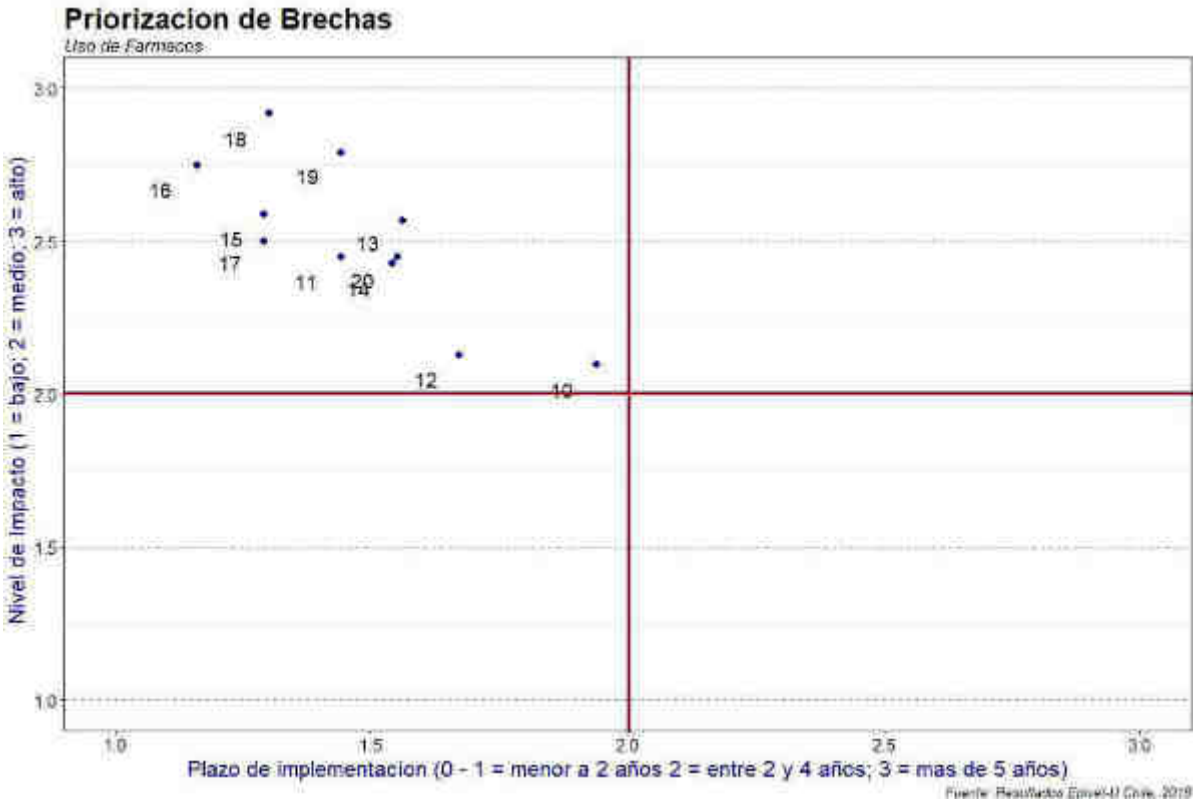
Tabla 137. Brechas uso de fármacos

N°	Brecha
10	Problema en vista de tratamientos para más de una enfermedad
11	Listado de fármacos mezcla fármacos y productos comerciales
12	Vigencia fármacos
13	No existe un listado consolidado de dosis
14	Registro de duración de tratamientos fuera de rango
15	Registro de cantidad de fármaco fuera de rango
16	Declaran enfermedades no tratables
17	Campos sin validación
18	Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo
19	Validación no estandarizada
20	Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos)

Sin embargo, la brecha (20) "Uso de fármacos que son para otras especies (no salmónidos)" y (12)" Vigencia de fármacos" de una enfermedad no son tan prioritarias en comparación a (18) "Declaración de todas las unidades de cultivo de un centro dentro de un solo campo", (16) "Declaran enfermedades no tratables" y (19) "Validación no estandarizada" fuera de rango como se demuestra en el cuadrante superior izquierdo. Este resultado tiene gran concordancia con los comentarios que hicieron durante la jornada, evidenciando la necesidad de seguir mejorando el sistema de fiscalización.

Cuadrante superior derecho: No se identificaron implementaciones en esta región.
Cuadrante inferior derecho: No se identificaron implementaciones en esta región.
Cuadrante inferior izquierdo: No se identificaron implementaciones en esta región.

Gráfico 317. Gráfico de cuadrantes para 11 brechas y su relación con la necesidad factible de implementación en plazos y el nivel de impacto en la reducción de brechas en mortalidades en SIFA



7.7. Bases de datos consolidadas

El presente estudio se realizó en base a las siguientes bases de datos en formato Excel, que se encuentran disponibles en la carpeta Anexos Digitales\ Anexo Digital N°3 BBDDs Consolidada. Las bases de datos son las siguientes:

1. *Anexo Digital N°11 BD Ciclos Productivos Definitivos.xlsx*: base de datos de ciclos productivos de centros de engorda. Incluye hoja con ciclos productivos y otra hoja con las semanas productivas que componen cada ciclo.
2. *Anexo Digital N°12 BD Agua Dulce.xlsx:* base de datos de declaraciones de mortalidad de agua dulce. Considera solamente especies salar, coho y trucha arcoíris y etapas alevín y smolt.
3. *Anexo Digital N°13 Tratamientos por ciclo.xlsx*: base de datos de tratamiento de antimicrobianos por ciclo para centros de engorda.
4. *Anexo Digital N°14 Tratamientos antiparasitarios.xlsx*: base de datos de tratamiento de antiparasitarios para centros de engorda.

VIII. Conclusiones y recomendaciones

A modo de recapitulación, a continuación, se presenta la consolidación de las conclusiones y recomendaciones realizadas en cada uno de los capítulos relacionados con cada uno de los objetivos planteados en el presente estudio.

8.1. Objetivo N°1: Determinación de indicadores históricos de consumo de antimicrobianos y antiparasitarios en centros de engorda.

El uso de antibióticos durante la etapa de engorda de especies salmónidas es un tema de importante en el proceso de producción acuícola a nivel nacional, por lo tanto, el análisis para definir las tendencias de su uso a nivel de los distintos grupos y etapas que están dentro del proceso de producción de salmones es clave para determinar estrategias productivas y logísticas que permitan disminuir el uso de agentes antimicrobianos. Bajo esa mirada, la industria chilena de salmones ha usado en sus últimos periodos productivos magnitudes superiores a 1 millón 500 mil kilogramos de antibióticos, de los cuales el salmón del Atlántico es responsable del 76.5% de su uso. El uso de antimicrobianos aumentó en el último periodo productivo respecto a su anterior, principalmente por el incremento del uso de antibióticos por parte de ciclos de salmón del Atlántico mientras que la trucha arcoíris y salmón coho disminuyeron su uso en el mismo escenario (Tabla 5). A nivel de los ciclos productivo de los últimos dos periodos productivos, el salmón del Atlántico utiliza aproximadamente el doble de kilogramos de antibióticos frente a sus pares, sobrepasando los 2000 kilos promedio por ciclo productivo, lo cual nuevamente ha ido aumentando en el último periodo en donde alcanzo sobre los 2200 kilogramos por ciclo que se tradujo en un aumento del 16,37% (Tabla 6). Al evaluar el uso por etapa productiva, el salmón del Atlántico muestra usos homogéneos durante sus tres etapas a nivel general en sus últimos dos periodos productivos las cuales han presentado un incremento en el uso en el último periodo productivo, en donde el mayor incremento se constata en la etapa T3 del ciclo productivo (Tabla 8). En cuanto a las demás especies, se exhibe una disminución del uso de antibióticos en todas sus etapas productivas en el último periodo frente al anterior. A nivel de ACS el salmón del Atlántico representa el mayor uso de antimicrobianos en la mayoría de las unidades, exceptuando la ACS 1 (Gráfico 12), esto es más evidente en las ACS de la undécima región en donde el salmón del Atlántico concentra su mayor proporción de ciclos productivos (Gráfico 13). De la misma manera, en la duodécima región a pesar sus bajos índices de uso de antimicrobianos, el salmón del Atlántico concentra el mayor uso de estos agentes en las ACS de dicha zona (Gráfico 14). Todo esto permite precisar que el salmón del Atlántico es la especie clave en el alto uso de antibióticos en la industria nacional respecto a sus pares, sin embargo, hay que tomar en cuenta la notoria diferencia de la cantidad de individuos y ciclos productivos de salmón del Atlántico frente a las demás especies.

En el ámbito del consumo de antiparasitarios, se estima que el 36% de ciclos productivos carece del consumo de antiparasitarios, significando gran relevancia para la generación de hipótesis centrada en determinar los posibles controladores que causan el consumo, debido a que existen centros de cultivo en determinadas áreas y estaciones con ausencia estricta de tratamientos antiparasitarios. Los cuestionamientos centrales acerca de controladores del uso de antiparasitarios podrían estar relacionados a las prácticas de manejo de estos centros productivos o características ambientales que eviten el

incremento de abundancias basales del piojo de mar, *Caligus rogercresseyi*. No obstante, para los cuestionamientos dicotómicos de presencia y ausencia de parásitos, es relevantes conocer que existen centros productivos con ausencia absoluta de consumo de antiparasitarios.

Un ciclo de producción puede tener un valor aproximado de 6,5 tratamientos en promedio, si consideramos a toda la población de centros de cultivo en toda el área ocupada en Chile por la industria del salmón. Sin embargo, el promedio de tratamientos excluyendo a centros negativos al uso de antiparasitarios, se aproxima a un valor de ~10 tratamientos por ciclo. Por lo tanto, un ciclo de producción habitualmente presenta un rango entre 7 a 15 tratamientos antiparasitarios. Cantidades superiores a estos valores pueden ser considerados atípicos o extremos, principalmente si un ciclo de producción supera los 20 tratamientos por ciclo. De los anteriores se estima que un 28% de los tratamientos son parciales. La tendencia general en el tiempo acerca del consumo de antiparasitarios es decreciente en la cantidad de tratamientos antiparasitarios por ciclo, manteniendo un patrón de pico de tratamientos durante la semana 60 a 90 de producción.

El análisis de los conteos de tratamientos antiparasitarios totales y parciales en ciclos productivos ha permitido determinar valores de referencia para el consumo de antiparasitarios. Un ciclo de producción tiene una probabilidad de usar antiparasitarios aproximadamente del 0.6, siendo habitual que su cantidad de tratamientos varíe entre 7 a 15 tratamientos a partir de la semana número 60. Existen ciclos de producción que secundariamente aplican un rango de 1 a 6 tratamientos antiparasitarios. Sin embargo, es necesario continuar la investigación en determinar los controladores que disparan las cantidades de tratamientos antiparasitarios a valores cercanos y por encima de 20 tratamientos antiparasitarios.

Líneas futuras de investigación están relacionadas con los factores que modulan las decisiones sanitarias entorno a realizar un tratamiento antimicrobiano o antiparasitario. Un ejemplo claro lo constituye el uso de antimicrobianos en el salmón coho. Según los análisis de este informe, esta especie es la menos susceptible y reporta mortalidades significativamente menores por SRS que las otras dos especies. Con respecto al caligus, la situación es muy similar, con usos mínimos de antiparasitarios dado que la especie no se vería tan afectada por este parasitismo. ¿Qué justifica entonces que los niveles de consumo de antimicrobianos en esta especie sean proporcionalmente equivalentes al salmón del Atlántico y trucha arcoiris? ¿Porqué los tratamientos antimicrobianos aparecen controlar mejor la infección por SRS en salmón del Atlántico que en trucha arcoiris?. Por lo tanto, comprender las decisiones de salud animal con respecto al uso de fármacos es una línea que debiera justificar recursos, sobretodo si la meta es la reducción del consumo de químicos en el corto o mediano plazo.

Otra línea adicional que requería una mayor investigación tiene que ver con el rol que juegan los baños antiparasitarios como eventos de mayor estrés en los peces y su eventual repercusión en mortalidades por causas primarios y/o secundarias. Excluyendo al salmón coho y otros ciclos que no realizan baños, el llevar a cabo en promedio por cada ciclo de producción un total de 10 eventos de baños debiera suponer un estrés adicional. Comparar desde un punto de vista sanitario (e.g., reflejado en mortalidades) aquellos ciclos que realizan menos baños versus aquellos con muchos baños es una prioridad para evaluar el potencial impacto de dichas intervenciones en la performance sanitaria de la industria nacional.

Finalmente, los indicadores de uso de antimicrobianos abren la posibilidad de llevar a cabo ejercicios de fiscalización e identificación de ciclos productivos y ACS con altos y bajos consumos en la escala espacial

y temporal, así como evaluar a nivel de empresa sus comportamientos. Aquellas empresas y/o ciclos con altos consumos debieran ser revisados en forma más exhaustiva para comprender las razones que obedecen dichos consumos. Por otro lado, empresas o ciclos de producción con bajos consumos debieran ser "premiados" a partir de una política que promueva aquellas estrategias más sustentables de control. En este informe no se hizo un ranking de ciclos con mayores y menores consumo, ni tampoco a nivel de empresa, dada la sensibilidad de este tipo de análisis. No obstante se podrían buscar mecanismos que resguarden la confidencialidad de dichos productores.

8.2. Objetivo N°2: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua de mar.

Desde el punto de vista del análisis de mortalidad a nivel de ciclos productivos, las mortalidades durante el proceso de engorda tienen implicancia directa en la dinámica productiva de la acuicultura nacional. A nivel nacional las tendencias de mortalidad total se han mantenido estables al evaluar la mediana de la mortalidad por ciclo en desmedro del promedio que se ve influenciado por eventos de alta mortalidad (Tabla 14), durante finales del año 2017 y al inicio del año 2016 mortalidades asociadas a causas ambientales causaron altas mortalidades en un numero de ciclos productivos alcanzando en algunos casos la totalidad de la siembra efectuada (Gráfico 67), especialmente en salmón del Atlántico donde se afectó de formas más marcada a ciclos productivos frente a las demás especies. A diferencia de las mortalidades ambientales, las mortalidades causadas por causas secundarias, donde se incluyen perdidas asociadas a BKD, IPN y SRS, han disminuido en el último periodo, especialmente relacionado con la disminución en las mortalidades por SRS, la trucha arcoíris fue la especie que exhibió mayor disminución en mortalidades secundarias especialmente ligado a la disminución de perdidas asociadas por SRS, de la misma manera el salmón del atlántico y coho presentaron menores mortalidades secundarias pero en menor magnitud. Mortalidades asociadas a peces desadaptados han disminuido en el último periodo productivo en todas las especies cultivadas, especialmente en salmón del Atlántico y trucha arcoíris donde la variación es más marcada sobre salmón coho, lo cual evidencia mejores manejos respecto al proceso de smoltificación o salud nutricional (Tabla 46). Otra variable de mortalidad que manifestó disminución fue la perdida sin causa aparente, que evidencia disminución en las tres especies principalmente el salmón del Atlántico (Tabla 38), lo que puede indicar un mejor manejo de la clasificación de mortalidad al enfatizar una reclasificación de mortalidades sin signos clínico y patológicos evidentes.

Ahora, respecto al análisis de la mortalidad por ACS, la mortalidad total presenta un leve aumento de mortalidad, dado principalmente por la floración algal de 2016. Al revisar desglosadamente la mortalidad excluyendo la causa ambiental, se visualiza que existe una disminución de la mortalidad, sin embargo, se identificaron agrupaciones con un aumento explosivo de mortalidad, que deben ser casos de estudio para determinar por qué no lograron mejorar su performance a diferencia de sus barrios vecinos.

Respecto a la mortalidad secundaria, la causa principal de mortalidad es SRS, seguido por BKD e IPN, sin embargo, se identificó un aumento incipiente de enfermedades BKD, SIT, Micosis, Flavobacteriosis, Amebiasis y HSMI respecto al periodo productivo anterior.

