



ATLAS DE LA CAMARONICULTURA COLOMBIANA

HISTORIA, ESTADO ACTUAL, ZONAS POTENCIALES

AUNAP - CENIACUA



ATLAS DE LA CAMARONICULTURA COLOMBIANA

HISTORIA, ESTADO ACTUAL, ZONAS POTENCIALES

**AUNAP - CENIACUA
CARTAGENA
JUNIO DE 2015**

ISBN: 978-958-59747-1-5

Citar como:

CENIACUA – AUNAP. 2015. Atlas de la Camaronicultura Colombiana: Historia, Estado Actual, Zonas Potenciales. Cartagena. 178 p.

La presente publicación es producto del Convenio de Cooperación de Actividades Científicas y Tecnológicas No. 167 de 2014, "Apoyo para la reactivación del sector camaronícola colombiano mediante el fortalecimiento de la investigación aplicada, el fomento y levantamiento de la información actualizada de las áreas productivas y potenciales", suscrito con la Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia – CENIACUA, con el apoyo financiero de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP.

Todos los derechos reservados, prohibida la reproducción total o parcial, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético, con fines comerciales. Esta publicación es de divulgación científica y para fines de investigación.



AUNAP

AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA

Periodo Abril 2015 – Junio 2015

OTTO POLANCO RENGIFO

Director General AUNAP

JOSÉ DUARTE CARREÑO

Secretario General

LÁZARO DE JESÚS SALCEDO CABALLERO

Dirección Técnica de Inspección y Vigilancia

ERICK SERGE FIRTION ESQUIAQUI

Dirección Técnica de Administración y Fomento

SERGIO MANUEL GÓMEZ FLÓREZ

Oficina de Generación del Conocimiento y la
Información

Periodo Septiembre 2014 – Marzo 2015

JULIÁN BOTERO ARANGO

Director General AUNAP

MARTHA LUCY CUBILLOS SOTO

Secretaria General

LORENA VELÁSQUEZ GRAJALES

Dirección Técnica de Inspección y Vigilancia (E)

JHON JAIRO RESTREPO ARENAS

Dirección Técnica de Administración y Fomento (E)

JOSÉ RICARDO FONSECA ARIZONA

Oficina de Generación del Conocimiento y
la Información (E)

REVISIÓN DEL DOCUMENTO

Tatiana Meneses Lamilla

Wilberto Angulo Viveros

Ernesto Vargas García



CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

ANDRÉS SUÁREZ NAVARRETE

Director Cartagena

MARCELA SALAZAR VALLEJO

Directora Científica

LUIS FERNANDO ARANGUREN

Director Salud Animal

CONSTANZA ERAZO MALDONADO

Directora Genética

JAIME FAILLACE BAUTISTA

Director de Producción

CAMILO HUMBERTO VALVERDE

Representante Legal

LUIS FERNANDO ARANGUREN

Enfermedades del cultivo de camarón

FERNANDO MARIMÓN

Análisis de información histórica

GILBERT THIRIEZ

Selección de sitios potenciales

VERENA FUENTES

Revisión general

GEOTIG S.A.

Sistema de Información Geográfica

WILDER BORRERO

ALPHA EDITORES

Edición y Diagramación

Presentación

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, conocedora de la importancia socioeconómica que tiene el sector camaronicultor para el país, ha evidenciado el grave problema que lo ha afectado en los últimos años, debido a la presencia del Virus del Síndrome del Taura (TSV por su siglas en inglés) y del Virus Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV por su siglas en inglés). De igual manera, la AUNAP es consciente de que el sector puede recuperarse si se suple una de sus principales necesidades, la de contar con semilla mejorada (larvas y postlarvas) resistentes a los virus que los han afectado (TSV y WSSV).

Por lo anterior, en el año 2014 la AUNAP realizó una alianza estratégica con el principal centro de investigaciones en el cultivo del camarón marino en Colombia, CENIACUA, por medio del Convenio de Cooperación de Actividades Científicas y Tecnológicas 167, con el objetivo de apoyar la recuperación del sector camaronicultor, promoviendo la investigación científica y tecnológica y fomentando la producción del camarón marino, en busca de soluciones efectivas a los problemas por los que atraviesa el sector.

En el marco de este Convenio, uno de los productos a entregar era la identificación mediante técnicas SIG (Sistema de Información Geográfica) de las zonas aptas y potenciales para la camaronicultura en Colombia, que incluyera recomendaciones para su productividad y competitividad. Este producto se recopila en el presente Atlas que, además, teniendo en cuenta la diferencia de las condiciones que se presentan en cada una de las costas (Atlántica y Pacífica) en las que se desarrolla el cultivo de camarón en Colombia, integra una capa de información sanitaria que incluye los datos de presencia de enfermedades en el territorio nacional, acompañado de la cronología con la cual se presentaron, información que permite ajustar y reforzar las zonas aptas y potenciales para la camaronicultura en el país.

La AUNAP, consciente de su responsabilidad de fomentar y apoyar la actividad acuícola y en particular la maricultura, presenta a los usuarios de esta actividad, inversionistas, comunidad de investigadores y al público en general, este libro titulado ***"Atlas de la Camaronicultura Colombiana: Historia, Estado Actual y Zonas Potenciales"***, que contiene el inventario de las fincas camaroneras existentes, el análisis de la información histórica de la producción de camarón *Penaeus vannamei* en las dos costas colombianas, durante el período 1997-2015, la descripción de las enfermedades que se presentan en el cultivo del camarón y la información de los datos productivos y sanitarios por cada finca. Adicionalmente, como valor agregado y paso importante para el desarrollo de esta actividad, presenta la selección de sitios potenciales para el cultivo de camarones, todo con mapas SIG ilustrativos.

El Atlas tiene como propósito servir como un documento importante para la planeación y fomento de la actividad de la maricultura en Colombia, que contribuya con la búsqueda de la productividad y la competitividad del sector. Así mismo, pretende convertirse en un documento frecuente de consulta para los usuarios, la comunidad de investigadores y el público en general, ya que recopila información actualizada sobre todos los aspectos de la maricultura en Colombia y en una pieza fundamental para las personas que deseen invertir en el negocio de la maricultura, dado que permite conocer claramente las zonas potenciales y las características de cada una de ellas.

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP
"Por una Acuicultura y Pesca con Responsabilidad".

Tabla de Contenido

Introducción	15
Capítulo 1. Inventario de Fincas Camaroneras	21
Capítulo 2. Análisis de la información histórica de la producción de camarón en las Costas Colombianas. Período 1997- 2015	37
Área de estudio y metodología de análisis	39
Épocas climáticas establecidas	39
Fuente de información	40
Índices Generales	40
Producción y áreas cultivadas totales por año	40
Kilogramos producidos/ha/año	41
Análisis por Regiones	42
Rendimiento (Kg/ha/año)	42
Producción Anual	42
Densidad de Siembra	42
Peso Promedio	44
Rendimiento Diario (Kg/ha/día)	44
Incremento en Peso (g/semana)	45
Porcentaje de sobrevivencia (%)	45
Factor de Conversión Alimenticia (FCA)	46
Índice de Producción	46
Análisis Estadísticos	47
Región Caribe	47
Región Pacífico	53

Capítulo 3. Enfermedades en el cultivo del camarón	57
Generalidades	58
Metodología para la identificación de enfermedades	59
Evolución de las enfermedades de camarón de cultivo en Colombia	59
Descripción de las enfermedades más comunes	63
Enfermedad de la Mancha Blanca (WSSV)	63
Síndrome del Virus del Taura (TSV)	67
Enfermedad de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética (IHHNV)	72
Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP)	78
Vibriosis	81
Baculovirosis Tetraédrica (<i>Baculovirus Penaei</i>) (BP)	85
Parvovirus Hepatopancreático (HPV)	89
Enteritis Hemocítica (EH)	92
Spiroplasma	93
Microsporidiosis	99
Haplosporidiosis	102
Cortes histológicos de las enfermedades	104
Capítulo 4. Información por finca: Datos productivos y sanitarios	107
Capítulo 5. Selección de sitios potenciales para el cultivo de camarones	133
Lista general de criterios a tener en cuenta para la selección	134
Descripción de Criterios	134
Acceso al Agua	134
Calidad del Agua	135
Topografía	136
Uso del suelo	137
Calidad de suelos	138
Facilidades Logísticas	139
Zonas de conservación	140
Metodología para la selección de zonas con potencial para el cultivo de camarón	140
Proceso de Implementación del S.I.G.	141
Sitios Potenciales	146
Costa Caribe	146
Costa Pacífica	150
Conclusiones	151
Mapas	155
Cartografía utilizada en el Sistema S.I.G. para definición de zonas potenciales	155
Referencias Bibliográficas	173

Listado de Figuras

Figura 1. Evolución de la productividad del cultivo y la densidad de siembra del camarón en la costa Caribe	16
Figura 2. Evolución del volumen y valor de las exportaciones de <i>P. vannamei</i> en Colombia	16
Figura 3. Evolución del precio (US\$) internacional de venta de <i>P. vannamei</i>	18
Figura 4. Proyecciones del crecimiento de consumo de productos de mar (LAC= Latino América y el Caribe, NA= Norte América)	18
Figura 5. Representación esquemática de la cadena productiva del camarón de cultivo	19
Figura 6. Estatus productivo de las fincas camaroneras en las costas colombianas	24
Figura 7. Áreas de producción en el Caribe y Pacífico colombiano	25
Figura 8. Toneladas métricas de camarón producidas entre 1995 y 2012 por regiones y proyección de los siguientes cuatro años (Fuente: Jory, 2014)	38
Figura 9. Producción anual de camarón cultivado en Colombia	41
Figura 10. Productividad (Kg/ha/año) y densidad de siembra (post larvas/m ²) del cultivo de camarón en Colombia 1997 - 2014	41
Figura 11. Rendimiento (Kg/ha) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	42
Figura 12. Producción (Ton) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	43
Figura 13. Densidad de siembra (post larvas/m ²) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	43
Figura 14. Peso promedio (g) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	44
Figura 15. Rendimiento diario (Kg/ha/día) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	44
Figura 16. Incremento en peso (g/semana) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	45
Figura 17. Sobrevida (%) del cultivo de camarón por regiones en Colombia	45