En relación con los aspectos territoriales es posible concluir que, desde el punto de vista de la división territorial a nivel de ACS, no es posible distinguir patrones espaciales estables de comportamiento de las variables estudiadas. El comportamiento es errático y heterogéneo, presentándose áreas de variaciones de mortalidad positivas colindantes con áreas de variación de mortalidad negativas. En este sentido cabe recomendar dos acciones, por un lado, profundizar en el conocimiento de la transferencia de patologías entre una ACS y otra; y por otro lado establecer relaciones espaciales con otras capas de información georreferenciada por ejemplo relativas aspectos logísticos, productivos, oceanográficos. De este modo, será posible hacer una evaluación integral de la evolución de las variables estudiadas y su correlación con otros aspectos presentes en los territorios.

Las agrupaciones de concesiones que presentan un performance más deficiente, con un aumento de mortalidad en alguna de las variables principales, siendo éstas: mortalidad total, mortalidad secundaria, SRS, BKD, IPN y síndrome ictérico, en el rango superior, es decir, lo que se definió en los mapas de variación en rangos rojo y morado, se dividen en dos grupos el primer compuesto por la ACS 31B que presenta 4 variables en el rango superior, seguida por la ACS 27, ACS 9C, 19A y 21C, todas en 3 variables. Sobres éstas ACS que lideran el ranking se debe reforzar el monitoreo y vigilancia, de manera de estudiar y prevenir que el siguiente periodo productivo presenten nuevamente aumentos sustanciales de mortalidad.

El análisis de agrupaciones de concesiones de salmónidos permite identificar áreas territoriales que tienen comportamientos diferentes al promedio, que no es posible identificar al analizar ciclos productivos solamente. Los desafíos futuros radican en incorporar nuevas capas de información que permitan explicar el por qué de los heterogéneos resultados de cada ACS.

En tanto, las conclusiones asociadas a los resultados de los indicadores de riesgo para la probabilidad de reporte de SRS, BKD e IPN se pueden resumir de la siguiente forma. Si bien el porcentaje de mortalidad atribuido a SRS a nivel de ciclo productivo ha disminuido en el tiempo, la probabilidad que un ciclo de cultivo reporte SRS se ha mantenida muy alta en el tiempo y para todas las especies. Esto da cuenta de un muy alto nivel de prevalencia de la enfermedad con una baja mortalidad aparente atribuida a SRS, posiblemente controlado por las estrategias asociadas al uso de antimicrobianos. Para la disminución de la prevalencia se hace necesaria una serie de medidas que incluyen conocimientos de los factores de riesgo para la presentación de SRS, evaluación de eficacias de medidas de control y aspectos de la bioseguridad. Para el caso de IPN, se observa una tendencia a la disminución de la probabilidad de reporte ha partir de los ciclos sembrados en el 2013. Sin embargo, una tendencia opuesta se observa para el BKD. Esta alza es más marcada para el salmón coho y salmón del Atlántico con niveles por sobre el promedio. BKD es una enfermedad re-emergente que ha estado en nuestro país desde los inicios de la industria, pero este aumento es indicativo que los esfuerzos de control a nivel de agua dulce no sean del todo efectivos. Esto último, coincide con el nivel de reporte de BKD en agua dulce que también se reporta en este estudio.

Para las futuras líneas de investigación en el área de mortalidad se recomienda que se focalice en los siguientes temas:

a) *Cruce de mortalidad con información productiva:*
   El cruce de la mortalidad con información productiva validada, es primordial, ya que permitirá determinar si los factores productivos incluyen en los niveles de mortalidad y cuál es el peso específico de cada uno. Para ello se deben mejorar las queries de SIFA de siembra, cosecha y existencias, ya que actualmente presentan problemas en la extracción de información.

b) *Análisis espacial con incorporación de eje logístico:*
   Cruce de mortalidad con información logística, tales como tracks de navegación, hot spot logísticos, tipos de carga, etc., en búsqueda de relaciones entre las variables.

c) *Trazabilidad agua dulce:*
   Trazabilidad de agua dulce con foco en ACS que presentan un aumento explosivo de mortalidad secundaria que pueden tener como causa explicativa los centros de origen de los smolts.

d) *Monitoreo ACS con aumento de mortalidad:*
Caso de estudio de ACS con aumento explosivo de mortalidad secundaria, a través del monitoreo de periodo en curso de ACS con crecimiento explosivo de mortalidad (ejemplo: ACS 27 con SRS)

e) *Enfermedades (re)emergentes:*
Estudiar el aumento incipiente de enfermedades SIT, Micosis, Flavobacteriosis, Amebiasis y HSMI.

f) *Costo de mortalidad por etapa:*
Generar un algoritmo que permita determinar el costo económico de mortalidad por etapa (T1, T2, T3), de manera de poder identificar las áreas que presentan menores pérdidas económicas por mortalidad, o bien, tengan pérdidas marginales y su modelo de producción debería ser replicado por otros centros de cultivo.

8.3. Objetivo N°3: Determinación de indicadores históricos de mortalidades en agua dulce.

El estudio realizado sobre la mortalidad en agua dulce ha analizado esta información desde el punto de vista de la frecuencia, presencia y prevalencia de las causales primarias y secundarias, considerando el universo de las pisciculturas operativas proporcionado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Adicionalmente, en este estudio se consideraron las especies trucha arcoíris, salmón coho y salmón del atlántico, y las etapas de cultivo alevín y smolt.

Desde el punto de vista territorial, se pudo apreciar una capacidad ociosa considerable (pisciculturas otorgadas, pero no operadas) en las regiones de la Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes, donde más se concentra la industria salmonicultora, especialmente en La Araucanía y Los Lagos que concentran el 61% de las pisciculturas operativas. También se aprecia que esta disminución comienza a partir del año 2014 en adelante, lo que se podría explicar por la instalación de pisciculturas con sistema de recirculación de agua, y también el evento de erupción del volcán Calbuco en 2015.

Ahora, desde el punto de vista de las tendencias de mortalidad en agua dulce, se pudieron identificar las causales que tienen mayor frecuencia, presencia y prevalencia, donde los tres análisis lograron llegar a resultados muy similares, tanto en el análisis de las causales de mortalidad primaria y las causales de mortalidad secundaria.

Considerando el análisis de las causales de mortalidad primarias, se pudo identificar que las causales de mayor relevancia (ubicadas dentro de los primeros lugares de frecuencia, presencia y prevalencia) son: sin causa aparente, secundaria, daño mecánico, deforme y desadaptado o rezagado. En el caso de la causal sin causa aparente, se manifiesta más en las especies coho y trucha arcoíris, y en el caso de salmón del atlántico, es más frecuente la causal de mortalidad secundaria. Desde el punto de vista de la presencia se identificaron 2 grupos muy marcados que se identificaron como grupo de causales de alta presencia y grupo de causales de baja presencia. En el grupo de causales de alta presencia se identifican las causales sin causa aparente, secundaria, deforme, otras, deño mecánico, eliminación y desadaptado o rezagado. En el grupo de baja presencia, se identifican las causales ambiental, embrionaria, maduro y depredadores. En el caso de la prevalencia, se siguen identificando las causales de mortalidad sin causa aparente, secundaria, daño mecánico, deforme y desadaptado o rezagado con la mayor prevalencia, y además todas han ido aumentando su prevalencia en el transcurso de los años.

En la Figura 30 se hace un resumen con los resultados más relevantes para el caso del análisis de las causales de mortalidad primaria.

Figura 30. Cuadro resumen respecto a análisis de causales de mortalidad primaria en agua dulce.

Ahora, en relación con la mortalidad secundaria, se pudo observar que tanto en el análisis de frecuencia, presencia y prevalencia, las causales de micosis y flavobacteriosis lideran en los tres análisis, teniendo entre ellas un comportamiento muy similar, en relación con que ambas aumentan o disminuyen al mismo tiempo.

Otra observación muy interesante, es el aumento de BKD desde el año 2011 en adelante, posicionándose en el año 2017 como la tercera causal de mortalidad secundaria más frecuente, sobre todo en las especies salmón del atlántico y coho en la etapa de cultivo smolt.

A diferencia de BKD, la enfermedad IPN a partir del año 2014 muestra una disminución sostenida que podría ser explicada por la existencia de una vacuna para esta enfermedad.

En la Figura 31 se hace un resumen con los resultados más relevantes para el caso del análisis de las causales de mortalidad secundaria.

Figura 31. Cuadro resumen análisis de causales de mortalidad secundaria en agua dulce.

Este estudio ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

a) *Causales primarias con mayor frecuencia, presencia y prevalencia: sin causa aparente y secundaria.*

En los tres tipos de análisis realizados se pudo identificar principalmente en términos de frecuencia y prevalencia que las causales de mortalidad primaria sin causa aparente y secundaria se ubicaron siempre en los primeros dos lugares. En el caso de la presencia, a pesar de que estas causas no estuvieron en los primeros lugares, si se posicionaron dentro de las causales con alta presencia. En el caso de la causal sin causa aparente a nivel de especie, ésta es la más frecuente para coho y trucha arcoíris, y en el caso de salmón del atlántico la causal secundaria se posiciona como la más frecuente por sobre la causal sin causa aparente.

En el caso de la causa de mortalidad primaria sin causa aparente, generalmente los titulares registran en el campo de observaciones, la signología encontrado en los ejemplares muertos, por lo que permitiría describir mejor la situación de esta causal, y despejar los motivos de tan alta frecuencia y prevalencia de declaración, y con la oportunidad de encontrar otras causales que puedan estar ocasionando la mortalidad.

b) *Causales secundarias con mayor frecuencia, presencia y prevalencia: micosis y flavobacteriosis.*

En los tres análisis realizados de frecuencia, presencia y prevalencia, se identificó a flavobacteriosis y micosis como las causales que lideran por lejos estos indicadores respecto al resto de las demás causales de mortalidad secundaria, teniendo una frecuencia y prevalencia muy similar. De hecho, en el caso de la prevalencia micosis y Flavobacteriosis tienen un comportamiento directamente proporcional, es decir ambas aumentan y disminuyen en el transcurso de los años, teniendo este mismo comportamiento desde el punto de vista de la prevalencia.

c) *Aumento sostenido en el tiempo de la enfermedad bacteriana del riñón (BKD)*

En los tres análisis BKD muestra un aumento sostenido a partir del año 2011 en adelante, sin necesariamente pertenecer a las causales con mayor participación. Desde el punto de vista de la frecuencia, se aprecia un aumento sostenido que hace que en el año 2017 se convierta en la tercera causal con mayor frecuencia después de flavobacteriosis y micosis, y a nivel de especie teniendo mayor frecuencia en las especies salmón del atlántico y coho en etapa de cultivo smolt. En el caso de la presencia BKD ha estado presente en promedio en 22,5 pisciculturas durante el periodo del 2010 – 2017.

d) *Disminución de las pisciculturas operativas*

En el transcurso del periodo 2010 – 2017, se pudo apreciar una disminución de la cantidad de pisciculturas operativas, que se explica por un lado por la erupción ocurrida en el volcán Calbuco en el año 2015, y por otro lado por la instalación de pisciculturas con recirculación de agua, cuyos objetivos son beneficios sanitarios, mejoras en la productividad y mayor control de la producción. Esto conlleva

a la existencia pisciculturas mucho más grandes y con mayor capacidad, por lo tanto, esto hace que no sea necesario tener tantas pisciculturas en operación.

Estas conclusiones dan la oportunidad de profundizar en el análisis de algunos de los escenarios encontrados, con el fin de caracterizarlos y explicar las razones que los gatillan, y además formular posibles soluciones o proyectar comportamientos observados. A continuación, se proponen algunos lineamientos futuros de investigación relacionados con este trabajo:

a) *Análisis de la causal de mortalidad primaria sin causa aparente.*

La causal de mortalidad primaria sin causa aparente fue claramente la causal que más se manifiesta, por lo que se sugiera realizar un análisis más profundo que permita explicar su comportamiento. Dentro de este análisis se propone profundizar en el análisis estadístico, y revisar las observaciones registradas en las declaraciones de mortalidad realizadas semanalmente por SIFA, ya que generalmente es este campo se registra la signología asociada a las causales sin causa aparente y otras, en búsqueda de los motivos que expliquen la alta presencia, frecuencia y prevalencia de esta causal primaria.

b) *Estudio del aumento de la enfermedad bacteriana del riñón durante el periodo 2010-2017*

El aumento sostenido a partir del año 2011 de la enfermedad BKD como causal de mortalidad secundaria, sugiere analizar su evolución, desde el punto de cuál podría ser el origen de este aumento, y su proyección al futuro, sobre todo en el caso de las especies salmón del atlántico y coho, en las que existe una mayor frecuencia de declaración y prevalencia con respecto a la trucha arcoíris, principalmente con la intención de prevenir un aumento mayor.

c) *Estudio de la trazabilidad de los movimientos desde pisciculturas a centros de mar.*

Con el fin de analizar qué enfermedades estarían más proclives a ser trasladadas a centros de agua de mar desde pisciculturas, o si puede existir una relación entre brotes de enfermedades en centro de agua salada y el origen de los peces, se sugiere realizar un cruce por medio de los certificados de autorización de movimiento registrados en SIFA que van desde las pisciculturas a centros de mar. Un ejemplo de esto es explicar la existencia de flavobacteriosis en los centros de cultivo de algunas ACS, y desde qué pisciculturas se abastecen estos centros con el fin de encontrar posibles patrones.

d) Validación de campos de peso promedio y número de individuos máximos

Como punto de partida, se realizó un análisis del estado de la información respecto a peso promedio y número de individuos máximo. Sin embargo, el análisis realizado arrojó que existe mucha variabilidad en estos datos, por lo que se requiere un análisis más profundo y centralizado en este tema, ya que existen pesos promedio y número de ejemplares que son muy grandes y muy pequeños con una variabilidad considerable, por lo que es necesario conocer si es variabilidad corresponde efectivamente a un valor correcto, o un valor registrado incorrectamente. Este problema se genera porque estos campos no tienen ningún tipo de validación al momento que el titular realiza la declaración de

mortalidades en SIFA. El análisis realizado se puede revisar en el Anexo N°3: Análisis número de individuos máximo y peso promedio agua dulce.

Por todo esto, se sugiere realizar un estudio de estos campos con la posibilidad de definir rangos que reduzcan la posibilidad de error en el registro de las declaraciones por parte de los usuarios, y de esta forma contar con información de mejor calidad para el análisis de la mortalidad en agua dulce.

e) Registrar para las pisciculturas la existencia de sistema de recirculación de agua

Se presume que la disminución de la cantidad de pisciculturas operativas en el tiempo obedece al aumento de la instalación de pisciculturas con sistema de recirculación de agua, sin embargo, esta información no es registrada en Sernapesca, por lo tanto, no es posible corroborar esta hipótesis empíricamente. Por lo tanto, se sugiere realizar un levantamiento para determinar donde se podría registrar este campo para consultas y análisis futuros.

8.4. Objetivo N°4: Levantamiento de brechas de información de uso de fármacos (antimicrobianos y antiparasitarios) y mortalidades, en base al análisis realizado.

El análisis a nivel global de las brechas de información de uso de fármacos y mortalidades permite visualizar que se concentran en tres temáticas, por un lado, en problemas en la captura de información, es decir, los instrumentos informáticos de captura; por otro lado, en errores de declaración, es decir, que la declaración realizada por usuarios (titulares del centro u otro) no se realiza de forma correcta, y por último, los problemas transversales. Estas brechas están concatenadas ya que al tener un instrumento de captura con problemas de diseño principalmente en validación, permite que el usuario declare de forma incorrecta. Adicionalmente si el usuario no tiene conocimiento acabado de lo que está declarando ya sea por no estar capacitado u otras causales, esto se traduce en una declaración con datos inconsistentes que impacta directamente en los análisis de investigación y en una data no robusta lo que obstaculiza la construcción de conclusiones de investigación sectorial.

El análisis de priorización de brechas permite evidenciar que la brecha "validación de campos" para el uso de fármacos es la de mayor impacto la cual abarca problemas de captura de información, errores en la declaración, que en consecuencia lleva a los problemas transversales. En el caso de priorización para declaraciones de mortalidad la brecha "desfase de información" también corresponde a problemas transversales, lo que sugiere apuntar las mejoras a ese nivel de priorización de brechas.

Las recomendaciones para acortar estas brechas son las siguientes:

1. Mejoramiento en los instrumentos de captura, tanto los formularios Excel como a nivel de plataforma web de SIFA, de manera que sean más intuitivos y no den lugar a error. Para realizar esto, es clave incorporar a los usuarios en el diseño de los mejoramientos de manera de mejorar la usabilidad de los sistemas.
2. Modificar los instrumentos de captura de información de manera que bloqueen campos para que no se pueda ingresar un formato incorrecto (por ejemplo, ingresar texto donde se requiere un número) o incorporar listados prefijados de manera que no quede un texto libre para el usuario.
3. Incluir validadores en los campos, generalmente numéricos, que presenten errores frecuentes. Construir estos validadores con expertos tanto en investigación como con quienes gestionan diariamente los módulos, es decir con los encargados de los programas sanitarios del Departamento de Salud Animal del Sernapesca. Dentro de las validaciones, diferenciar entre los rangos absolutos y recomendados.
4. Realizar capacitaciones a usuarios para declarar, además de disponer manuales o instrucciones en el formulario que faciliten su llenado y eviten errores.
5. En la fase de diseño del instrumento de captura, además de incorporar a los usuarios, involucrar activamente a los encargados de la información que registrará el módulo, también solicitar la opinión de representantes de otros departamentos. Esto con el objetivo de anticipar posibles casos excepcionales o conflictos con otras declaraciones que puedan ocasionarse cuando el módulo ya

esté finalizado, y al presentar problemas impida la declaración del usuario, teniendo que realizarse de manera manual.

6. Generar otros tipos de reportes y cruces de información, tanto para facilitar el análisis como para generar oportunidad de nuevos análisis, ya sea por medio de la agregación de información a nivel de centros u otra unidad territorial, o generar la integración de información con otros módulos de SIFA o los datos de otros sistemas.

8.5. Objetivo N°5: Propuesta de validadores en el módulo de tratamientos y mortalidades de SIFA respecto a la captura de información de centros de cultivo.

La propuesta de planilla de validación del punto anterior es un avance en apuntar hacia la validación de captura de información, pero se deben realizar otros esfuerzos en mejorar la captura y que sean continuos en el tiempo ya que los sistemas de información requieren de un mejoramiento continuo. Un ejemplo útil consideraría la integración de los datos recolectados por el laboratorio de farmacología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile. Dicha información, entrecruzada con a información sanitaria productiva generada en este informe, podría entregar una mejor comprensión del uso de antimicrobianos y factores que modulen los periodos de carencia y límites de detección de las técnicas utilizadas. Otra iniciativa sería la de comparar, en forma aleatoria, fuentes de información directamente obtenidas desde las empresas productoras y cotejar sus valores con la entregada a Sernapesca. Este tipo de iniciativas permitirían validar la información y cuantificar el sesgo y error en el reporte.

Adicionalmente, sería deseable un análisis comparativo con reportes disponibles de otros países respecto a brechas e indicadores obtenidos en Chile. Para este primer paso se sugiere un taller internacional que incluya las partes equivalentes de diferentes paises, por ejemplo, las autoridades de Noruega, Canada, Escocia e Irlanda. Un taller de este tipo permitiría comparar estos indicadores a la vez que estén disponibles en otros paises. A nivel nacional, se sugiere un taller con otros sistemas de producción animal tales como el porcino, aves y la ganadería. Esto ayudaría a comprender a nivel nacional una política de salud animal integrada que permita priorizar acciones a nivel de Estado considerando el programa nacional de antimicrobianos, la sustentabilidad de la producción nacional, la transparencia e identificación de áreas del conocimiento que podrían ser abordadas en forma común. Lo anterior se enmarca en la nueva visión del concepto de “Una Salud” que busca integrar actividades productivas, su impacto en el medio ambiente y potenciales repercusiones en la salud humana.

En tanto, la hoja de ruta de propuestas de mejora de captura de información se evidencia un sentido de urgencia en implementar las soluciones a las brechas que se detectaron en el estudio, con un horizonte temporal máximo de 2 años.

8.6. Objetivo N° 6: Transferencia tecnológica de los resultados y productos al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

El taller de transferencia tecnológica logró proporcionar los indicadores identificados en el estudio a los profesionales asistentes obteniendo un *feedback* en torno a los resultados, lo cual es fundamental. En cuanto a la actividad practica que se ejecutó, para priorizar las brechas, esta tuvo importantes resultados los cuales apuntan al mejoramiento de SIFA según nivel de importancia que se traduce en una hoja de ruta a seguir mencionados anteriormente. Estas brechas tienen en común ser problemas transversales por lo tanto trabajar en ellas traería mejoras al sistema. Como iniciativas sugeridas para lograr una mayor difusión se encuentran:

1. Elaboración de una cartilla de dos lados con indicadores relevantes a nivel de ciclo de producción para distribuir en centros de cultivo, tanto en agua dulce como centros de mar.
2. Realización de cursos de difusión y de entrenamiento en centros de cultivo como una forma de entregar estímulos de la relevancia de la clasificación y correcto reporte de mortalidades y otros indicadores.
3. Elaboración de un resumen ejecutivo de amplia distribución como documento de referencia para la industria y gobierno.

8.7. Conclusiones Generales

1. Este estudio integra por primera vez distintas fuentes de información del sistema de información de la acuicultura (SIFA) a partir del *expertise* de dos equipos con amplio conocimiento tanto en la epidemiología de las enfermedades y el manejo integrado de información.

2. Como resultado del estudio, se entrega un amplio conjunto de indicadores epidemiológicos, desde el punto de vista productivo y sanitario, basdo en el reporte de los últimos 6 años desde la industria del salmón, tanto para la producción de agua dulce como agua de mar.

3. En la etapa de engorda, los indicadores entregan medidas de tendencia temporal y espacial además de estimadores de centralidad, precisión y confianza para cada una de clasificaciones de la mortalidad, consumo de antimicrobianos y antiparasitarios.

4. Al igual que el punto anterior, el estudio entrega indicadores por primera vez explorados en la etapa de agua dulce, siendo cruciales la dinámica temporal del número de unidades productivas en esta etapa y la probabilidad de reporte de enfermedades.

5. No obstante, existen un número importante de brechas en el sistema SIFA, los cuales en este estudio han sido ordenados desde el punto de vista del impacto que generaría en la toma de decisión y su necesidad de implementación el corto, mediano o largo plazo.

6. Los indicadores epidemiológicos identificados, caracterizados y cuantificados pueden ser implementados en actuales programas de monitoreo y vigilancia, entregando valores de referencia para una más eficiente fiscalización en la producción acuícola. Al mismo tiempo, los indicadores pueden ser de utilidad para productores como una forma de hacer "*benchmarking*" y evaluar su rendimiento en base a estos indicadores.

7. El estudio entrega indicadores cruciales para evaluar las metas establecidas por el programa del fondo de inversión estratégica tales como la reducción de la mortalidad en términos porcentuales por causas infecciosas, disminución del consumo de antimicrobianos y antiparasitarios y disminución de la biomasa muerta.

8. El estudio recomienda nuevas líneas de investigación así como posibles estrategias de difusión de estos resultados. Es importante recalcar que los resultados entregados requieres un análisis más profundo que permita comprender la interrelación entre los indicadores y variables que eventualmente los modulen. Lo anterior requiere especificamente análisis de regresión que permitan explicar y predecir cambios en estos indicadores.

IX. Bibliografía

Brand A, Noordhuizen, JPTM, Schukken YH (2001) Herd Health and Production Management in Dairy Practice (3rd) Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands.

Depoorter P, Van Huffel X, Diricks H, Imberechts H, Dewulf J, Berkvens D, Uyttendaele M. (2015) Measuring general animal health status: Development of an animal health barometer. Prev Vet Med. 118(4):341-50.

Noordhuizen, J, Cannas da Silva J, Boersema, J-S, Vieira A. (2008) Applying HACCP-based Quality Risk Management on Dairy Farms. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands.

X. Anexos

10.1. Anexo N°1: Algoritmo para cálculo de ciclos productivos

10.1.1. Identificar ciclos

A continuación, se describe la actividad de identificación de ciclos productivos, describiendo con más detalle cómo el algoritmo analiza la información y qué restricciones utiliza para identificar cuándo inicia y cuándo termina un ciclo productivo.

10.1.1.1. Algoritmo para el cálculo de ciclos productivos y semanas productivas

Se exponen a continuación los pasos principales para la identificación de ciclos productivos:

a. *Para cada centro, se obtiene el listado de declaraciones de mortalidad histórico.*

   Se obtienen las declaraciones a nivel de centro y semana, sin detalle por jaula. Un centro podría tener varias declaraciones la misma semana si declara especies distintas o etapas distintas. Este listado se obtiene ordenado por fecha (de más antiguo a más reciente).

b. *A partir de la información de mortalidad, se buscan los posibles ciclos productivos asociados a cada centro.*

   Mientras no se hayan procesado todos los registros de mortalidad, se busca el siguiente ciclo productivo.

   Se considera como **inicio del ciclo productivo** la primera declaración de mortalidad encontrada en la que el número de peces al inicio de la semana sea mayor a cero.

   Una vez encontrado el inicio del ciclo productivo, se procesan las semanas sucesivas, donde se van generando los registros correspondientes a las semanas productivas contenidas en el ciclo. Pueden darse dos casos:

   i. La semana analizada no contiene declaración de mortalidad. En este caso se crea la semana productiva, pero se indica que no contiene declaración de mortalidad asociada
   ii. La semana analizada contiene una o varias declaraciones de mortalidad, independientemente de su especie o etapa declarada. En este caso se crea la semana productiva y se le asocian las declaraciones de mortalidad encontradas en la semana.

   Se supone **término se ciclo** si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

   i. No se encuentran más declaraciones de mortalidad.
   ii. Se encuentra un registro de mortalidad en el que el peso promedio decrece por encima de un umbral determinado respecto el anterior registro encontrado, y, además, el nuevo registro

tiene un peso considerado como peso de siembra (ver valores en Anexo N°1.1: Valores y constantes establecidas Algoritmo ciclos productivos).

iii. Se encuentra un número determinado de semanas seguidas sin declaración de mortalidad o con declaración del tipo "sin mortalidad" (ver valores en Anexo N°1.1: Valores y constantes establecidas Algoritmo ciclos productivos).

iv. Se encuentra un número determinado de semanas seguidas sin declaración de mortalidad o con declaración del tipo "sin mortalidad" y la siguiente declaración tiene diferencias notables de peso con la anterior (tanto hacia arriba como había abajo) (ver valores en Anexo N°1.1: Valores y constantes establecidas Algoritmo ciclos productivos).

v. Se encuentra un número determinado de semanas seguidas sin declaración de mortalidad o con declaración del tipo "sin mortalidad" y la siguiente declaración tiene una especie distinta.

c. Se procesa y valida la información de ciclo productivo

Para cada ciclo productivo encontrado se valida y gestiona la información. Se detecta el tipo de ciclo (engorda, smoltificación o reproducción) y el estado del ciclo, el que indica los posibles problemas o características del ciclo (ver estados en el apartado 10.1.1.4)

10.1.1.2 Tipo de ciclo

Una vez obtenido un ciclo, se comprueba si es de smoltificación o reproducción en lugar de ser de engorda.

- Ciclo de smoltificación: el peso de cosecha es menor a un límite establecido y el 75% de las declaraciones son de etapa juvenil, alevín o smolt
- Ciclo de reproducción: al menos el 50% de las declaraciones son etapa reproductores.

En otro caso, se considera ciclo de engorda.

10.1.1.3 Estado del ciclo

El ciclo, además de tener un tipo, tendrá uno de los siguientes estados:

- **Ok:** el ciclo se ha generado correctamente.
- **Abierto:** se trata de un posible ciclo abierto. Se detecta si última declaración del centro está al menos en el último mes a contar de la última declaración encontrada.
- **Iniciado:** se trata de un ciclo ya iniciado. Se detecta cuando el peso de siembra es mayor al máximo establecido y además se trata del primer ciclo del centro. Estos ciclos comienzan a más tardar en enero 2012.
- **Problema:** tiene algún problema, por ejemplo, declara varias especies, el peso de cosecha es bajo, entre otros. Estos ciclos son revisados manualmente, pudiendo cambiar su estado:
    - **Ok con alerta:** se revisa el problema y no se determina un error crítico. Esto implica el no descarte del ciclo, por lo que se considera un ciclo de engorda válido.

- **Error:** tras la revisión del ciclo se determina descartarlo como ciclo de engorda válido, debido a que es no es un ciclo de engorda o su información es demasiado inconsistente.

- **Error:** el ciclo es totalmente inconsistente y se descarta.

10.1.1.4 Problemas en los ciclos productivos

En la siguiente tabla se detallan los principales problemas encontrados en los ciclos productivos, su descripción y cómo se aborda.

Tabla 138. Problemas ciclos productivos

Problema	Descripción	Cómo se aborda
Ciclo Corto	El ciclo tiene una duración en semanas menor al límite establecido	Ciclo descartado
Ciclo Largo	El ciclo tiene una duración en semanas mayor al límite establecido	Se considera, pero se marca con problema
Peso Cosecha	El peso de cosecha es menor al mínimo establecido	Se considera, pero se marca con problema
Alevines	El ciclo contiene 5 o más declaraciones de etapa alevín	Se considera ok y se registra la alerta
Juveniles	El ciclo contiene 5 o más declaraciones de etapa juvenil	Se considera ok y se registra la alerta
Multi-especie	El ciclo contiene dos o más especies, siempre que tengan 5 o más declaraciones dentro del ciclo	Se considera, pero se marca con problema
Reproductores	El ciclo contiene más del 50% de las declaraciones de etapa reproducción	Posible ciclo de reproducción
Otras Etapas	El ciclo contiene otras etapas (ovas, semillas, gametos o larvas)	Se considera, pero se marca con problema
Otras Especies	El ciclo opera una especie que no coincide con las tres especies de interés.	Ciclo descartado
Ciclo Iniciado	Es el primer ciclo del centro y el peso de la primera declaración de mortalidad es superior al peso máximo de siembra	Se considera y se marca como ciclo iniciado
Sin Ingresos	No se encuentran ingresos para el ciclo	Se considera ok y se registra la alerta
Ingresos Insuficientes	Se encuentran ingresos para el ciclo, pero son menores que el saldo máximo encontrado	Se considera ok y se registra la alerta
Peso Siembra	El peso de la primera declaración es mayor al peso máximo de siembra	Se considera, pero se marca con problema

10.1.2. Rectificar inconsistencias

10.1.2.1. Descripción y bases

La revisión y rectificación de información se hará sobre los ciclos de engorda detectados, no realizándose sobre el resto de las declaraciones de mortalidad no encuadradas dentro de ningún ciclo productivo de engorda válido. Esto se debe a que la rectificación a realizar no tiene por objetivo revisar únicamente el valor del dato, sino su evolución dentro de un contexto territorial y temporal, como es el ciclo productivo.

Dentro de cada ciclo, se examinará la información a nivel de semana, no de jaula, debido a los problemas encontrados a nivel de jaula, como son la discontinuidad en las declaraciones, la dificultad de identificar inequívocamente la jaula de un centro, o las declaraciones duplicadas a nivel de jaula.

La corrección de información no se realizará sobre la declaración de mortalidad, sino sobre el las semanas productivas contenidas en el ciclo productivo. Las declaraciones de mortalidad quedarán tal y como fueron ingresadas por el titular, y el valor corregido quedará guardado en otra tabla a nivel de centro y de semana. Así se mantendrá un registro de los valores inconsistentes y su corrección, de manera que puedan ser revisados manualmente.

Por lo tanto, se trabajará sobre el concepto de semana productiva. Cada semana contendrá información productiva acerca de:

- Especie
- Etapa
- Etapa T (T1, T2 o T3)
- N° de peces al inicio de la semana
- Peso promedio
- Incremento de peso respecto de la semana anterior
- N° de jaulas declaradas
- Declaración o declaraciones de mortalidad asociadas
- Mortalidad total
- Mortalidad según causas

Además, dentro de la semana, se detallará si se detectó algún tipo de error y alguno de los valores tuvo que ser corregido. El listado de errores y sus correcciones se detallan en el siguiente apartado.

10.1.2.2 Errores. Descripción y propuesta de solución

Se describen a continuación los posibles errores a encontrar en las semanas productivas, así como el tratamiento para rectificar el valor erróneo.