Figura 18. Factor de conversión alimenticia (FCA) del cultivo de camarón para la costa Caribe colombiana	46
Figura 19. Índice de producción (Kg/1000 post larvas) del cultivo de camarón para cada una de las regiones en Colombia	47
Figura 20. Promedio de parámetros productivos por época de siembra en el Caribe	49
Figura 21. Análisis de varianza época de siembra vs. principales parámetros productivos	50
Figura 22. Promedio de los principales parámetros productivos por sistema de cultivo en el Caribe	51
Figura 23. Análisis de varianza de los sistemas de cultivo vs. principales parámetros productivos	52
Figura 24. Estadística descriptiva de los parámetros productivos	54
Figura 25. Análisis estadístico de los parámetros de producción	55
Figura 26. Signos clínicos de WSSV en el exoesqueleto del camarón	63
Figura 27. Camarón <i>P. vannamei</i> infectado por el virus de la mancha blanca (Lightner, 1996)	64
Figura 28. Vista microscópica de tejidos afectados por WSD	64
Figura 29. Ejemplares de <i>P. vannamei</i> con coloración roja en la coja como síntoma de TSV	67
Figura 30. Camarón <i>P. vannamei</i> con melanización multifocal causada por TSV en fase de transición. Foto archivo CENIACUA	67
Figura 31. Ejemplar de <i>P. vannamei</i> con deformidad en el rostrum causado por el virus IHHN en elcefalotórax	72
Figura 32. Ejemplar de <i>P. vannamei</i> con signos clínicos externos de NHP	78
Figura 33. Distribución de los casos de NHP en el Caribe colombiano en el período 2002-2014	79
Figura 34. Ejemplar de <i>P. vannamei</i> con signos clínicos de Vibriosis. Foto archivo CENIACUA	81
Figura 35. Cultivo de <i>Vibrio</i> spp. en medio agar	81
Figura 36. Vista microscópica de los cuerpos de oclusión causados por BP en análisis en fresco	85
Figura 37. Cuerpos de oclusión causados por BP en tinción de H&E	85
Figura 38. Observación microscópica de HPV en tejidos afectados	89
Figura 39. Intestino medio de camarón <i>P. vannamei</i> afectado con EH. Tinción H&E	92
Figura 40. Distribución mensual de los casos de EH en la costa Caribe colombiana. N=301	93
Figura 41. Camarón afectado por <i>Espiroplasma penaei</i>	93
Figura 42. Infiltración hemocítica en músculo estriado (H&E). Aumento 100x	96
Figura 43. Casos reportados de la enfermedad Espiroplasma durante el período 2002-2014	97
Figura 44. Comparación entre un camarón afectado con microsporidios en la parte superior mostrando músculo blanco frente a un camarón con apariencia normal en la parte inferior	99
Figura 45. Observación microscópica de <i>Haplosporidios</i> spp. afectando tejidos	102
Figura 46. Observación microscópica de las diferentes enfermedades que afectan al camarón	104
Figura 47. Triángulo textura del suelo	138
Figura 48. Diagrama de flujo del proceso de selección de zonas potenciales	142
Figura 49. Mapa vial del departamento de La Guajira	147
Figura 50. Red vial del departamento del Atlántico. Las zonas potenciales para el cultivo se observan encerradas en círculos	148
Figura 51. Comparación red vial departamentos del Cauca y Nariño	150

Listado de Mapas

Mapa 1. Fincas camaroneras en el Caribe colombiano	26
Mapa 2. Fincas camaroneras en el Pacífico colombiano	27
Mapa 3. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 1	28
Mapa 4. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 2	29
Mapa 5. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 3	30
Mapa 6. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 4	31
Mapa 7. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 5	32
Mapa 8. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 6	33
Mapa 9. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 7	34
Mapa 10. Histórico de WSSV en el Pacífico colombiano	66
Mapa 11. Histórico TSV en el Caribe	70
Mapa 12. Histórico TSV en el Pacífico	71
Mapa 13. Histórico IHHNV en el Caribe	76
Mapa 14. Histórico IHHNV en el Pacífico	77
Mapa 15. Histórico NHP en el Caribe	80
Mapa 16. Histórico Vibriosis en el Caribe	83
Mapa 17. Histórico Vibriosis en el Pacífico	84
Mapa 18. Histórico BP en el Caribe	87
Mapa 19. Histórico BP en el Pacífico	88
Mapa 20. Histórico HPV en el Caribe	90
Mapa 21. Histórico HPV en el Pacífico	91

Mapa 22. Histórico Enteritis Hemocítica en el Caribe	94
Mapa 23. Histórico Enteritis Hemocítica en el Pacífico	95
Mapa 24. Histórico Espiroplasma en el Caribe	98
Mapa 25. Histórico Microsporidiosis en el Caribe	100
Mapa 26. Histórico Microsporidiosis en el Pacífico	101
Mapa 27. Histórico Haplosporidiosis en el Caribe	103
Mapa 28. Finca Océanos	109
Mapa 29. Finca Guájaro – El Silencio	110
Mapa 30. Finca El Guájaro / Productividad	111
Mapa 31. Finca Los Gallitos / Productividad	112
Mapa 32. Finca Agromarina Santa Ana	113
Mapa 33. Finca Agrosoledad / Productividad / Enfermedades	114
Mapa 34. Finca Agrotijó	115
Mapa 35. Finca AMC	116
Mapa 36. Finca Acuaprimavera	117
Mapa 37. Finca Ararca	118
Mapa 38. Finca Biomar	119
Mapa 39. Finca Camarones de Barú	120
Mapa 40. Finca Cartagenera	121
Mapa 41. Finca Cultimarinos	122
Mapa 42. Finca Hidromar	123
Mapa 43. Finca Maragro	124
Mapa 44. Finca Agromarina Tumaco	125
Mapa 45. Finca Balboa	126
Mapa 46. Finca Guinulero	127
Mapa 47. Finca Proamar	128
Mapa 48. Finca Produmar	129
Mapa 49. Finca Acuacultivos del Caribe	130
Mapa 50. Finca Barú Shrimp	131
Mapa 51. Zona potencial en el Caribe	144
Mapa 52. Zona potencial en el Pacífico	145

Listado de Tablas

Tabla 1. Listado de fincas camaroneras en Colombia	22
Tabla 2. Área de producción construida activa por costa y departamentos	25
Tabla 3. Meses de siembra correspondientes a las épocas climáticas definidas para el Caribe	39
Tabla 4. Meses de siembra correspondientes a las épocas climáticas definidas para el Pacífico	40
Tabla 5. Registro de información histórica del sector camaronero en ambas costas	40
Tabla 6. Sistema de cultivo de acuerdo a las post larvas sembradas/m ²	43
Tabla 7. Estadístico para las variables en el Caribe colombiano	47
Tabla 8. Estadístico de las variables de producción en el Pacífico colombiano	53
Tabla 9. Lista de las enfermedades que han aparecido en el cultivo de camarón en Colombia en el período 1996-2014.	58
Tabla 10. Enfermedades diagnosticadas en el camarón en el período 1996 – 2014 en cada una de las regiones	60
Tabla 11. Distribución de los casos de las principales enfermedades en el sector camaronero del Caribe colombiano durante el período 1996 – 2014	61
Tabla 12. Distribución de los casos de las principales enfermedades en el sector camaronero del Pacífico colombiano durante el período 1996 – 2014. N=104	62
Tabla 13. Potencia necesaria para bombear 1,0 m ³ /s a diferentes alturas	137
Tabla 14. Variables consideradas para definir áreas potenciales	142
Tabla 15. Cuerpos de agua con condiciones óptimas en términos de alcalinidad para el cultivo del camarón en Colombia	143
Tabla 16. Capacidad de procesamiento de camarón entero en la costa Caribe colombiana	146

Introducción

En Colombia, las exportaciones marcan una pauta importante en el desarrollo del país, por lo cual, una de las prioridades de los últimos gobiernos ha sido la promoción y aumento de las mismas. La camaricultura en Colombia ha sido desde su inicio, una industria orientada a la exportación, que logró llegar a los mercados de España, Francia, Reino Unido, Rusia y los Estados Unidos de América. Gracias a los esfuerzos realizados en investigación científica y a la adopción de sistemas de manejo intensivos, Colombia alcanzó uno de los niveles de productividad más altos a nivel mundial en el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques de tierra (**Figura 1**). Sin embargo, la tendencia creciente de la producción cambió a partir del año 2008.

Los problemas generados por la fuerte revaluación del peso colombiano ante el dólar, una caída pronunciada de los precios internacionales del camarón de cultivo y el fuerte incremento de los principales costos de producción (alimento balanceado, mano de obra, energía y combustible, entre otros), afectaron las inversiones y el capital de trabajo, restringiendo el flujo de recursos necesarios para el mantenimiento de los cultivos. Todos estos parámetros resultaron aún más críticos porque coincidieron con una fuerte etapa de endeudamiento de las empresas, destinada a la intensificación de las operaciones. Debido a esto, varias empresas entraron en proceso de liquidación, la producción total disminuyó un 13% en el año 2008 y continuó cayendo hasta el 2013, cuando el volumen exportado fue solamente un 27% con respecto al año 2007 (**Figura 2**).

A partir de 2013, este panorama económico cambió, debido principalmente a que desde el 2012, China, uno de los principales exportadores de *P. vannamei*, incrementó significativamente su consumo interno, convirtiéndose en un importador neto de esta especie.

Esta situación llevó a un incremento hasta del 100% en los precios internacionales en algunas tallas (**Figura 3**) con lo cual el negocio volvió a ser rentable y competitivo (Gómez, 2014). A lo anterior, se

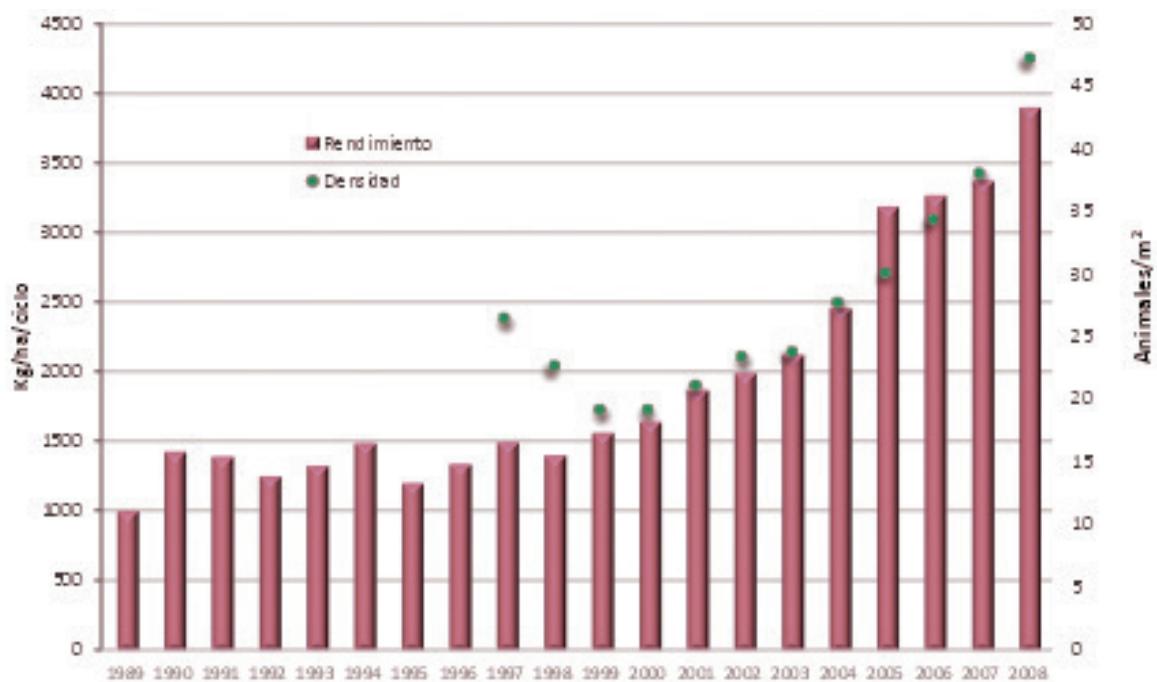


Figura 1. Evolución de la productividad del cultivo y la densidad de siembra del camarón en la costa Caribe.

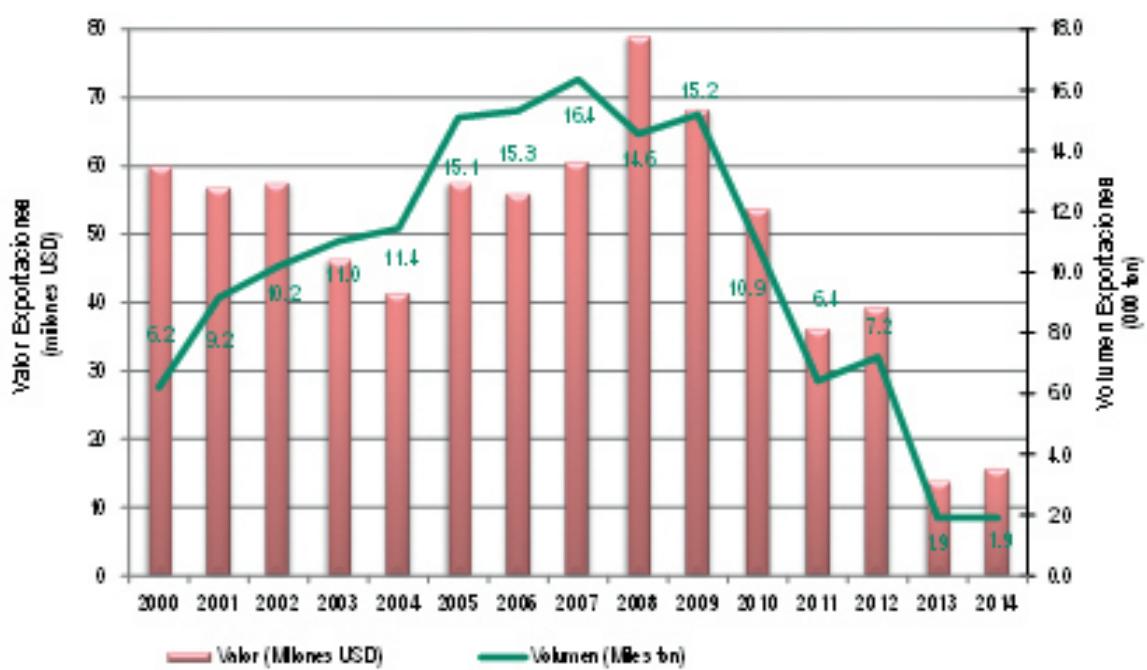


Figura 2. Evolución del volumen y valor de las exportaciones de *P. vannamei* en Colombia.

unió la coyuntura experimentada por algunos productores asiáticos que se vieron afectados por el Síndrome de la Muerte Temprana en los últimos años, lo que le ha posibilitado a los productores americanos obtener importantes márgenes de ganancia.

Los análisis de mercados prevén que los precios no regresarán fácilmente a los bajos niveles de 2009, por efecto del ingreso en el consumo *per cápita* de productos de mar de los países asiáticos, que continua ascendiendo.

Proyecciones de la FAO (**Figura 4**) apuntan a que entre el 2010 y el 2030 habrá un incremento de 9 Kg/persona/año para la población China, de mantenerse la tendencia actual de expansión industrial que posibilita un mayor poder adquisitivo de la población, particularmente en las áreas urbanas y costeras. Lo anterior, implica que con un billón de personas, existe una presión por suplir 9 millones de toneladas en productos de mar para este mercado. Aunque en forma más moderada, para otras regiones del mundo, también resulta atractivo suplir la demanda en el futuro.

Colombia tiene evidentes ventajas comparativas y competitivas para el desarrollo del cultivo de camarón que aumentan considerablemente la pertinencia de apoyar la reactivación de este sector productivo, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

- Cuenta con un gremio (Asociación Nacional de Acuicultores - ACUANAL) que es altamente representativo y gestiona eficazmente en beneficio de los cultivadores.
- La presencia del Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia, CENIACUA, ha generado conocimiento científico y tecnológico para el desarrollo de la industria camarónica por más de 20 años.
- Hay una buena reputación de empresas reconocidas y con amplia experiencia en el mercado externo, producto de alta calidad, personal capacitado y experto y programas de mejoramiento genético reconocidos.

El cultivo del camarón está organizado en una cadena productiva que va desde el segmento de proveedores de insumos hasta la comercialización nacional e internacional del producto (**Figura 5**).

- En una reciente negociación de Colombia con la Unión Europea, fue eliminado el arancel residual que tenía el camarón nacional en ese mercado, obteniendo mayor competitividad al producto colombiano respecto a otros orígenes.
- Disponibilidad de área cultivable en las zonas aptas para el cultivo, con cerca de 20.000 hectáreas, lo que incluye la reactivación de fincas que cuentan con la infraestructura necesaria para esta actividad.
- La posición geográfica es privilegiada, ya que no se presentan huracanes, tifones y otros fenómenos naturales que han diezmado la producción en países asiáticos y centroamericanos. El clima en ambas costas muestra poca variabilidad, con una temperatura promedio del agua de mar en la costa Caribe colombiana (27-32°C), óptima para el cultivo de *P. vannamei*, pues inhibe la replicación del virus de la mancha blanca (WSSV), una de las enfermedades más limitantes de la producción a nivel mundial.