Etapa productiva

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay declaraciones de mortalidad en las que la etapa no es consistente con la evolución del ciclo o con el peso promedio declarado.

Solución

No considerar la etapa de cultivo según la declaración el titular, sino trabajar únicamente con las etapas T1, T2 y T3 determinadas a partir del peso promedio.

Semanas productivas sin información

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay semanas en las que no se declara mortalidad o se realizan declaraciones del tipo "sin mortalidad". Para estas semanas no se tiene información productiva, es decir, ni saldo, ni peso promedio, ni especie, ni etapa.

Solución

Suponer un valor para todas estas variables, que se obtendrá a partir de la información del ciclo o interpolando entre la última semana con información y la siguiente semana con información, según la variable. Se detalla el modo de obtención propuesto para cada variable:

- **Especie**: se supone la especie operada en el ciclo
- **N° de peces al inicio de la semana**: según las características de la semana vacía, se operará de distinta manera:
  - Si la semana vacía encontrada va precedida de una semana con información, el número de peces al inicio de la semana será igual al número de peces al inicio de la semana anterior menos la mortalidad de la semana anterior
  - Si la semana vacía encontrada sigue a otra semana sin información, se interpolará linealmente el número de peces al inicio de la semana, considerando el anterior y el próximo valor encontrado, así como el número de semanas consecutivas sin mortalidad.
- **Peso promedio**: se interpolará linealmente en base al último peso promedio encontrado, el próximo peso promedio declarado, y el número de semanas consecutivas sin información.
- **N° de jaulas**: se interpolará linealmente en base al último número de jaulas encontrado, el próximo número de jaulas, y el número de semanas consecutivas sin información.

- **Mortalidad total**: se supone cero.

Suponga el siguiente ejemplo, donde las semanas 3, 4 y 5 (las marcadas en color rojo) no contienen información.

Tabla 139. Ejemplo de semanas de ciclos productivo sin información

N° de semana	Tiene información	N° Peces Saldo	Mortalidad	Peso promedio (gr)	Observación
1	Si	1.000.000	50.000	2.000	Semana con información
2	Si	950.000	50.000	2.000	Semana con información
3	No	900.000	0	2.100	El número de peces es el número de peces de la semana 2 menos la mortalidad de la semana 2. El peso promedio se obtiene mediante interpolación tomando el peso de la semana 2 y de la semana 6.
4	No	800.000	0	2.200	El número de peces se obtiene mediante interpolación tomando el número de peces de la semana 3 y de la semana 6. El peso promedio se obtiene mediante interpolación tomando el peso de la semana 2 y de la semana 6.
5	No	700.000	0	2.300	El número de peces se obtiene mediante interpolación tomando el número de peces de la semana 3 y de la semana 6. El peso promedio se obtiene mediante interpolación tomando el peso de la semana 2 y de la semana 6.
6	Si	600.000	50.000	2.400	Semana con información

El resto de las variables (incremento de peso, etapa T, etc.) se determinan a partir de las ya calculadas.

Especie distinta a la especie operada en el ciclo

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay declaraciones de mortalidad en las que la especie declarada difiere a la especie del ciclo productivo.

Solución

La especie de la semana productiva siempre coincidirá con la especie asignada al ciclo productivo. Hay que tener en cuenta que se han descartado todos los ciclos multiespecie, y que para los ciclos que declaran varias especies por error, se ha determinado previamente cual es la especie correcta.

Valores fuera del rango absoluto de actuación

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay semanas en las que el número de peces o el peso promedio están fuera del rango de validación absoluto, es decir, se tratan de valores erróneos.

Solución

Sustituir el valor erróneo por un valor coherente dentro del contexto, que dependa de la semana anterior y de la semana posterior. Se detalla el modo de obtención propuesto para cada variable:

- **N° de peces al inicio de la semana**: el número de peces al inicio de la semana será igual al número de peces al inicio de la semana anterior menos la mortalidad de la semana anterior
- **Peso promedio**: valor promedio entre el peso promedio de la semana anterior y el peso promedio de la semana siguiente.

Excepciones

Si las variables fuera de rango se encuentran en la última semana del ciclo, se obtendrán sus valores de la siguiente manera:

- **N° de peces al inicio de la semana**: será igual al número de peces al inicio de la semana anterior menos la mortalidad de la semana anterior
- **Peso promedio**: se igualará al último peso promedio encontrado.

Por el contrario, si las variables fuera de rango se encuentran en la primera semana del ciclo, se obtendrán sus valores de la siguiente manera:

- **N° de peces al inicio de la semana**: será igual al número de peces al inicio de la semana siguiente más la mortalidad de la semana actual
- **Peso promedio**: se igualará al peso promedio de la siguiente semana.

Valores fuera del rango recomendado de actuación

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay semanas en las que el número de peces o el peso promedio están fuera del rango de validación recomendado. Un valor fuera de este rango indica que no es un comportamiento normal y sería apropiado revisarlo, pero no se considera un error.

Solución

La solución propuesta es marcar la semana como alerta. El valor se considera válido a menos que existan diferencias notables respecto de la semana anterior o de la semana posterior, en cuyo caso se considerará

como un valor erróneo y será corregido. En el apartado 10.1.2.2 se explica cómo se detecta este tipo de error y su solución propuesta.

Inconsistencias entre semanas

Descripción

Dentro del ciclo productivo, hay semanas en las que el número de peces al inicio de la semana o el peso promedio tiene un valor inconsistente respecto de la semana anterior y de la semana siguiente, generalmente producido por un error en la declaración. Es común ver que dentro del ciclo productivo hay alguna semana en la que el peso promedio o el número de peces presenta una subida o bajada muy notable, y la siguiente semana vuelve a un valor coherente, parecido al de la semana anterior al valor fuera de rango.

Para detectar errores, se calculará el porcentaje de variación respecto de la semana anterior y respecto de la semana siguiente. Estos porcentajes de variación se calcularán a partir de las siguientes fórmulas:

$$Factor\ de\ variación\ anterior\ (\%) = \frac{(Valor\ actual\ -\ Valor\ anterior)}{Valor\ actual}$$

$$Factor\ de\ variación\ posterior\ (\%) = \frac{(Valor\ actual\ -\ Valor\ posterior)}{Valor\ actual}$$

El umbral de corte se fija al 40%.

Según los resultados obtenidos, se encuentran distintos casos, los que se describen en la siguiente tabla. Después se muestran ejemplo para entender mejor los casos y las resoluciones adoptadas.

Tabla 140. Casos de inconsistencia entre semanas ciclo productivo

N° caso	Factor de variación anterior	Factor de variación posterior	Descripción	Resolución
1	Su valor absoluto está bajo un umbral determinado (40%)	Su valor absoluto está bajo un umbral determinado (40%)	El valor analizado es coherente tanto con el valor anterior como con el valor posterior	Valor coherente
2	Su valor absoluto está bajo un umbral determinado (40%)	Su valor absoluto está sobre el umbral determinado (40%)	El valor analizado no tiene diferencias respecto de la semana anterior, pero si con la semana siguiente. Puede producirse en fases de siembra o cosecha.	Valor coherente
3	Su valor absoluto está sobre el umbral determinado (40%)	Su valor absoluto está bajo un umbral determinado (40%)	El valor analizado no tiene diferencias respecto de la semana siguiente, pero si con la semana anterior. Puede producirse en fases de siembra o cosecha.	Valor coherente
4	Ambos valores están sobre el umbral determinado (40%) y tienen el mismo signo (ambos positivos o negativos)		El valor analizado tiene diferencias notables con ambas semanas, y, además, las diferencias son positivas o negativas respecto de ambas semanas, lo que determina que es un número excesivamente grande o pequeño.	Valor erróneo
5	Ambos valores están sobre el umbral determinado (40%) y tienen el distinto signo (uno positivo y el otro negativo)		El valor analizado tiene diferencias notables con ambas semanas, pero respecto una semana es negativo y respecto de la otra es positivo, por lo que se supone una transición de valores brusca, pero al ir en el mismo sentido no se considera error	Valor coherente

Ejemplo: se supone un ciclo pequeño, en el que se valida el número de peces de saldo.

Tabla 141. Ejemplo de inconsistencia entre semanas de ciclo productivo

N° de semana	N° Peces Saldo	Factor de variación anterior	Factor de variación posterior	N° de caso	Resolución
1	140.000	100,00%	-42,85%	5	Valor coherente
2	200.000	30,00%	-150,00%	2	Valor coherente
3	500.000	60,00%	2,00%	3	Valor coherente
4	490.000	-2,04%	2,04%	1	Valor coherente
5	480.000	-2,08%	2,08%	1	Valor coherente
6	470.000	-2,13%	-878,72%	2	Valor coherente
7	4.600.000	89,78%	90,22%	4	Valor erróneo
8	450.000	-922,22%	2,22%	3	Valor coherente
9	440.000	-2,27%	4,55%	1	Valor coherente
10	420.000	-4,76%	64,29%	2	Valor coherente
11	150.000	-180,00%	99,93%	5	Valor coherente
12	100	-149900,00%	100,00%	5	Valor coherente

Además de revisar el porcentaje de variación, se contará con un margen de variación adicional tanto para peso como para número de peces. Esto se debe a que cuando los valores son muy grandes, el porcentaje de variación permite también variaciones muy grandes, las cuales hay que acotar.

Al igual que con el factor de variación, para suponer un valor erróneo, las diferencias respecto de la anterior y siguiente semana deben tener el mismo signo (es decir, el valor inconsistente es muy superior o muy inferior tanto a la semana anterior como a la posterior).

El margen de variación absoluto según variables será el siguiente:

- Para el peso promedio, se determinará erróneo un valor con diferencias respecto de la semana anterior y siguiente de más de 1.000 gr.
- Para el número de peces al inicio de la semana, se determinará erróneo un valor con diferencias respecto de la semana anterior y siguiente de más de 300.000 peces.

Solución

Se propone la misma solución que para sustituir valores fuera del rango absoluto. Aunque los valores sean erróneos por distintos motivos, al fin y al cabo, se han determinado erróneos y tienen que sustituirse, por lo que se utiliza la misma lógica de sustitución.

10.1.2.3 Estado de la semana

La semana productiva tendrá uno de los siguientes estados:

- **Ok:** los valores de peso promedio y número de peces de saldo son corrector y coherentes.
- **Sin declaración:** la semana no cuenta con declaración de mortalidad, por lo que el número de peces, el peso promedio y el número de jaulas son estimaciones según la metodología explicada en el apartado 6.1.1.2.
- **Alerta:** la semana tiene el número de peces y/o el peso promedio fuera del rango recomendado de validación, aunque dentro del rango absoluto. No se corrige, pero queda marcado como alerta.
- **Error absoluto:** la semana tiene el número de peces y/o el peso promedio fuera del rango absoluto de validación. El valor erróneo es corregido según la metodología explicada en el apartado 0
- **Error de contexto:** la semana tiene el número de peces y/o el peso promedio inconsistente según el contexto. El valor erróneo es corregido según la metodología explicada en el apartado 0

10.1.3 Obtener siembra

En esta actividad se obtienen las siembras a partir del sistema Reporteador de Sernapesca, y se realiza una búsqueda de siembras dentro de las fechas de inicio y término del ciclo. Si no existen siembra, se va ampliando el espacio de búsqueda.

10.1.3.1. Algoritmo de obtención

Los pasos para la obtención de información de siembra por ciclo son los siguientes:

a. Obtención de las siembras en las fechas de ciclo identificadas por mortalidad

Se obtienen las siembras producidas en el centro, acotadas por las siguientes fechas:

- Fecha de inicio de búsqueda de siembra: un mes antes de la primera mortalidad encontrada en el ciclo. Se supone un mes antes ya que existen centros que comienzan a declarar mortalidad después de haber realizado la primera siembra.
- Fecha de término de búsqueda de siembra: última fecha de mortalidad encontrada en el ciclo. Aunque el centro solo debería sembrar durante los primeros meses del ciclo, es posibles que al final del ciclo existan ingresos por diferencia, que se corresponden a ajustes por descuadres en el saldo, los que deben ser considerados.

b. Ampliación de la búsqueda en caso de no encontrar siembras suficientes

Existen centros en los que la primera declaración de mortalidad es muy posterior a la fecha de la siembra, y por lo tanto después de ejecutar el paso anterior el ciclo queda sin siembras asignadas. En estos casos, se amplía la búsqueda de siembra, restando en cada iteración un mes a la fecha de inicio de búsqueda. Mientras no se encuentren siembras suficientes[8], se sigue iterando y restando un mes a la fecha de inicio de búsqueda. Se termina la búsqueda al encontrar siembras suficientes o al haber adelantado un número determinado de meses la búsqueda. Este número de meses inicialmente se fija a 12 meses para un ciclo cerrado o abierto y 24 para un ciclo iniciado, es decir, para un ciclo cerrado se podrían buscar siembras hasta un año antes de su primera declaración de mortalidad, y para un ciclo abierto se buscaría hasta 2 años antes.

[8] Como siembras suficientes se entenderá cubrir al menos el 75% del saldo máximo encontrado

c. *Procesamiento de información*

Por último, se procesa la información obtenida.

- Se chequean posibles errores por ingresos iguales a cero o menores al saldo máximo declarado
- Se actualiza la fecha de inicio del ciclo en caso de que la fecha de la primera siembra sea anterior a la fecha de la primera declaración de mortalidad

10.1.3.2 Problemas encontrados

Los resultados preliminares arrojaron varias inconsistencias en base a la diferencia en número de peces de la siembra respecto de saldo máximo encontrado, cuando deberían ser número muy similares. Se identificaron los ciclos con mayor diferencia y se analizaron manualmente para poder entender el comportamiento o detectar si había algún problema en el cálculo. Se detallan los principales problemas encontrados y su corrección:

- Se encontraron registros de siembra duplicados. Este tipo de registros por lo general son declaraciones en el mismo mes que se hicieron tanto por SIEP como por SIFA. Para su solución, se consideran duplicados los ingresos SIEP si es que en el mismo mes tuvieron declaración de ingresos por SIFA[9].
- Declaraciones de mortalidad duplicadas, ingresadas a la base de información por estar en el listado de declaraciones por mail y en SIFA. Se entiende que son declaraciones inicialmente realizadas por mail, por lo que están en el listado de declaraciones por esta vía, pero posteriormente se regularizaron en SIFA. Para su solución, se eliminan las declaraciones por mail si es que para la misma semana hubo declaración por SIFA.
- Ingresos correspondientes a movimientos de desdoble, y no a ingresos en el centro. Para su solución, se eliminan los ingresos con igual centro de origen y destino declarados por SIFA.

Después de estas correcciones, se siguen encontrando casos con siembras muy superiores al saldo máximo válidas. Estos ciclos fueron revisados manualmente y se tratan de cifras correctas, ya que son ciclos con mortalidad temprana muy grande que vuelven a sembrar.

Este tipo de correcciones y validaciones en base a los ingresos y saldo máximo encontrado se realizaron sobre el listado de ciclos de engorda cerrados, dejando fuera los ciclos abiertos e iniciados.

[9] Se excluye el centro 110824, el que, aun teniendo registros de siembra con origen SIEP y GIA para el mismo mes, se comprobó que no se tratan de declaraciones duplicadas.

10.1.4. Guardar ciclos en base de datos

Los ciclos encontrados y toda la información asociada a éstos, se guarda en la base de datos del sistema. Para poder consultarla, se crearon vistas de información a partir de las cuales se han hecho los análisis de mortalidad de agua salada.

A continuación, se describen las vistas de información y cada uno de los campos que las componen.

10.1.4.1. Vistas

a) Vista ListadoCiclosProductivosEngorda

Lista todos los ciclos productivos de engorda detectados.