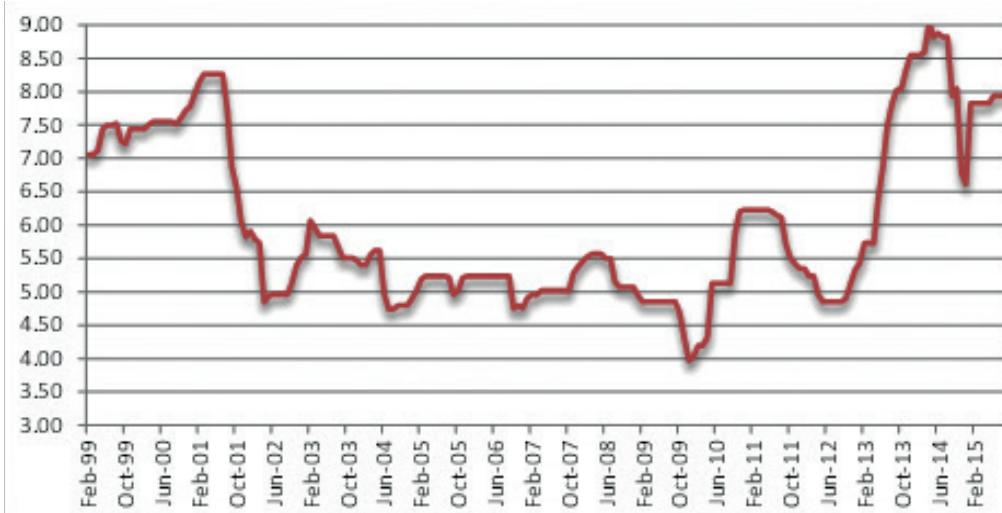


Figura 3. Evolución del precio (US\$) internacional de venta de *P. vannamei*.

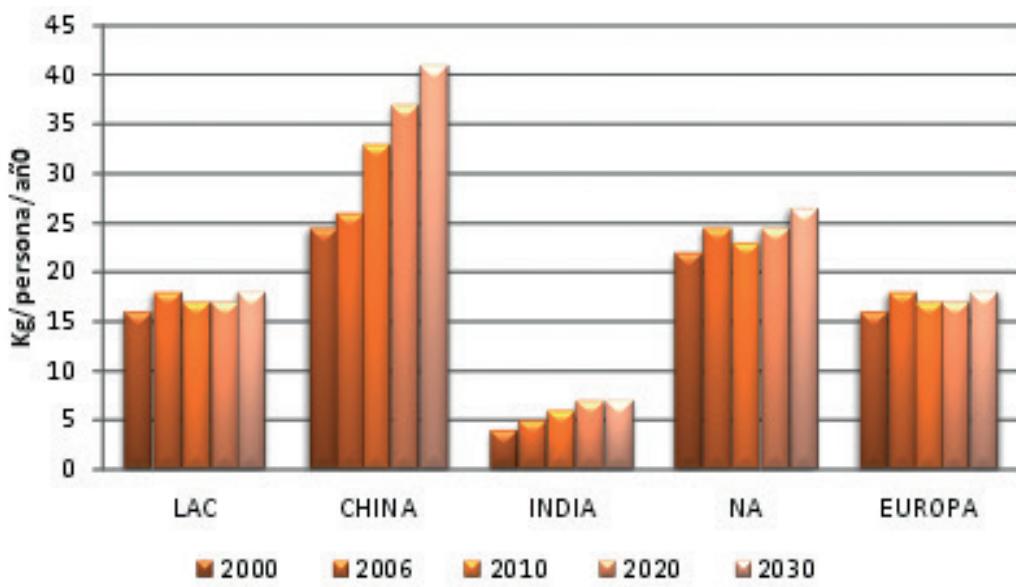


Figura 4. Proyecciones del crecimiento de consumo de productos de mar (LAC= Latino América y el Caribe, NA= Norte América).



Figura 5. Representación esquemática de la cadena productiva del camarón de cultivo.

- Se ha mejorado la infraestructura en puertos, aeropuertos e infraestructura, así como la logística comercial y productiva, y se proyectan nuevas obras para atender las demandas del mercado. El sector se ha diferenciado y es reconocido por su gestión social y ambiental, con diversos programas de sostenibilidad en curso.

La industria del camarón es un pilar del desarrollo social y económico de los departamentos productores. En la época de mayor producción llegó a generar cerca de 14.000 empleos directos e indirectos. En la mayoría de los casos, las fincas camaroneras fueron la pieza fundamental de la generación de empleo en zonas con altos niveles de pobreza. El procesamiento del camarón de cultivo es una de las actividades más intensivas en el uso de mano de obra; destacándose la participación de madres cabeza de hogar, por lo que se constituye en una actividad estratégica para el desarrollo social y económico. Si bien existen otras industrias que presentan valores de facturación bastante más altos, es evidente que la pesca y la acuicultura generan más empleo por dólar facturado. En este sentido, el sector público nacional y regional debe reconocer la capacidad de generación de empleo de la camaronicultura, y en consecuencia, orientar los instrumentos de apoyo para garantizar la generación y mantenimiento de estos puestos de trabajo.

Un último y no menos importante factor a considerar, es la posibilidad de desarrollar esta actividad en zonas que no se pueden emplear para agricultura o ganadería. Extensiones áridas como las que existen en La Guajira, que es una de las zonas más deprimidas del país, pueden convertirse en un foco de desarrollo si se impulsa la industria del camarón.

Como se puede concluir del análisis anterior, la reactivación de la industria es una posibilidad real, y de suma importancia para el país, pero es importante que el proceso de reactivación sea bien estructurado para que sea exitoso. Por todo lo expuesto, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP en conjunto con CENIACUA seleccionaron tres estrategias para la reactivación del sector camaronicultor en el país:

1. Asegurar las líneas genéticas mejoradas desarrolladas en CENIACUA, en la producción de reproductores, nauplios y larvas que se ajusten a las condiciones productivas, y que a su vez,

han sido seleccionadas para resistir los patógenos presentes en los cultivos en Colombia. Una para el sector de la costa Pacífica, con resistencia frente al Virus de la Mancha Blanca (WSSV), y otra línea para la costa Caribe seleccionada para rápido crecimiento y resistencia frente al Virus del Síndrome del Taura (TSV).

2. La distribución gratuita entre los productores de ambas costas, de esta semilla mejorada, acompañada de información y capacitación técnica en todos los aspectos del cultivo, así como de un seguimiento sanitario desde la siembra hasta la cosecha para garantizar la productividad de los estanques sembrados.
3. Por último, la recopilación de información completa y actualizada acerca del estado del cultivo en Colombia, incluyendo áreas cultivadas, inventario de fincas inactivas, potencial de áreas, producciones y sistemas de cultivo con el fin de emplearla para la formulación de planes y políticas que fomenten la sostenibilidad de esta industria en el mediano y largo plazo.

Como producto de la tercera estrategia, se presenta este atlas teniendo en cuenta que dos de los criterios que más condicionan el éxito de los proyectos acuícolas son la ubicación y las condiciones ambientales en el área de influencia. El primer paso consistió en la evaluación holística de los actuales puntos de producción y la selección de los sitios potenciales aptos para la camaricultura, teniendo en cuenta requisitos como cercanía a cuerpos de agua de buena calidad y con posibilidad de renovación, buenos suelos, condiciones climáticas, y facilidad de comunicación terrestre o acuática a centros de proveedores y distribuidores que favorezcan la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad. Con la información estadística colectada y con los mapas generados se delimitaron áreas de manejo costero destinados al cultivo de camarón que no entren en conflicto con otras actividades productivas, y posibiliten un manejo integrado en tiempo real de la actividad para la toma de decisiones por parte de la AUNAP.

Adicionalmente, se incluyó el análisis del comportamiento histórico de los parámetros de producción de cerca de 18 años, así como el componente de sanidad, que permitirá a cualquier inversionista hacer proyecciones sobre datos reales. De esta forma, el Atlas se convierte en un insumo básico para trazar un plan de negocios en esta actividad productiva, teniendo en cuenta todas las ventajas comparativas y competitivas que posee el país en ambas costas.



Capítulo 1.

Inventario de Fincas Camaroneras

Para establecer el estado actual de la industria camaronera en Colombia, se realizó un inventario de las fincas existentes tanto en el Caribe como en el Pacífico, diferenciando las que se encuentran activas de las inactivas (**Tabla 1**).

Tabla 1. Listado de fincas camaroneras en Colombia.

DEPARTAMENTO	FINCA	LONGITUD (OESTE)	LATITUD (NORTE)	ESPEJO DE AGUA (Total ha)	ÁREA ANTIGUA ACTIVA (ha)	ÁREA NUEVA ACTIVA (ha)	ÁREA TOTAL ACTIVA (ha)	ESTADO
COSTA CARIBE								
Antioquia	Agrocamarones	-76,743	8,338	0,6				INACTIVA
Antioquia	Promar de Colombia	-76,753	8,388	0,4				INACTIVA
Atlántico	Acuacultivos El Guajaro (Finca El Guájaro)	-75,013	10,575	42,9	42,9		42,9	ACTIVA
Atlántico	Acuacultivos El Guajaro (Finca El Silencio)	-75,051	10,612	20,0	20,0		20,0	ACTIVA
Atlántico	Acuacultivos Los Gallitos	-75,093	10,521	7,7	7,7		7,7	ACTIVA
Atlántico	Aquaprimavera	-75,107	10,615	50,0	50,0		50,0	ACTIVA
Atlántico	Finca Contadora	-75,115	10,513	1,0	1,0		1,0	ACTIVA
Atlántico	Finca España	-75,104	10,619	30,0	30,0		30,0	ACTIVA
Atlántico	Imbigua	-75,086	10,530	8,0	8,0		8,0	ACTIVA
Atlántico	La Gran Canaria (Pescado Fresco)	-74,935	10,307	10,0	10,0		10,0	ACTIVA
Atlántico	Soluciones San Martín	-75,099	10,523	5,5	5,5		5,5	ACTIVA
Bolívar	Aquacultivos del Caribe	-75,256	10,762	151,0				INACTIVA
Bolívar	Acuamares de Recreo	-75,518	10,199	0,2	0,2		0,2	ACTIVA
Bolívar	Agromarina Santa Ana	-75,512	10,245	89,5				INACTIVA
Bolívar	AMC	-75,547	10,277	14,0				INACTIVA
Bolívar	Ararca	-75,574	10,263	28,0				INACTIVA
Bolívar	Barú Shrimp	-75,524	10,283	51,0				INACTIVA
Bolívar	Biomar	-75,519	10,231	8,0	8,0		8,0	ACTIVA
Bolívar	Camarón de Barú	-75,541	10,245	37,0				INACTIVA
Bolívar	Cultimarinos	-75,544	10,256	38				INACTIVA
Bolívar	Finca Morgan	-75,519	10,237	1,0	1,0		1,0	ACTIVA
Bolívar	Laboratorio de Punta Canoas	-75,511	10,571	1,0	1,0		1,0	ACTIVA
Bolívar	Maragro	-75,468	10,481	2,0				INACTIVA
Bolívar	Océanos S.A.	-75,519	10,119	1.100,0	1.052,0	50,0	1.102,0	ACTIVA
Bolívar	Piscícola Leticia	-75,520	10,185	14,4	14,4		14,4	ACTIVA

DEPARTAMENTO	FINCA	LONGITUD (OESTE)	LATITUD (NORTE)	ESPEJO DE AGUA (Total ha)	ÁREA ANTIGUA ACTIVA (ha)	ÁREA NUEVA ACTIVA (ha)	ÁREA TOTAL ACTIVA (ha)	ESTADO
Bolívar	Proacuicola	-75,529	10,111	250,0		130,0	130,0	ACTIVA PARCIAL
Córdoba	Agrosoledad	-75,845	9,326	268,0				INACTIVA
Córdoba	Agrotijo S.A.	-75,813	9,364	44,5				INACTIVA
Córdoba	Camarones del Sinú	-75,790	9,385	16,5				INACTIVA
Córdoba	Hidromar	-75,949	9,360	83,4				INACTIVA
Guajira	Bioguajira	-73,023	11,492	72,5				INACTIVA
Guajira	Cicamar	-73,275	11,286	2,5				INACTIVA
Guajira	El Pájaro	-72,680	11,706	0,5				INACTIVA
Guajira	Industrias Camaroneras de Manaure	-72,426	11,786	0,1				INACTIVA
Guajira	Mayapo	-72,788	11,656	2,0				INACTIVA
Magdalena	Finca Camaronera - Acuiagro	-74,255	10,947	6,0	6,0		6,0	ACTIVA
Sucre	Cartagenera de Acuacultura	-75,569	9,941	693,0				INACTIVA
Sucre	Laboratorio Caicsa - Postlamar	-75,611	9,451	0,5	0,5		0,5	ACTIVA

COSTA PACÍFICA

Nariño	Agromarina Tumaco	-78,773	1,778	20,0		20,0	20,0	ACTIVA
Nariño	Aquamar	-78,721	1,735	180,0				INACTIVA
Nariño	Asocarlet	-78,801	1,778	7,5				INACTIVA
Nariño	Asociación Mujeres en Acción	-78,798	1,793	7,5	7,5		7,5	ACTIVA
Nariño	Asopacom	-78,783	1,747	12,0				INACTIVA
Nariño	Asprocomar (Balboa)	-78,830	1,776	230,0	50,0		50,0	ACTIVA PARCIAL
Nariño	Caribeña	-78,889	1,576	100,0				INACTIVA
Nariño	Camardu - Camaronera de Indú	-78,694	1,723	8,5				INACTIVA
Nariño	Froilan	-78,797	1,788	7,5	7,5		7,5	ACTIVA
Nariño	Gualajito	-78,637	1,724	40,0	40,0		40,0	ACTIVA
Nariño	Guinulero	-78,922	1,724	150,0	40,0		40,0	ACTIVA PARCIAL
Nariño	La Perla	-78,783	1,734	156,0		6,0	6,0	ACTIVA PARCIAL
Nariño	Laboratorio Tumaco Fish	-78,738	1,827	0,5	0,5		0,5	ACTIVA
Nariño	Inversiones Maja de Colombia	-78,798	1,754	106,0		15,0	15,0	ACTIVA PARCIAL
Nariño	Inversiones Ururita	-78,681	1,724	28,0				INACTIVA
Nariño	María Luisa	-78,785	1,772	10,0	4,0		4,0	ACTIVA PARCIAL

DEPARTAMENTO	FINCA	LONGITUD (OESTE)	LATITUD (NORTE)	ESPEJO DE AGUA (Total ha)	ÁREA ANTIGUA ACTIVA (ha)	ÁREA NUEVA ACTIVA (ha)	ÁREA TOTAL ACTIVA (ha)	ESTADO
Nariño	Mariscal	-78,619	1,751	48,0				INACTIVA
Nariño	Perla del Pacifico	-78,790	1,731	1,0	1,0		1,0	ACTIVA
Nariño	Pexco	-78,625	1,784	140,0				INACTIVA
Nariño	Proamar (Antigua Mar Agrícola)	-78,751	1,694	147,0	120,0		120,0	ACTIVA PARCIAL
Nariño	Produmar (Mar & Sol)	-78,618	1,768	104,0	31,0	73,0	104,0	ACTIVA
Nariño	Tumako Fish	-78,682	1,697	74,0	74,0		74,0	ACTIVA
Nariño	Asolecat (Asolecancn)	-78,789	1,779	7,5				INACTIVA
Nariño	Chapilar	-78,713	1,728	2,0	2,0		2,0	ACTIVA
Nariño	San Vicente - Asociación La Union	-78,687	1,712	2,0	2,0		2,0	ACTIVA
Nariño	Granja el Porvenir	-78,782	1,782	1,0	1,0		1,0	ACTIVA
Total				4.704,4	1.638,7	294,0	1.932,7	

Analizando la información expuesta en la **Tabla 1**, se extraen las siguientes cifras: de las 38 instalaciones existentes en la costa Caribe hay 20 inactivas (52,6%), 17 empresas activas y una parcialmente activa. En el Pacífico, zona en la que se ha observado un esfuerzo grande por reactivar la actividad, especialmente por parte de pequeños productores, hay 11 empresas activas, 6 parcialmente activas y solo 9 inactivas (34,6%) (**Figura 6**).

En número de empresas, el Pacífico en términos de área solo alcanza un 31% en funcionamiento respecto al 46% en la costa Caribe (**Tabla 2**).

El departamento del Atlántico tiene en funcionamiento la totalidad del área construida, siendo el único en que se desarrolla esta actividad en agua dulce.

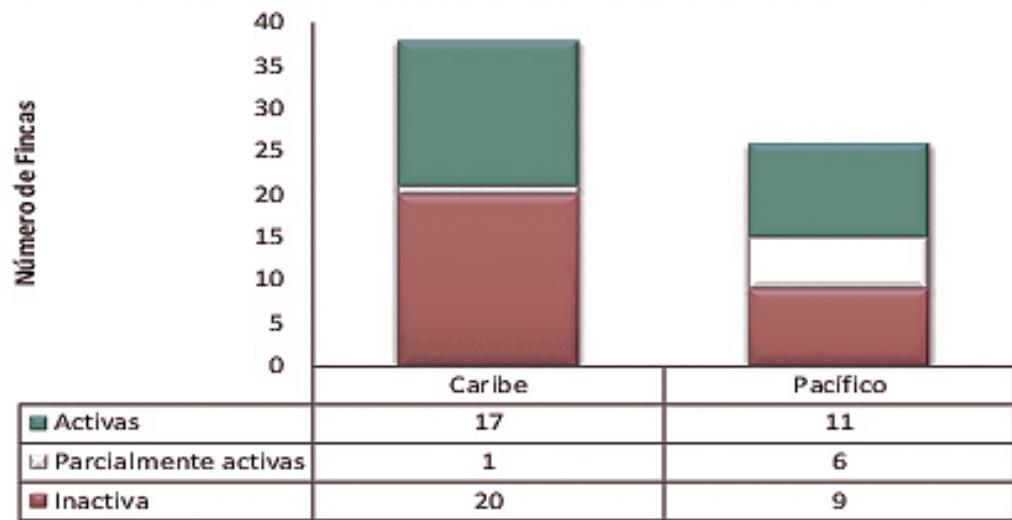


Figura 6. Estatus productivo de las fincas camaroneras en las costas colombianas.

Tabla 2. Área de producción construida activa por costa y departamentos.

COSTA/ DEPARTAMENTO	ÁREA ACTIVA (ha)	ESPEJO DE AGUA (Total ha)	% ACTIVO
CARIBE	1.438,2	3.114,4	46%
Antioquia		0,9	0%
Atlántico	175,1	175,1	100%
Bolívar	1.256,6	1.748,9	72%
Córdoba		412,4	0%
La Guajira		77,6	0%
Magdalena	6,0	6,0	100%
Sucre	0,5	693,5	0%
PACÍFICO	494,5	1.590,0	31%
Nariño	494,5	1.590,0	31%
Total general	1.933	4.704	41%

Otro dato a destacar es que en el departamento de Bolívar, en donde se concentra la mayor parte de la actividad, una de las empresas, Océanos S.A., representa el 80% del área en funcionamiento. En el Pacífico, toda la actividad se concentra en el departamento de Nariño, en donde después de varios años difíciles, la actividad ha logrado repuntar.

Cabe resaltar que de acuerdo al inventario actualizado en abril de este año, se han incorporado nuevas áreas a la actividad: 180 hectáreas en el Caribe y 114 en el Pacífico que contribuyen con el 13% y 23% respectivamente del total de hectáreas en producción (**Figura 7**). Estas cifras son relevantes, ya que indican cómo con apoyo y orientándose hacia nuevas estrategias de mercado, es posible producir camarón rentablemente.