Se describen los campos contenidos y la descripción de cada uno de ellos:

Tabla 142. Vista Listado Ciclos Productivos Engorda

Campo	Descripción
IdCiclo	Identificador único de ciclo
CodigoCentro	Código SIEP
ACS	ACS a la que pertenece el centro
Macrozona	Macrozona a la que pertenece el centro
Región	Región a la que pertenece el centro
NCiclo	Posición que ocupa el ciclo dentro del listado de ciclos del centro
Estado	Estado del ciclo productivo (ok, ok con alerta, abierto o iniciado)
FechaInicio	Fecha de inicio del ciclo productivo (primera declaración de mortalidad o fecha de siembra, si es que se encontrara siembra previa a la declaración de mortalidad)
FechaInicioMortalidad	Fecha en la primera declaración de mortalidad del ciclo productivo
FechaFin	Fecha de término del ciclo productivo
Especie	Especie asociada al ciclo productivo
SemanasDuracion	Número de semanas de duración del ciclo productivo
Siembra	Siembra o abastecimiento a considerar para el ciclo. Es el máximo entre el número de peces sembrados y el saldo máximo encontrado por mortalidad.
SiembraReporteador	N° de peces sembrados en el ciclo en base a la información del reporteador
MaximoSaldoDeclarado	Saldo máximo semanal declarado por mortalidad
PesoInicial	Peso promedio de la primera semana del ciclo productivo
PesoFinal	Peso promedio de la última semana del ciclo productivo
MaxPesoPromedio	Peso promedio máximo encontrado
NMaxJaulas	Número máximo de jaulas semanales declaradas por mortalidad
MortalidadTotal	Número de peces de mortalidad total durante el ciclo
Secundaria	Número de peces de mortalidad por causa secundaria durante el ciclo
… <Resto de causas>	Número de peces de mortalidad según el resto de causa durante el ciclo

b) Vista ListadoSemanasProductivas

Lista todas las semanas productivas pertenecientes a los ciclos productivos de engorda detectados.

Se describen los campos contenidos y la descripción de cada uno de ellos:

Tabla 143. Vista Listado Semanas Productivas

Campo	Descripción
IdCiclo	Identificador único de ciclo
CodigoCentro	Código SIEP
IdSemana	Posición que ocupa el ciclo dentro del listado de ciclos del centro
FechaInicio	Fecha de inicio del ciclo productivo (primera declaración de mortalidad o fecha de siembra, si es que se encontrara siembra previa a la declaración de mortalidad)
FechaFin	Fecha de término del ciclo productivo
NSemana	Número de semana del año
Año	Año correspondiente a la declaración
NSemanaAcumulada	Número de semana acumulado, siendo un ordinal que comienza en la semana 1 de 2011.
Estado	Estado de la semana productiva (ok, sin declaración, alerta, error absoluto o error de contexto)
Especie	Especie asociada
PesoPromedio	Peso promedio de la semana
PesoPromedioErroneo	Peso promedio de la semana antes de ser corregido. Si es NULL es que el valor original es correcto y no se realizó corrección.
IncrementoPeso	Incremento de peso respecto de la semana anterior
EtapaT	Etapa T1, T2 o T3 (en función del peso promedio)
SaldoInicial	Saldo al inicio de la semana declarado
SaldoInicialErroneo	Saldo al inicio de la semana antes de ser corregido. Si es NULL es que el valor original es correcto y no se realizó corrección.
NJaulas	Número de jaulas declaradas en la semana
MortalidadTotal	Número de peces de mortalidad total durante la semana
Secundaria	Número de peces de mortalidad por causa secundaria durante la semana
… <Mortalidad para el resto de las causas>	Número de peces de mortalidad según el resto de causa durante la semana
MortalidadTotalAcumulada	Número de peces de mortalidad acumulados desde el inicio del ciclo a la semana observada
SecundariaAcumulada	Número de peces de mortalidad por causa secundaria acumulados desde el inicio del ciclo a la semana observada
… <Mortalidad acumulada para el resto de causas>	Número de peces de mortalidad según el resto de las causas acumuladas desde el inicio del ciclo a la semana observada

10.1.5 Anexo N°1.1: Valores y constantes establecidas Algoritmo ciclos productivos

Se exponen los valores y parámetros utilizados en el programa.

10.1.5.1. Parámetros para el cálculo de ciclos productivos

Son los parámetros utilizados en la lógica de cálculo de ciclos productivos. Estos parámetros fijan las condiciones de inicio y cierre de los ciclos, así como los posibles errores a encontrar.

Hay que considerar que estos valores deben ser suficientemente holgados para poder cubrir cualquier caso, ya que si se acotan y se aproximan al valor usual de comportamiento no reconocerán ciclos con condiciones más extremas, aunque válidos.

Tabla 144. Parámetros para el cálculo de ciclos productivos, sistema de ciclos productivos.

Variable	Desglose	Valor
N° mínimo de semanas que dura un ciclo	Salar	25
	Trucha	20
	Coho	20
N° máximo de semanas que dura un ciclo	Salar	130
	Trucha	100
	Coho	100
Decremento de peso para identificar término de ciclo productivo	Salar	2.000 gr
	Trucha	1.000 gr
	Coho	1.000 gr
Peso de cosecha mínimo	Salar	1.500 gr
	Trucha	1.200 gr
	Coho	1.200 gr
Peso de siembra máximo (smolt)	Salar	750 gr
	Trucha	1.000 gr
	Coho	750 gr
N° de semanas sin declaración para término de ciclo	-	10
N° de semanas sin declaración para término de ciclo, además de otras condiciones	-	3

10.1.5.2 Rangos de validación

Son los rangos de validación para el número de peces semanal y el peso promedio que permiten identificar valores erróneos o en alerta.

Tabla 145. Rangos de validación peso promedio, N° peces y en programa de ciclos productivos.

Variable	Desglose	Valor
Peso promedio mínimo absoluto	-	10 gr
Peso promedio máximo absoluto	Salar	20.000 gr
	Trucha	12.000 gr
	Coho	12.000 gr
Peso promedio mínimo recomendado	Salar	80 gr
	Trucha	80 gr
	Coho	50 gr
Peso promedio máximo recomendado	Salar	7.500 gr
	Trucha	5.000 gr
	Coho	5.000 gr
N° de peces mínimo absoluto semanal por centro	-	10
N° de peces máximo absoluto semanal por centro	-	4.000.000
N° de peces mínimo recomendado semanal por centro	-	20.000
N° de peces máximo recomendado semanal por centro	-	1.600.000

10.1.6 Anexo N°1.2: Tablas de códigos Algoritmo ciclos productivos

a) Tabla de códigos de especie

Tabla 146. Tabla de código de especies de cultivo utilizadas en el programa de ciclos productivos

Código Especie	Especie
302	SALMON COHO
311	TRUCHA ARCOIRIS
301	SALMON DEL ATLANTICO

b) Tabla de códigos de etapas

Tabla 147. Tabla de código de etapas de cultivo utilizadas en el programa de ciclos productivos.

Código Etapa Cultivo	Etapa Cultivo
1	ADULTOS
2	OVAS
3	LARVAS
4	SEMILLAS
5	ALEVINES
6	SMOLTS
7	JUVENILES
8	REPRODUCTORES
9	GAMETOS
10	CELULAS (Microalgas)
11	CRECIMIENTO (ALGAS)
99	SIN ETAPA DE CULTIVO
100	ENGORDA

c) Tabla de estados de ciclo productivo

Tabla 148. Tabla de estados de ciclos productivos del programa de ciclos productivos

Código Estado	Estado del ciclo productivo
1	En proceso de construcción (a nivel de desarrollo, no disponible en BD)
2	Ciclo cerrado ok
3	Ciclo abierto
4	Ciclo con problemas
5	Ciclo iniciado
6	Smoltificación
7	Reproducción
10	Error

d) Tabla de estados de semana productiva

Tabla 149. Tabla de estados de semana productiva del sistema de ciclos productivos.

Código Estado	Estado del ciclo productivo
0	Semana sin declaración
2	Semana productiva ok
3	Alerta por valor fuera de rango recomendado
4	Error por valor fuera de contexto
5	Error por valor fuera de rango absoluto

10.2. Anexo N°2: Fechas periodos productivo último y penúltimo cerrado por ACS

	Penúltimo periodo productivo cerrado		Último periodo productivo cerrado	
ACS	Fecha inicio periodo	Fecha término periodo	Fecha inicio periodo	Fecha término periodo
1	01-04-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-12-2016
2	01-04-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-12-2016
3A	01-02-2014	31-10-2015	01-02-2016	31-10-2017
3B	01-07-2012	31-01-2014	01-05-2014	31-01-2016
6	01-03-2014	30-09-2015	01-01-2016	31-08-2017
7	01-04-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-01-2017
8	01-11-2011	31-10-2013	01-02-2014	31-01-2016
9A	01-06-2013	28-02-2015	01-06-2015	28-02-2017
9B	01-08-2012	30-04-2014	01-08-2014	30-04-2016
9C	01-07-2013	31-03-2015	01-07-2015	30-06-2017
10A	01-11-2012	31-07-2014	01-11-2014	31-07-2016
10B	01-07-2012	31-03-2014	01-07-2014	31-03-2016
11	01-04-2012	31-01-2014	01-04-2014	31-12-2015
12A	01-08-2013	30-04-2015	01-08-2015	30-04-2017
12B	01-08-2012	30-04-2014	01-08-2014	30-04-2016
14	01-09-2013	31-05-2015	01-09-2015	31-05-2017
15	01-10-2013	30-06-2015	01-10-2015	30-06-2017
16	01-03-2014	30-11-2015	01-03-2016	30-11-2017
17A	01-08-2012	30-04-2014	01-08-2014	30-04-2016
17B	01-04-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-12-2016
18A	01-09-2011	31-08-2013	01-12-2013	30-11-2015
18B	01-07-2012	31-03-2014	01-07-2014	31-03-2016
18C	01-02-2013	31-10-2014	01-02-2015	31-10-2016
18D	01-01-2014	30-09-2015	01-01-2016	30-09-2017
18E	01-04-2012	31-03-2014	01-07-2014	31-01-2016
19A	01-11-2012	31-07-2014	01-11-2014	31-07-2016
19B	01-09-2013	30-06-2015	01-10-2015	30-06-2017
20	01-11-2013	31-07-2015	01-11-2015	31-07-2017
21A	01-03-2013	28-02-2015	01-06-2015	31-05-2017
21B	01-01-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-03-2017
21C	01-06-2012	31-05-2014	01-09-2014	31-08-2016
21D			01-04-2014	31-12-2015
22A	01-10-2012	30-09-2014	01-01-2015	31-12-2016
22B	01-11-2011	31-10-2013	01-02-2014	31-01-2016

	Penúltimo periodo productivo cerrado		Último periodo productivo cerrado	
ACS	Fecha inicio periodo	Fecha término periodo	Fecha inicio periodo	Fecha término periodo
22C	01-01-2012	31-01-2014	01-04-2014	31-05-2016
22D	01-12-2012	30-11-2014	01-03-2015	28-02-2017
23A	01-08-2013	31-07-2015	01-11-2015	31-10-2017
23B	01-11-2012	31-10-2014	01-02-2015	31-01-2017
23C	01-07-2013	30-06-2015	01-10-2015	30-09-2017
24	01-10-2011	30-09-2013	01-01-2014	31-12-2015
25A			01-03-2013	30-09-2015
25B			01-12-2014	31-03-2017
26A	01-07-2013	30-06-2015	01-10-2015	31-07-2017
26B	01-04-2013	31-12-2014	01-04-2015	31-12-2016
27	01-01-2012	31-10-2013	01-02-2014	31-01-2016
28A	01-04-2012	31-12-2013	01-04-2014	31-12-2015
28B	01-07-2013	30-06-2015	01-10-2015	30-09-2017
28C			01-09-2014	31-05-2016
29			01-04-2015	31-03-2017
30A	01-07-2013	31-03-2015	01-07-2015	31-03-2017
30B	01-09-2012	31-08-2014	01-12-2014	31-10-2016
31A	01-11-2011	31-10-2013	01-02-2014	31-01-2016
31B	01-03-2013	28-02-2015	01-06-2015	31-05-2017
32	01-07-2012	31-03-2014	01-07-2014	31-03-2016
33	01-02-2013	31-01-2015	01-05-2015	30-04-2017
34	01-09-2011	31-08-2013	01-12-2013	30-11-2015
35	01-01-2012	31-12-2013	01-04-2014	31-03-2016
44[10]	01-12-2011	30-04-2014		
45	16-11-2012	31-01-2015	01-05-2015	31-07-2017
49A			01-12-2014	30-11-2017
54A			01-10-2014	30-11-2016
55			01-08-2013	29-02-2016
56			01-01-2014	30-09-2016
57			01-06-2015	14-10-2017

[10] Caso especial ACS no presenta último periodo ya que se excluyó del análisis. El último periodo de la ACS 44 fue descartado del análisis dado que los ciclos productivos del periodo en cuestión se encuentran en calidad de "iniciado" o "no operativo", por lo que no registran información para analizar.

10.3. Anexo N°3: Análisis número de individuos máximo y peso promedio agua dulce

Las declaraciones de mortalidad de las pisciculturas siguen el mismo formato que las declaraciones de mortalidad de centros de cultivo de agua de mar, con la diferencia que, en vez de realizar la declaración por unidad de cultivo, en este caso se realiza por grupo de peces. Esta declaración se realiza de forma semanal por la plataforma informática SIFA.

Lamentablemente, campos importantes para el análisis posterior de la información tal como el peso promedio y el número de individuos máximo, no tiene ningún tipo de validación al momento que esta es registrada y subida al sistema, por lo que el propósito de este análisis era ver qué tan variables son los valores registrados como peso promedio y número de individuos máximo, que son tremendamente útiles e importantes para análisis estadísticos posteriores que se puedan realizar con esta información. Sin embargo la gran viariabilidad de la información hace difícil identificar si valores que se escapan mucho del promedio efectivamente son errores de ingreso o son valores correctos, por lo que para el caso del análisis de la mortalidad de agua dulce, se optó por realizar análisis de prevalencia, presencia y frecuencia, más que el análisis en función de peso y número de ejemplares. De todas formas, es importante mostrar lo resultados de este análisis, para así concientizar acerca de la idea de generar oportunidades de mejora, como la importancia de la definición de validadores de rangos máximos y mínimos recomendados y absolutos para estos campos.

10.3.1. Análisis para validación número de individuos máximo

Dentro de los campos que el titular debe registrar en la declaración de mortalidades, es obligatorio registrar el número de individuos máximo, que corresponde al número de individuos al inicio de la semana más los individuos ingresados en dicha semana. Este campo a pesar de que es comparado contra la existencia de esa semana, que es registrada en el módulo de existencias de SIFA, si el titular registra un valor mayor o menor a éste en la planilla, el sistema igualmente permite el registro de este valor, por lo que este campo no tiene ningún tipo de validación respecto a algún rango de número de individuos recomendado. En la Figura 32 destacado en un cuadro rojo, se indica la ubicación del campo N° de individuos máximo en la planilla Excel utilizada para la declaración de mortalidades en SIFA.

Figura 32. Campo N° de individuos máximo en planilla de declaración de mortalidades.

Para este análisis de comportamiento de la variable número de individuos máximo, se hizo un estudio por etapa y especie, considerando las especies salmón del atlántico, salmón coho y trucha arcoíris, y las etapas de cultivo alevín y smolt.