A partir de visitas, encuestas y levantamientos de campo y utilizando cartografía base del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2010 se georreferenciaron las fincas.

Para crear las diversas capas georreferenciadas en el sistema de información geográfica se empleó el software Arcgis 10.3 ®. A continuación se presentan los mapas desarrollados que incluyen: un mapa general para la costa Caribe y Pacífica. Para la costa Caribe se incluyen mapas con la ubicación de las fincas, en siete zonas:

- 1) Antioquia
- 2) San Bernardo – Tolú
- 3) Barbacoas
- 4) Punta Canoa – Puerto Rey
- 5) Embalse del Guájaro – Lomita Arena
- 6) Ciénaga Grande de Santa Marta
- 7) La Guajira.

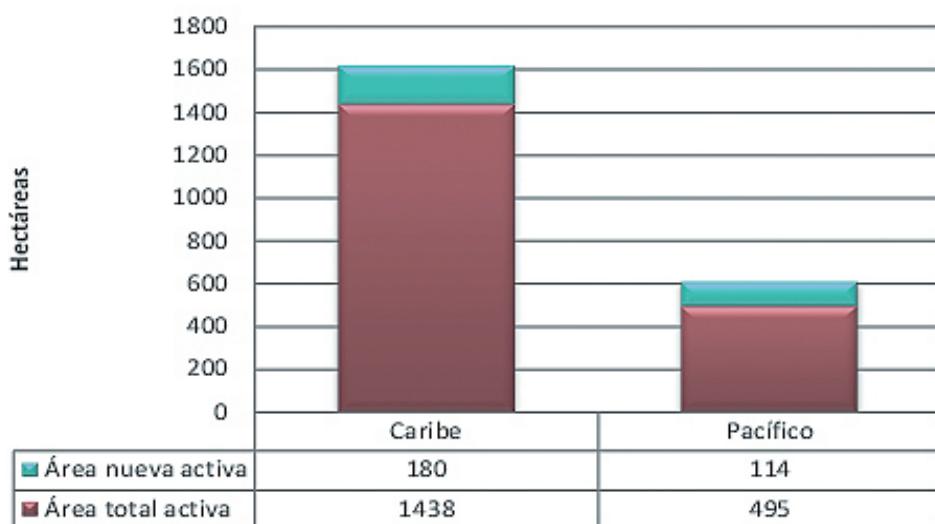
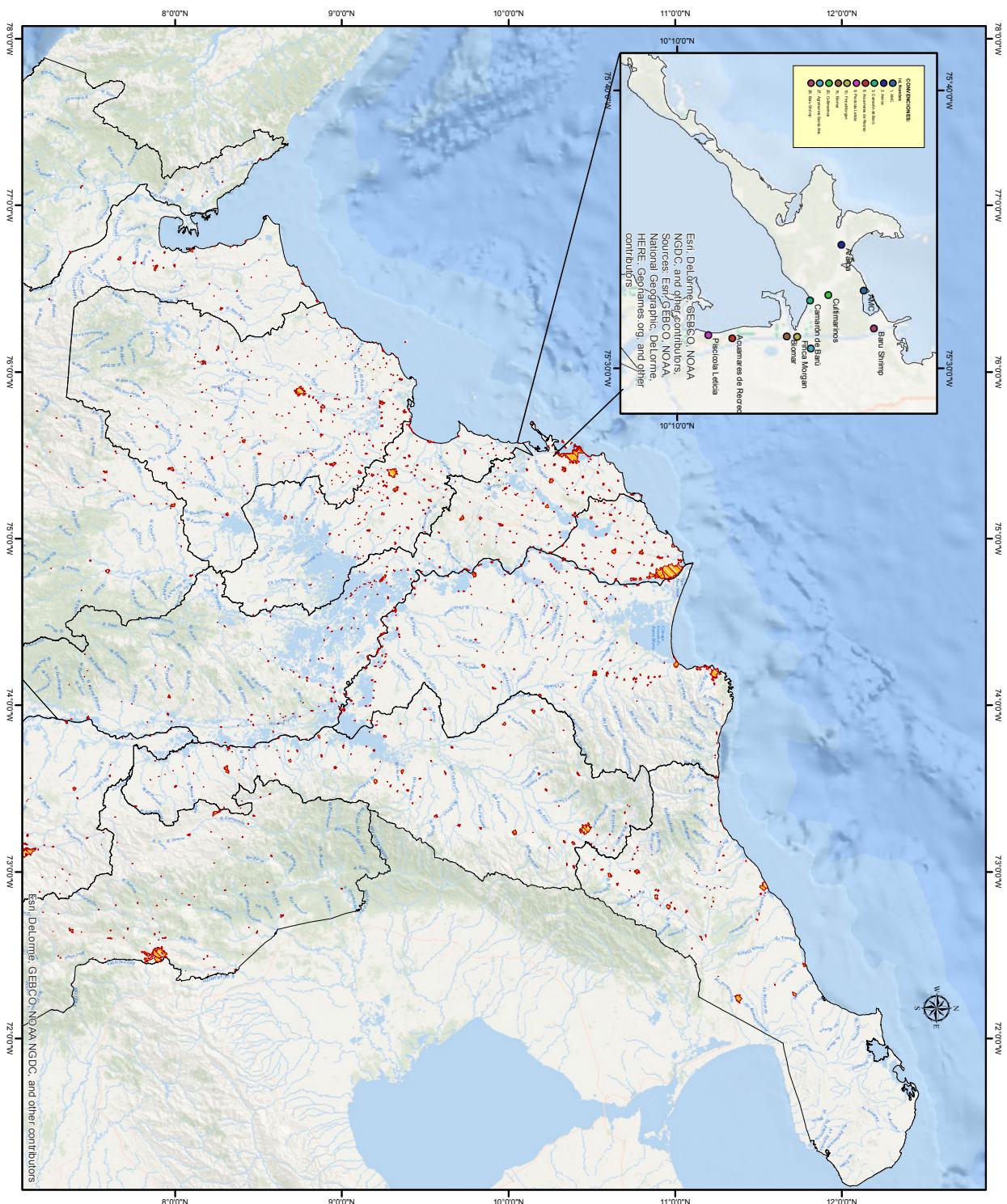


Figura 7. Áreas de producción en el Caribe y Pacífico colombiano.



Mapa 1. Fincas camaroneras en el Caribe colombiano

CONVENCIONES

Id, Nomb

- roacuclola
Idromar
girolloj S.A.
Acuacultivos Los Gallitos
Acuacultivo El Guájaro
Océanos S.A.
Imbula



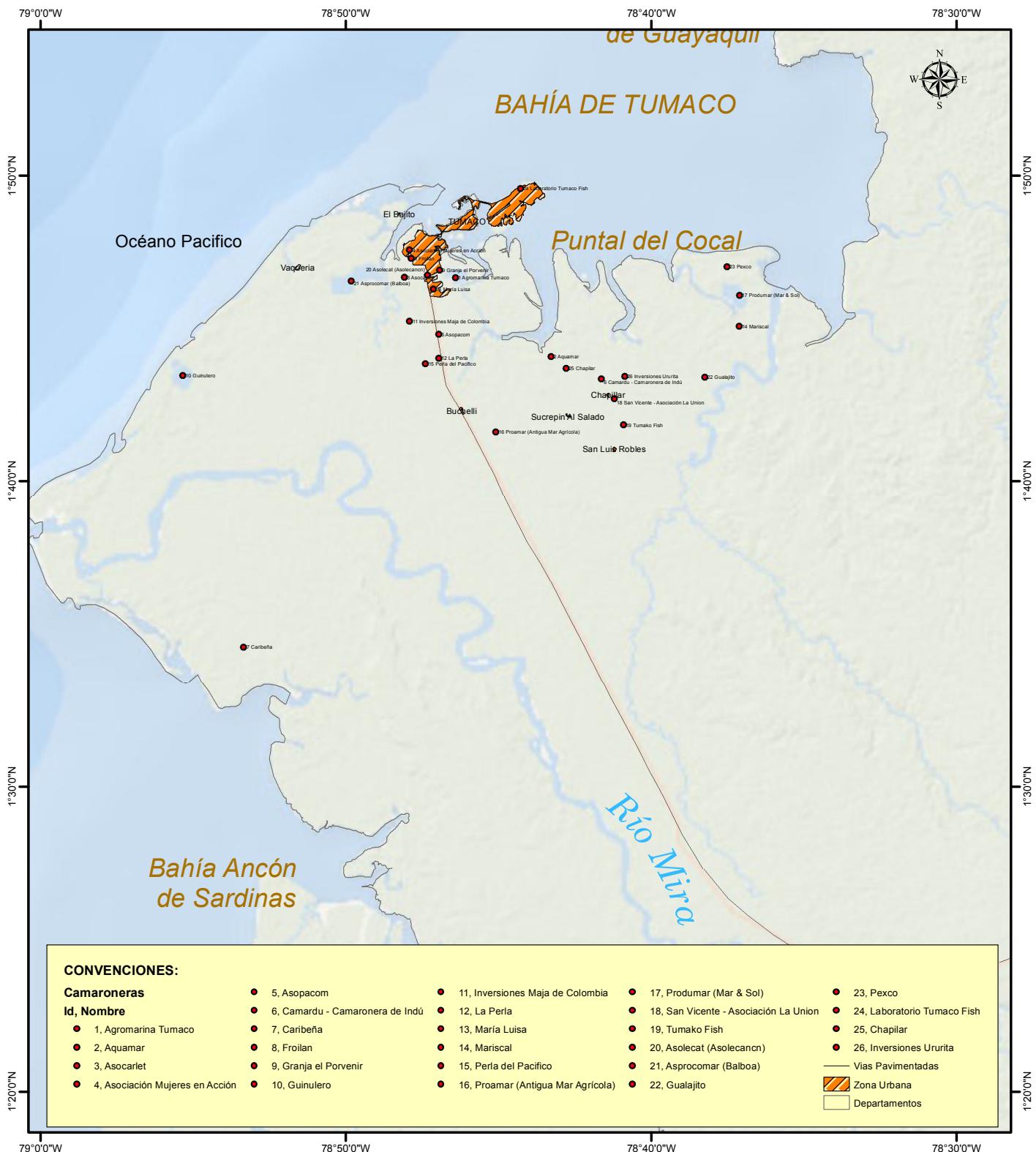
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS CAMARONERAS DE LA REGIÓN CARÍBE

CIAL DE LAS CAMARONERAS
RÉGION CARIBÉ

S CAMARONERAS
RIBE

		34. Acuacultivos El Guajiro - Sección El Silencio
		35. Finca España
		36. La Gran Canaria (Pescado Fresco)
		37. Bioguajira
		38. Mayapo
		Zona Urbana
		Departamentos
Fuente Cartográfica: Levantamiento de Campo: CENACUA, 2014 Cartográfico Base: IGAC, 2010 Geocódigo: Coordinate System: GCS_WGS_1984 Datum: D_WGS_1984 Angulo: Unidad: Grados Elevación por: GEOTRSOLUCIONES SAS Diseño: Elaboración: Digitalización: Diseño: Luis Payán Varela - Camilo Patiño Monroy		

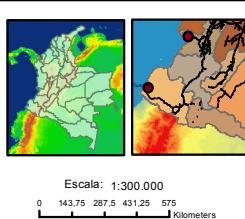
Mapa 2. Fincas camaroneras en el Pacífico colombiano



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS CAMARONERAS DE LA REGIÓN PACÍFICA

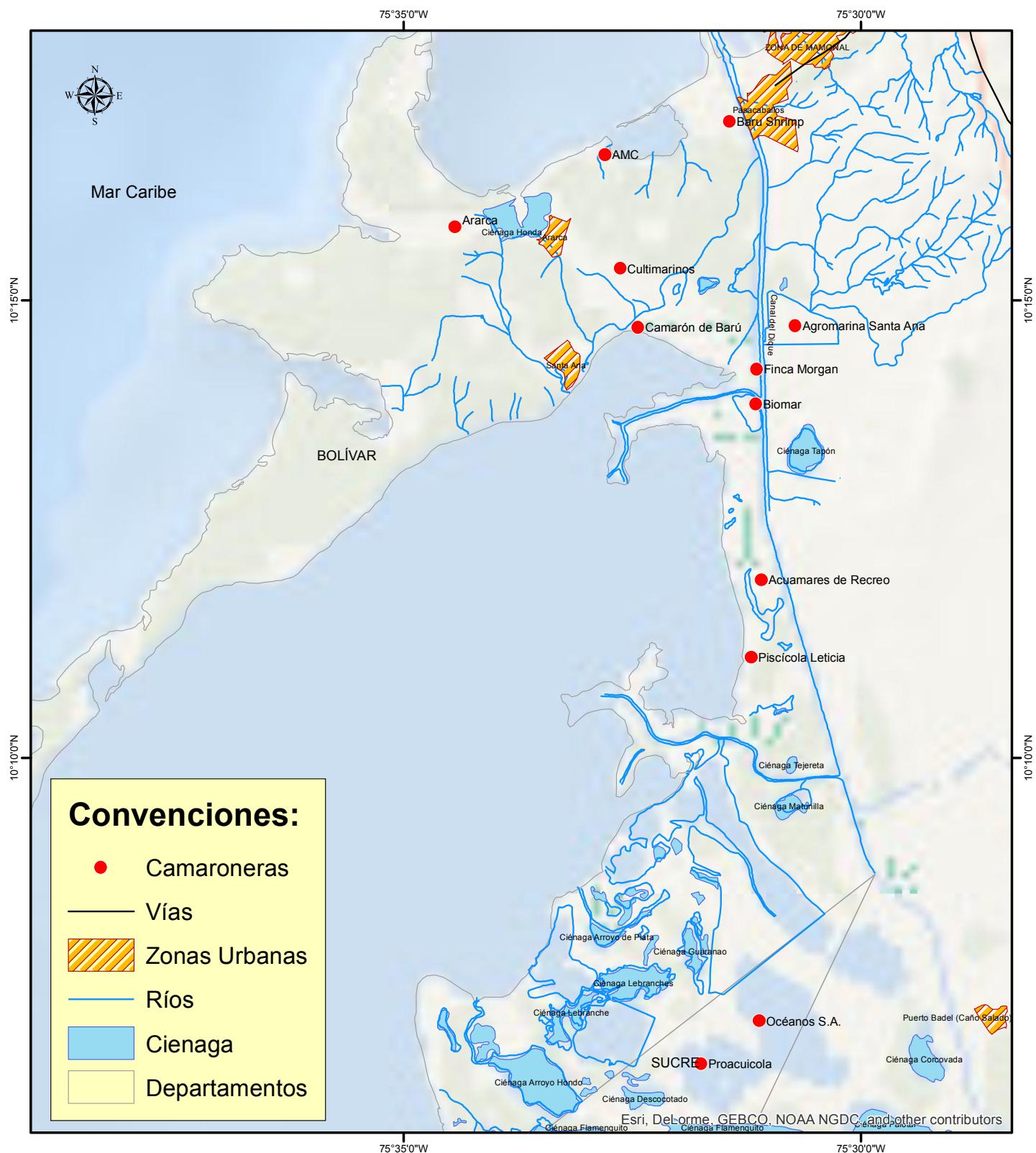
ABRIL DE 2015



AUNAP
Centro de Investigación de la
Acuicultura y Pesca con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de investigación de la
Acuicultura de Colombia

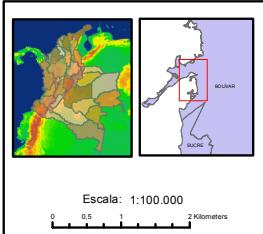
Mapa 3. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 1



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA CAMARONERAS ZONA DE BARBACOA REGIÓN CARIBE

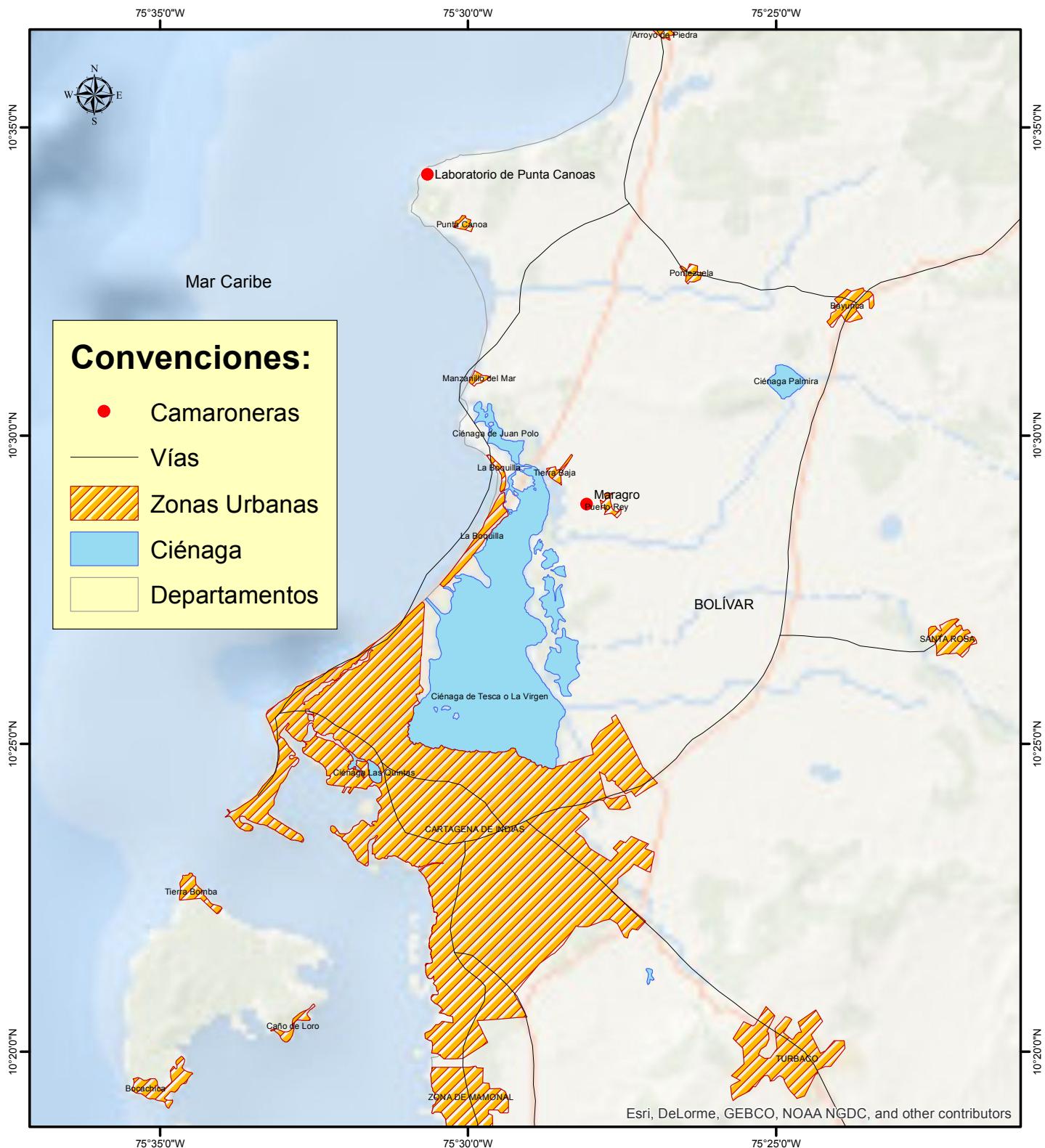
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Peso con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 4. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 2