Para el caso de número de individuos, en etapa alevín y especie salmón del atlántico, el Gráfico 318 muestra a partir del percentil 75% que el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 54.058.297 individuos, lo que se traduce en una variación de 74.089% respecto a la mediana, esto se debe a que claramente el valor máximo corresponde a un valor atípico. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 318. Percentiles N° individuos máximo alevín, salmón del atlántico en agua dulce

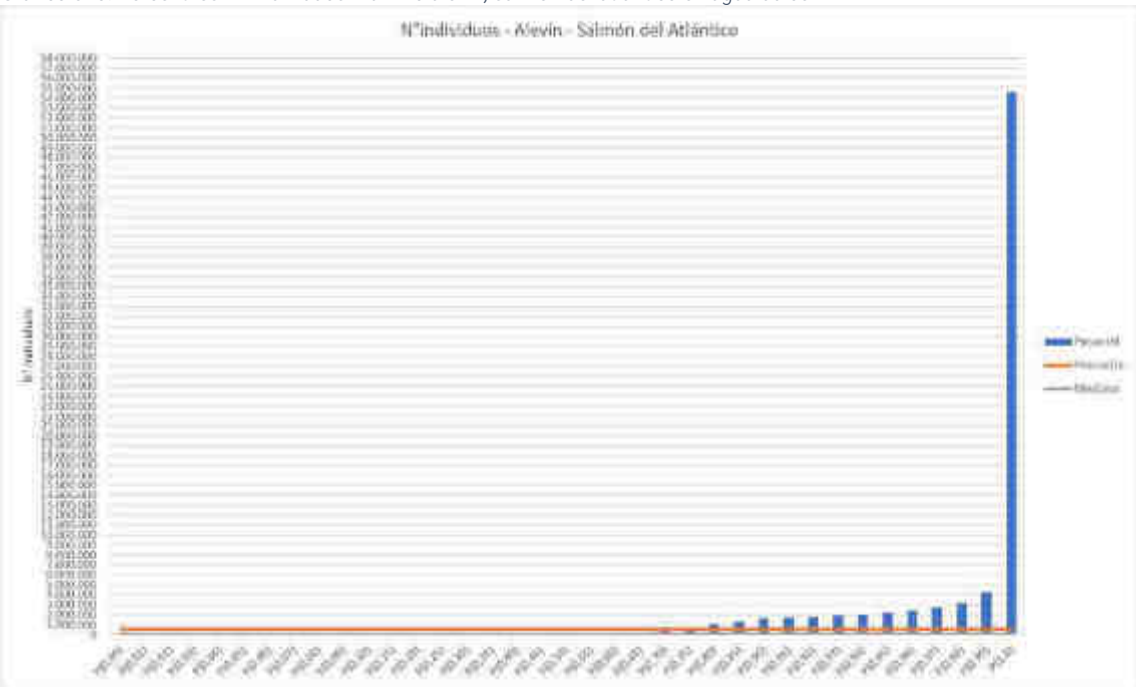


Tabla 150. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, salmón del atlántico en agua dulce

Especie	*SALMON DEL ATLANTICO*
Etapa Cultivo	ALEVINES
Cantidad Registros	126.244
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Maximo* P (1,0)**	54.578.685
Promedio	520.388
Desv. Estándar	962.925
Mediana	73.567

Para el caso de la etapa alevín y la especie salmón coho, el Gráfico 319 muestra a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 9.354.003 individuos, lo que se traduce en una variación de 15.318% respecto a la mediana. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 319. Percentiles N° individuos máximo alevín, salmón coho en agua dulce

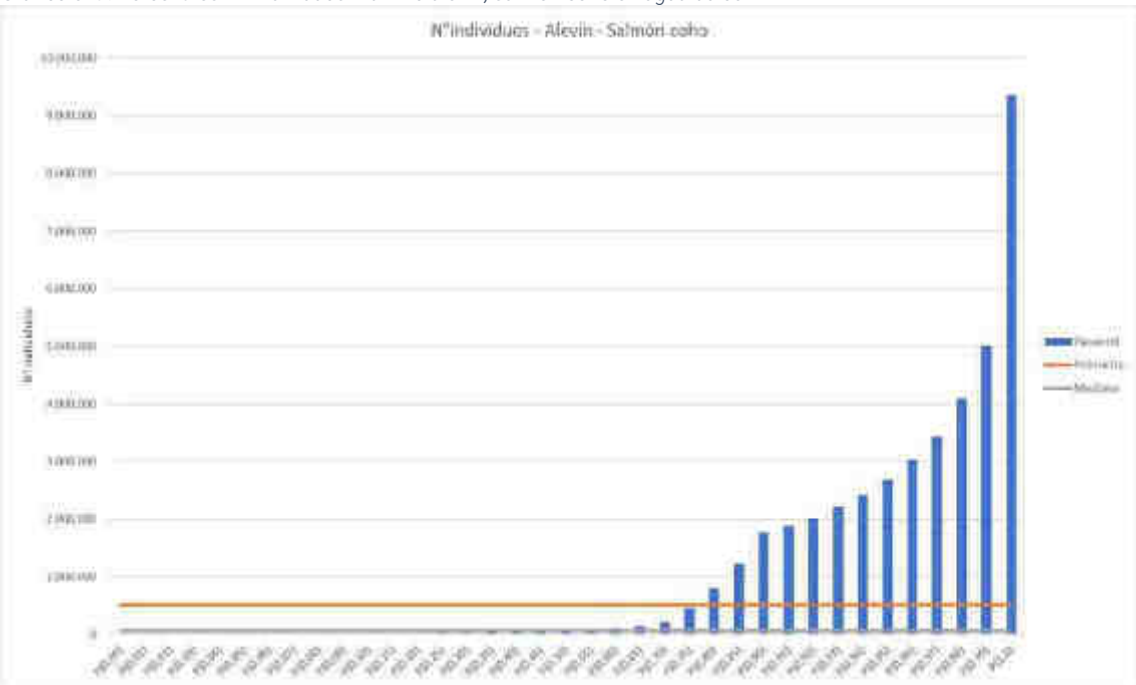


Tabla 151. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, salmón coho en agua dulce

Especie	*SALMON COHO*
Etapa Cultivo	ALEVINES
Cantidad Registros	25.882
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Máximo* P (1,0)**	9.354.003
Promedio	515.827
Desv. Estándar	1.021.184
Mediana	60.666

Para el caso de número de individuos, en etapa alevín y especie trucha arcoíris, el Gráfico 320 muestra a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 42.835.566 individuos, lo que se traduce en una variación de 56.566%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 320. Percentiles N° individuos máximo alevín, trucha arcoíris en agua dulce

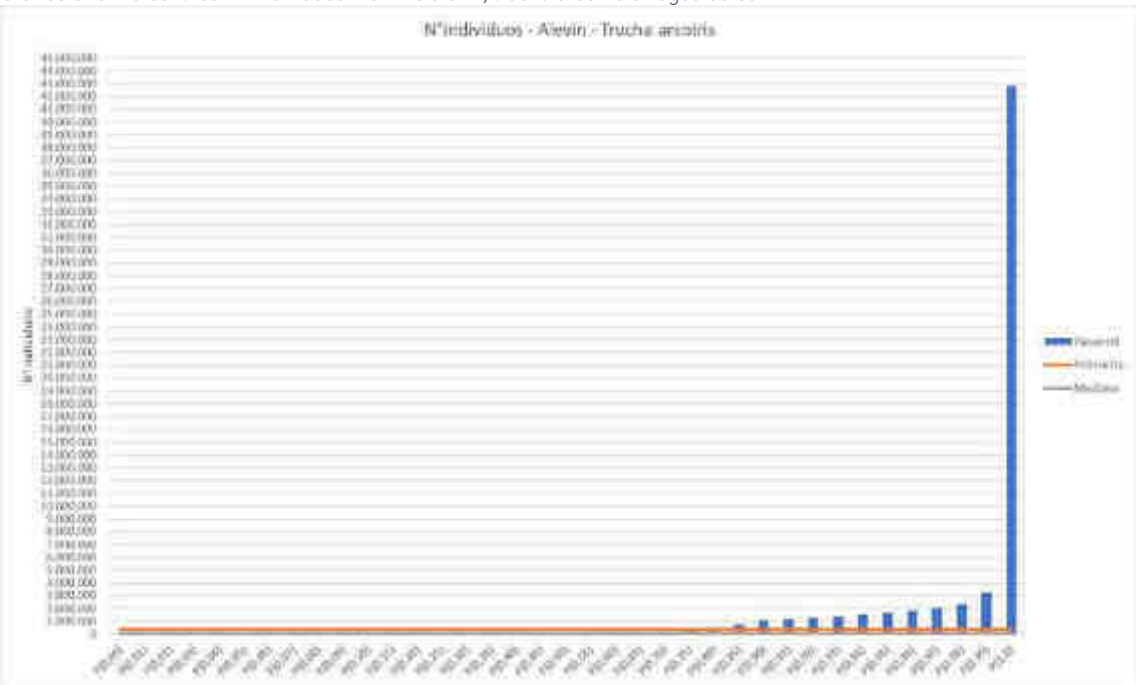


Tabla 152. Estadísticas N° individuos máximo, alevín, trucha arcoíris en agua dulce

Especie	*TRUCHA ARCOIRIS*
Etapa Cultivo	ALEVINES
Cantidad Registros	59.371
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Máximo* P (1,0)**	42.835.566
Promedio	351.252
Desv. Estándar	737.533
Mediana	75.593

Para el caso de número de individuos, en etapa smolt y especie salmón del atlántico, el Gráfico 321 muestra a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 29.461.146 individuos, lo que se traduce en una variación de 51.655%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 321.Percentiles N° individuos máximo smolt, salmón del atlántico en agua dulce

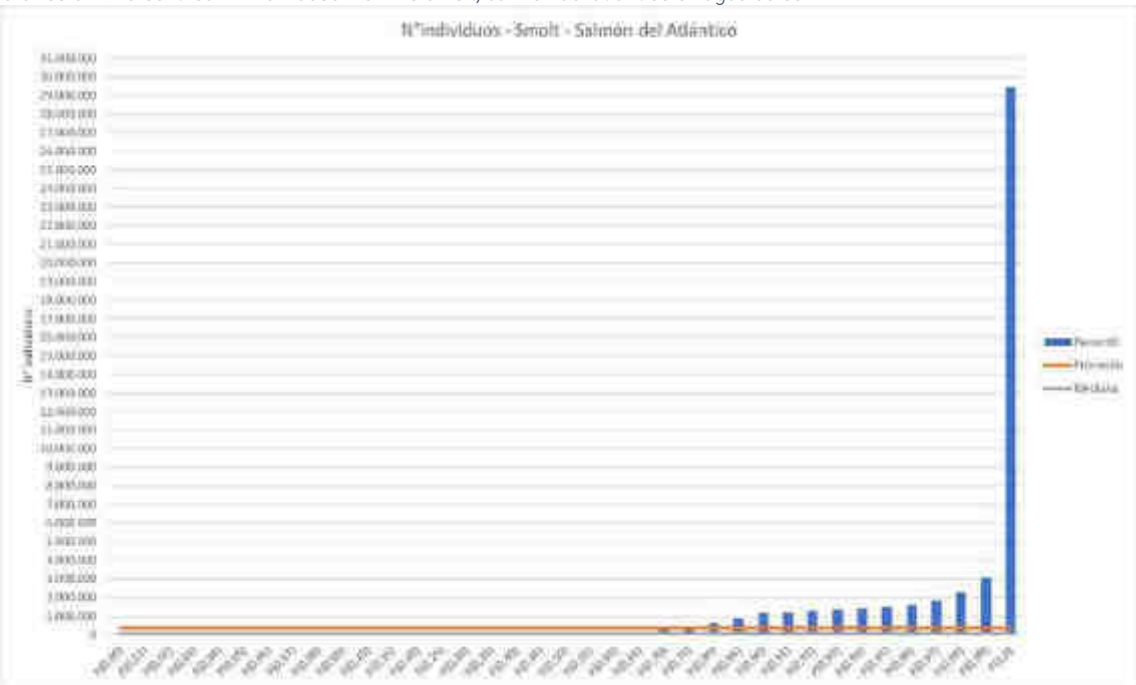


Tabla 153.Estadísticas N° individuos máximo smolt, salmón del atlántico en agua dulce

Especie	*SALMON DEL ATLANTICO*
Etapa Cultivo	SMOLTS
Cantidad Registros	31.790
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Máximo* P (1,0)**	29.461.146
Promedio	357.036
Desv. Estándar	663.316
Mediana	56.924

Para el caso de número de individuos, en etapa smolt y especie salmón coho, el Gráfico 322 muestra a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 7.677.974 individuos, lo que se traduce en una variación de 15.630%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 322.Percentiles N° individuos máximo smolt, salmón coho en agua dulce

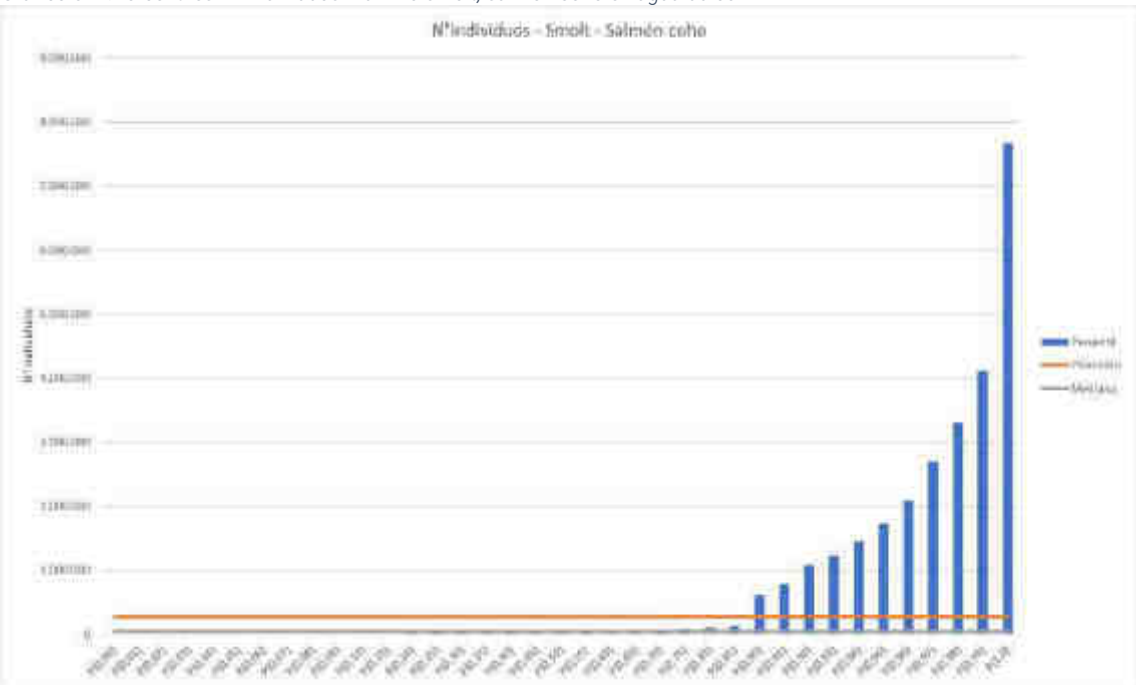


Tabla 154. Estadísticas N° individuos máximo smolt, salmón coho en agua dulce

Especie	*SALMON COHO*
Etapa Cultivo	SMOLTS
Cantidad Registros	10.763
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Máximo* P (1,0)**	7.677.974
Promedio	275.367
Desv. Estándar	794.350
Mediana	48.810

Para el caso de número de individuos, en etapa smolt y especie trucha arcoíris, el Gráfico 323 muestra a partir del percentil 75% el número de individuos sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 4.066.108 individuos, lo que se traduce en una variación de 8.906%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 1, llegando la variación a un -99,9%.

Gráfico 323. Percentiles N° individuos máximo smolt, trucha arcoíris en agua dulce

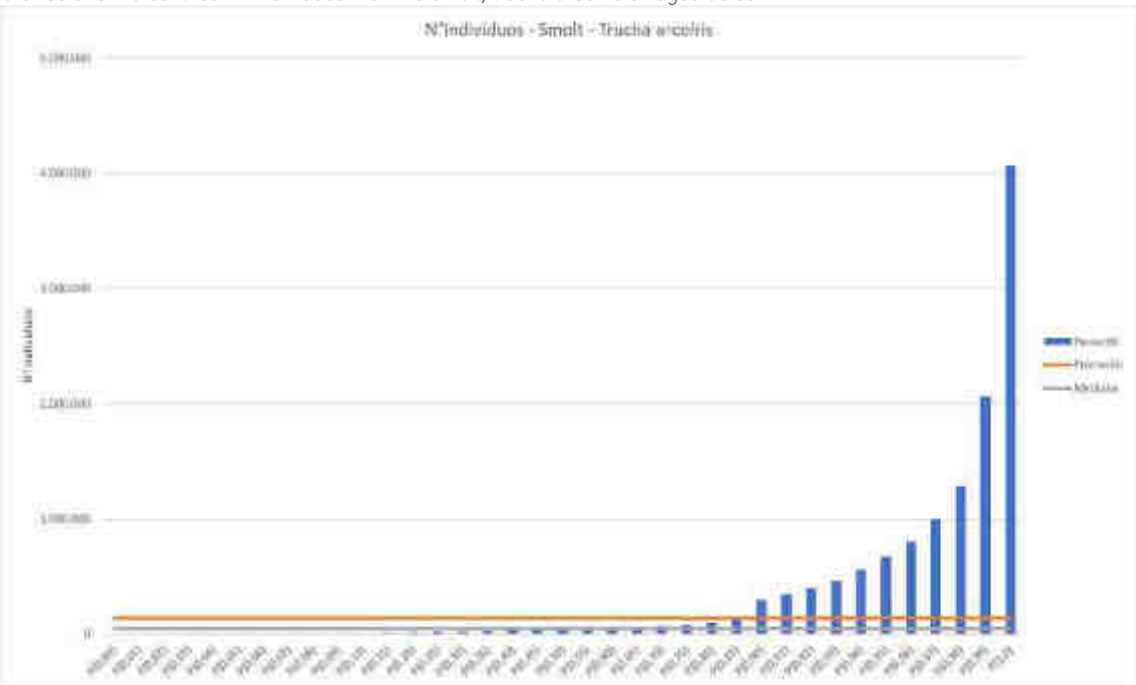


Tabla 155. Estadísticas N° individuos máximo smolt, trucha arcoíris en agua dulce

Especie	*TRUCHA ARCOIRIS*
Etapa Cultivo	SMOLTS
Cantidad Registros	17.150
***Mínimo* P (0,0)**	1
***Máximo* P (1,0)**	4.066.108
Promedio	139.598
Desv. Estándar	366.796
Mediana	45.148

En la Tabla 156, se muestran por especie y etapa los valores de número de individuos máximo determinados por cada percentil. A simple vista se puede ver que en los percentiles de los extremos se generan las diferencias más grandes. Por ejemplo, en el caso de los valores máximos, más precisamente considerando los percentiles 0 y 100 presentan valores extremadamente diferentes con respecto al percentil 1 y 99 respectivamente. Para el caso la etapa alevín para todas las especies, la variación promedio entre el percentil 99 y el percentil 100, es de 752%, y en el caso de la etapa smolt, la variación promedio entre el percentil 99 y el percentil 100, es de 345,5%. Si ahora se consideran los valores inferiores, tomando en cuenta los percentiles 0 y 1 que tienen la diferencia más marcada, la variación promedio para la etapa alevines es de 99,9% y para la etapa de smolt es de 99,8%.

Los datos más regulares se encuentran entre el percentil 25 y el 75, sin embargo es importante verificar si los datos registrados en los percentiles que están fuera de este rango son efectivamente correctos, como que correspondan a situaciones especiales, o es información errónea por mala digitación, ya que considerar sólo la información entre los percentiles 25 y 75 para estudios futuros, significaría sacar del análisis el 50% de la data total, lo que evidentemente afecta los resultados que se pudieran tener de análisis futuros.

Por ejemplo, en el caso de los percentiles que están sobre el percentil 75, es importante analizar si estos números de peces tan altos se podrían relacionar con pisciculturas con sistema de recirculación de agua, que tienen una capacidad mayor respecto a las pisciculturas sin este sistema, y que por lo tanto tienen mayor capacidad para cultivar peces. En el caso de los percentiles bajo el percentil 25, como por ejemplo el caso del percentil 0 donde el valor para todas las especies y etapas es de 1 ejemplar, esto podría explicarse por pisciculturas que en algún momento no han podido declarar "sin mortalidad en el periodo" en el sistema, y para regularizar su situación, hayan declarado el valor 1, u otra situación especial.

Tabla 156. Percentiles número de individuos máximo por especie y etapa.

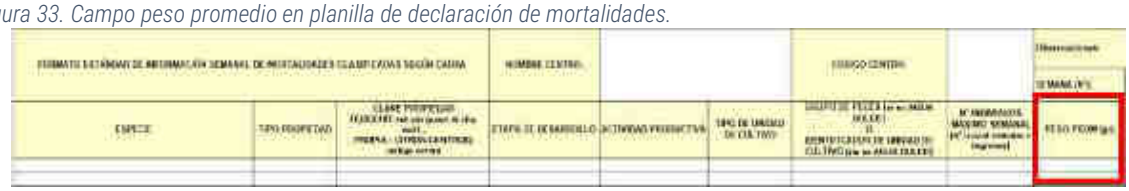
Especie	Etapa	P(0,00)	P(0,01)	P(0,05)	P(0,10)	P(0,15)	P(0,20)	P(0,25)	P(0,30)	P(0,35)	P(0,40)	P(0,45)	P(0,50)	P(0,55)	P(0,60)	P(0,65)	P(0,70)	P(0,75)	P(0,80)	P(0,85)	P(0,90)	P(1,0)
Salmón del atlántico	Alevín	1,0	1.531,0	8.307,0	14.717,0	19.772,5	25.014,0	30.024,8	37.223,9	44.177,0	50.799,7	58.242,7	73.546,5	100.956,0	543.094,6	732.131,0	412.958,7	596.647,0	1.097.804,0	2.144.524,8	4.239.390,7	56.578.605,0
Salmón coho	Alevín	1	450,0	680,0	1.717,0	5.022,2	14.310,0	33.612,0	37.835,3	34.888,7	43.204,8	53.014,7	60.660,5	74.550,0	105.096,6	141.553,0	218.384,0	450.288,0	832.073,3	2.383.746,0	5.010.135,4	8.354.005,0
Trucha arcoíris	Alevín	1,0	527,0	6.327,0	14.241,0	24.094,5	32.881,0	42.864,0	50.161,0	56.575,0	60.147,0	66.750,5	75.591,0	88.990,5	110.321,0	145.602,5	202.331,0	314.093,5	475.721,0	1.038.674,5	3.270.524,9	41.835.588,0
Salmón del atlántico	Smolt	1,0	186,0	3.529,0	8.540,0	13.241,4	16.130,5	21.146,0	27.594,8	33.704,5	41.433,0	48.322,3	56.201,0	73.030,0	101.401,2	167.115,8	280.790,0	441.952,8	919.531,4	1.922.835,2	4.065.206,9	20.461.106,0
Salmón coho	Smolt	1,0	566,0	3.089,0	8.369,0	13.670,0	22.835,0	29.226,0	33.223,0	36.332,0	40.874,0	45.024,0	48.820,0	51.440,0	55.234,0	62.898,0	70.774,0	88.333,0	100.508,0	1.739.507,0	4.322.588,4	7.677.934,0
Trucha arcoíris	Smolt	1,0	377,0	2.615,0	5.023,0	11.580,0	17.977,0	20.298,0	23.031,1	27.228,0	32.555,6	39.962,1	45.142,1	48.665,7	52.685,4	57.807,0	66.387,7	77.600,0	86.528,0	671.550,1	2.661.303,0	4.004.300,0

Por último, se recomienda la validación de esta información por piscicultura, identificando la capacidad máxima promedio semanal y anual por cada una de ellas. Luego realizar un análisis de la estos datos desglosado para determinar si la tendencia es uniforme, e incorporar el mínimo y máximo anual. Luego de identificar los valores máximos, mínimos y promedio, se validan las declaraciones de mortalidad, verificando si los valores muy altos sobrepasan la capacidad determinada para cada piscicultura. Luego esta información analizarla con juicio experto de profesionales del Servicio Nacional de Pesca para llegar al menos a identificar valores mínimo y máximo recomendados, con la posibilidad de incorporarlos como advertencia al cargar la planilla de mortalidades, y así reducir la posibilidad de error.

10.3.2 Análisis para validación de peso promedio

Dentro de los campos que el titular debe registrar en la declaración de mortalidades, es obligatorio registrar el peso promedio medido en gramos. Este campo tampoco tiene ningún tipo de validación, por lo que el titular puede registrar cualquier valor, por lo que se puede cometer el error de registrar un valor incorrecto, ya porque está mal escrito o que se equivoque en la unidad de medida, registrando el peso promedio en kilos en vez de gramos, por ejemplo. En la Figura 33 destacado en un cuadro rojo se muestra la ubicación del campo N° de individuos máximo en la planilla Excel utilizada para la declaración de mortalidades en SIFA.

Figura 33. Campo peso promedio en planilla de declaración de mortalidades.



Al igual que en el análisis del número de individuos, se analizó el comportamiento del peso promedio por etapa y especie, considerando las especies salmón del atlántico, salmón coho y trucha arcoíris, y las etapas de cultivo alevín y smolt.

Tomar en consideración que en todos los gráficos de esta sección se eliminó el percentil 100, debido a que la diferencia respecto al percentil 99 es demasiado grande, y por lo tanto no permite visualizar el resto de los percentiles en el gráfico. Si se desea consultar el peso promedio del percentil 100, revisar la tabla resumen que está a continuación de cada uno de los gráficos, donde se puede consultar el campo “Máximo P (1,0)”.

Para el caso del peso promedio para etapa alevín y especie salmón del atlántico, el Gráfico 324 muestra a partir del percentil 75% el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 141.163 gramos, lo que se traduce en una variación de 1.085.769,2%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo valor encontrado es 0,0000001 gramos, que corresponde a una variación de -99,9%.

En la Tabla 157, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 324. Percentiles peso promedio alevín, salmón del atlántico en agua dulce.

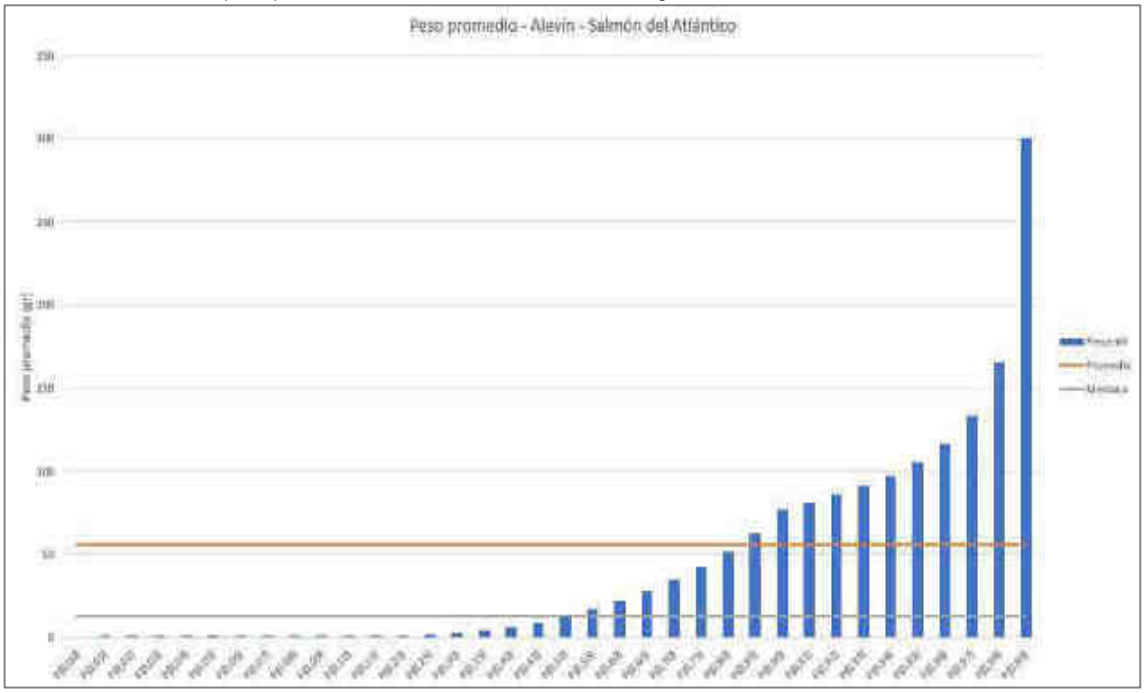


Tabla 157. Estadísticas peso promedio alevín, salmón del atlántico en agua dulce

Especie	*Salmón del atlántico*
Etapa de cultivo	Alevín
Cantidad Registros	126.244
Mínimo P (0,0)	0,0000001
Máximo P (1,0)	141.163
Promedio	56
Desv. Estándar	865
Mediana	13

Para el caso del peso promedio para etapa alevín y especie salmón coho, el Gráfico 325 muestra a partir del percentil 75% que el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una

diferencia máxima de 290.743 gramos, lo que se traduce en una variación de 4.845.616,7%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el valor mínimo encontrado es 0,00005 gramos, que corresponde a una variación de -99,9%.

En la Tabla 158, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 325. Percentiles peso promedio alevín, salmón coho en agua dulce.

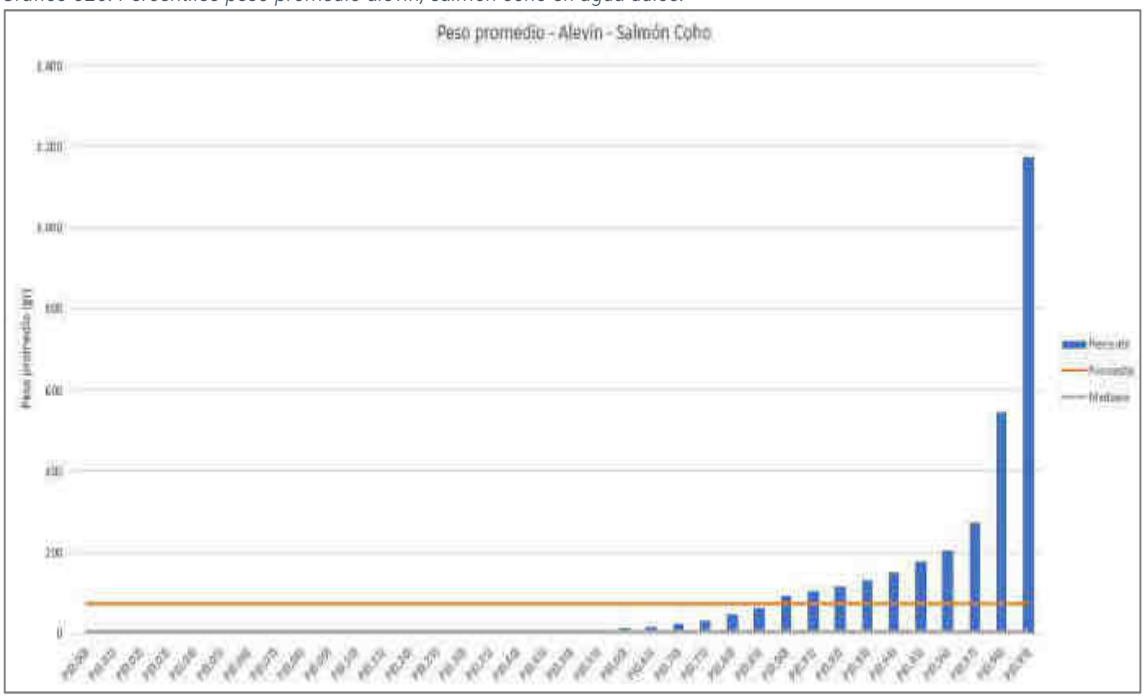


Tabla 158. Estadísticas peso promedio alevín, salmón coho en agua dulce

Especie	*Salmón coho*
Etapa de cultivo	Alevín
Cantidad Registros	25.882
Mínimo P (0,0)	0,00005
Máximo P (1,0)	290.743
Promedio	76
Desv. Estándar	1.905
Mediana	6

Para el caso del peso promedio para etapa alevín y especie trucha arcoíris, el Gráfico 326 muestra a partir del percentil 75% el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 1.942.728 gramos, lo que se traduce en una variación de 10.792.833,3%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo valor encontrado es 0 gramos, que corresponde a una variación de -100%.

En la Tabla 159, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 326. Percentiles peso promedio alevín, trucha arcoíris en agua dulce.

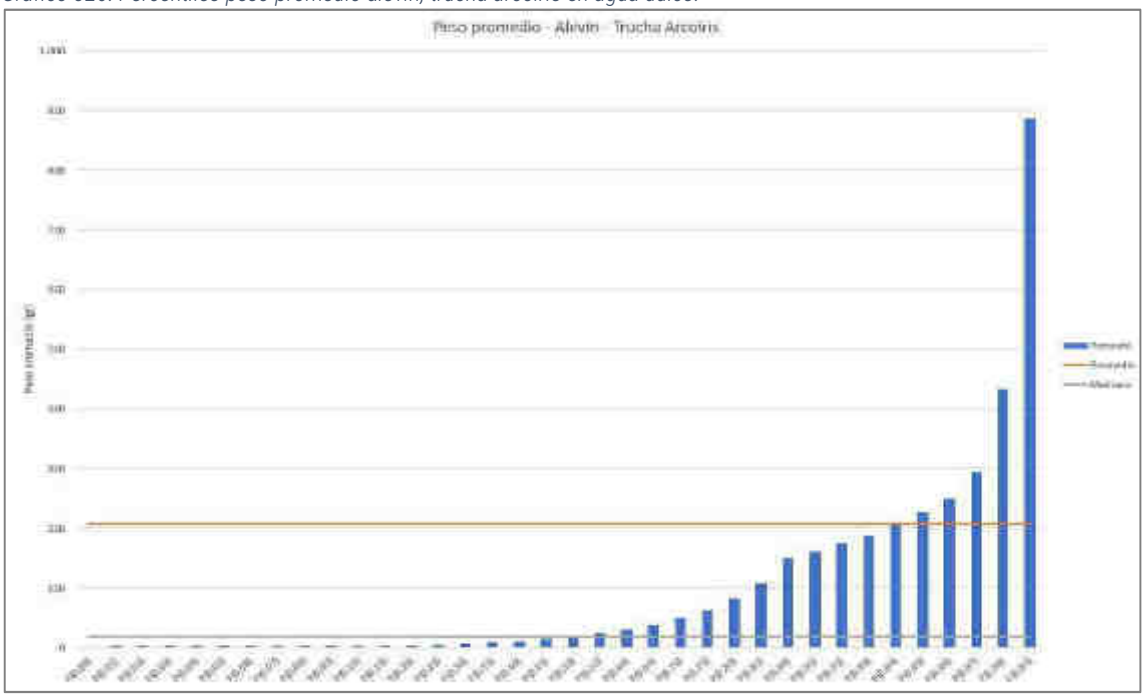


Tabla 159. Estadísticas peso promedio alevín, trucha arcoíris en agua dulce

Especie	*Trucha arcoíris*
Etapa de cultivo	Alevín
Cantidad Registros	59.371
Mínimo P (0,0)	0
Máximo P (1,0)	1.942.728
Promedio	206
Desv. Estándar	14.183
Mediana	18

Para el caso del peso promedio para etapa smolt y especie salmón del atlántico, el Gráfico 327 muestra a partir del percentil 75% el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 562.454 gramos, lo que se traduce en una variación de 639.052,3%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo valor encontrado es 0,001 gramos, que corresponde a una variación de -99,9%.

En la Tabla 160, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 327. Percentiles peso promedio smolt, salmón del atlántico en agua dulce.

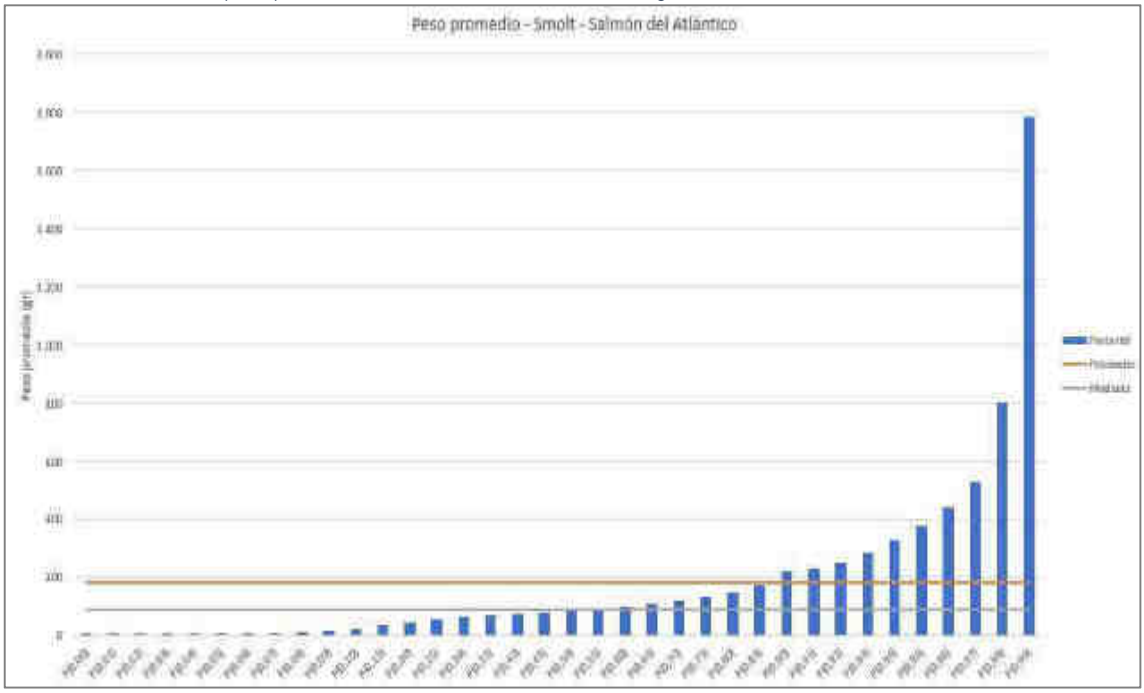


Tabla 160. Estadísticas peso promedio smolt, salmón del atlántico en agua dulce

Especie	*Salmón del atlántico*
Etapa de cultivo	Smolt
Cantidad Registros	31.790
Mínimo P (0,0)	0,001
Máximo P (1,0)	562.454
Promedio	180
Desv. Estándar	3.201
Mediana	88

Para el caso del peso promedio para etapa smolt y especie salmón coho, el Gráfico 328 muestra a partir del percentil 75% el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 45.435 gramos, lo que se traduce en una variación de 56.693%, observando la gran variación que existe de pesos promedio. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo valor encontrado es 0,25 gramos, que corresponde a una variación de -99,7%.

En la Tabla 161, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 328. Percentiles peso promedio smolt, salmón coho en agua dulce.

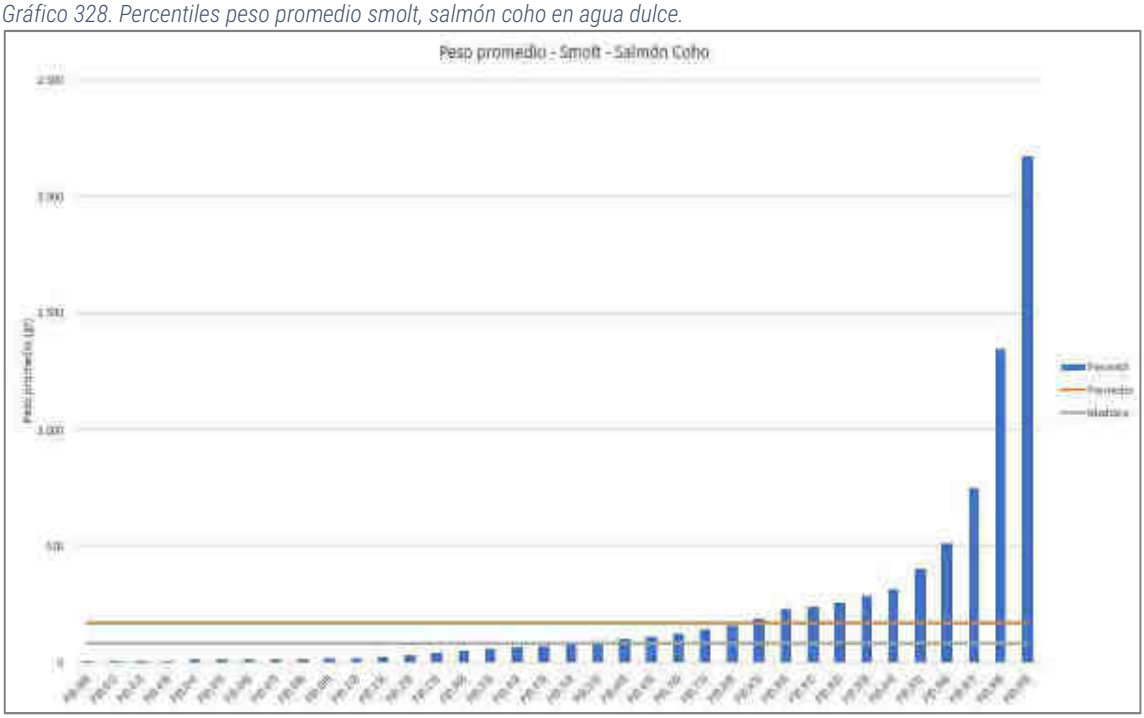


Tabla 161. Estadísticas peso promedio smolt, salmón coho en agua dulce

Especie	*Salmón coho*
Etapa de cultivo	Smolt
Cantidad Registros	10.763
Mínimo P (0,0)	0,25
Máximo P (1,0)	45.435
Promedio	171
Desv. Estándar	644
Mediana	80

Para el caso del peso promedio para etapa smolt y especie trucha arcoíris, el Gráfico 329 muestra a partir del percentil 75% el peso promedio sobrepasa la mediana y promedio, llegando a una diferencia máxima de 222.088 gramos, lo que se traduce en una variación de 137.793,2%. Ahora, considerando el rango bajo la mediana, el mínimo es 0,0017 gramos, que corresponde a una variación de -99,9%.

En la Tabla 162, se muestra la información resumen tal como cantidad de registros, mínimo y máximo que corresponden a los percentiles 0 y 100 respectivamente, promedio, desviación estándar y mediana.

Gráfico 329. Percentiles peso promedio smolt, trucha arcoíris en agua dulce.

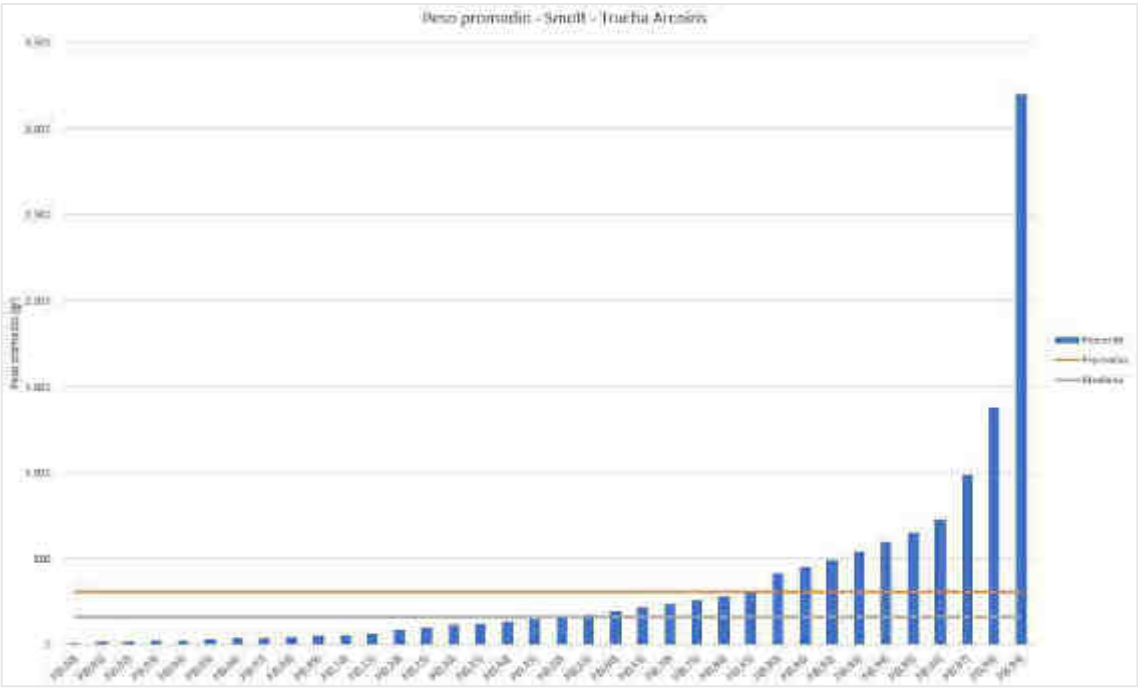


Tabla 162. Estadísticas peso promedio smolt, trucha arcoíris en agua dulce

Especie	*Trucha arcoíris*
Etapa de cultivo	Smolt
Cantidad Registros	17.150
Mínimo P (0,0)	0,0017
Máximo P (1,0)	222.008
Promedio	305
Desv. Estándar	1.894
Mediana	161

Por último, en la Tabla 163, se puede ver por cada especie y etapa el peso promedio por los percentiles más representativos. Nuevamente, como en el caso de número de individuos máximos, las mayores variaciones se pueden ver que están en los últimos percentiles.

En el caso de los percentiles 0 y 1, la variación promedio para la etapa de alevines es de -99,97%, y en el caso de la etapa smolt, la variación promedio es de -98,8%. Ahora en el caso de los percentiles 99 y 100, para la etapa alevines, la variación promedio es de 100.544,2% y en el caso de la etapa smolt es de 11.502%, por lo que se puede ver que las variaciones más marcadas está en los percentiles 99 y 100.

A pesar de que se podría considerar solamente la información entre los percentiles 25 y 75, es importante comprender y analizar si los valores fuera de dichos percentiles son correctos, casos especiales, o valores erróneos.

Un problema que se puede atribuir a estas variaciones tan marcadas, sobre todo en los percentiles extremos, puede obedecer a la confusión del usuario al registrar en otras unidades de medida el peso promedio, o por ejemplo a que debido a que los campos número de individuos y peso promedio están juntos en la planilla de declaración, por error registren el número de individuos en el campo de peso promedio.

Tabla 163. Percentiles peso promedio por especie y etapa.

Especie	Etapa	P(0,00)	P(0,01)	P(0,05)	P(0,10)	P(0,15)	P(0,20)	P(0,25)	P(0,30)	P(0,35)	P(0,40)	P(0,45)	P(0,50)	P(0,55)	P(0,60)	P(0,65)	P(0,70)	P(0,75)	P(0,80)	P(0,85)	P(0,90)	P(0,95)	P(0,96)	P(0,97)	P(0,98)	P(0,99)	P(1,00)
Salmón del atlántico	Alevín	0,000001	0,1	0,1	0,1	0,7	1,3	2,0	3,1	4,3	6,3	8,0	11,5	14,8	19,8	27,2	35,8	42,7	53,0	62,5	77,9	107,5	116,4	133,3	165,8	306,5	141.163,0
Salmón coho	Alevín	0,000109	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	1,3	2,0	3,0	4,4	6,0	8,2	11,0	16,5	23,5	32,3	45,6	62,3	95,0	177,0	208,1	272,2	543,6	1.177,4	298.741,0
Trucha arcoiris	Alevín	0	0,1	0,1	0,7	1,3	2,0	4,1	6,1	8,3	10,3	14,2	18,1	23,3	30,0	38,0	48,6	52,2	60,8	107,1	150,2	229,0	250,9	294,0	432,5	886,2	1.242.728,0
Salmón del atlántico	Smolt	0,000	0,5	4,0	21,2	36,2	47,1	56,2	63,6	70,0	76,2	82,0	87,8	94,2	101,5	110,0	120,0	132,8	149,6	170,9	200,0	303,0	443,0	539,3	669,1	1.783,0	642.434,0
Salmón coho	Smolt	11,75	9,0	12,3	18,5	26,0	33,0	45,4	47,6	57,4	60,7	72,0	81,3	85,7	99,0	111,6	125,0	142,1	158,9	189,5	281,1	401,7	510,0	749,3	1.344,6	2.170,0	46.435,0
Trucha arcoiris	Smolt	0,001	13,4	30,2	51,0	67,0	82,5	98,1	105,5	124,3	133,0	140,0	160,0	176,3	194,5	214,3	230,8	250,0	277,8	296,9	414,0	610,0	724,1	986,7	1.382,7	1.599,3	222.908,0

Para analizar de mejor manera los valores registrados para el peso promedio, se sugiere también realizar un análisis similar que para el campo de número de individuos máximo, identificando el peso promedio semanal y anual, pero en vez que sea a nivel de piscicultura, que sea por cada especie y etapa de cultivo. Luego, realizar un análisis de la estos datos desglosado para determinar si la tendencia es uniforme, e incorporar el mínimo y máximo anual. Luego esta información analizarla con juicio experto de profesionales del Servicio Nacional de Pesca para llegar al menos a identificar valores mínimo y máximo recomendados, con la posibilidad de incorporarlos como advertencia al cargar la planilla de mortalidades, y así reducir la posibilidad de error.