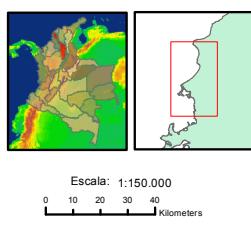


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroqui



MAPA CAMARONERAS ZONA PUNTA CANOA PUERTO REY - REGIÓN CARIBE

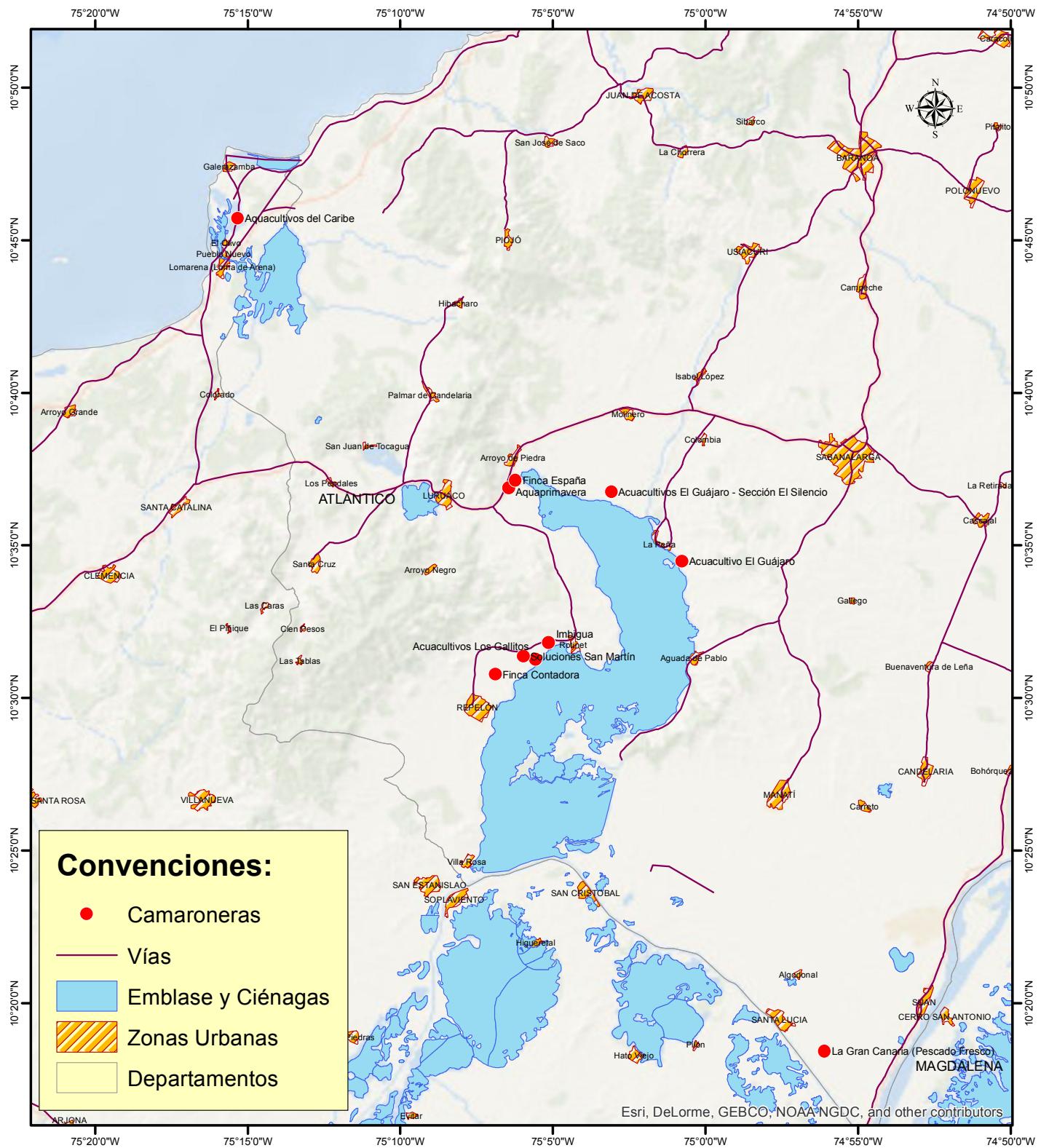
ABRIL DE 2015



AUNAP
Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
"Aplicando y Pescando con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 5. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 3

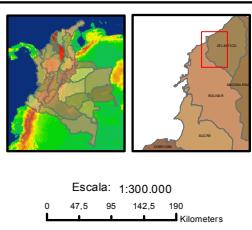


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CAMARONERAS ZONA EMBALSE DEL GUAJARO - LOMITA ARENA

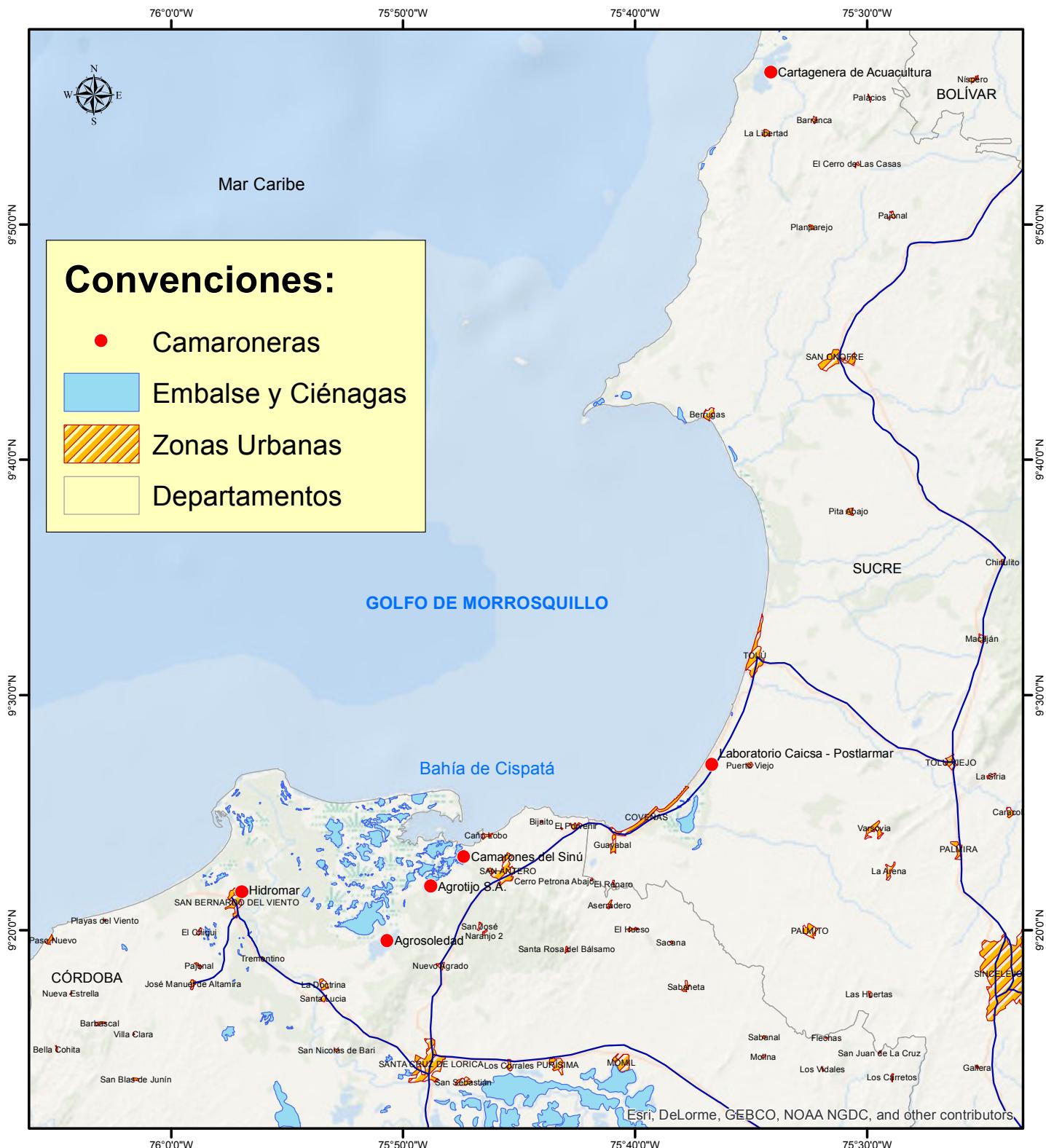
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
Acuicultura y Pescado con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 6. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 4

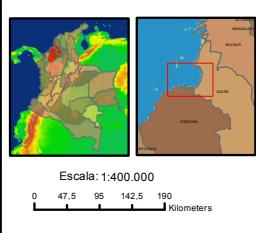


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base: IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CAMARONERAS ZONA SAN BERNARDO - TOLÚ REGIÓN CARIBE

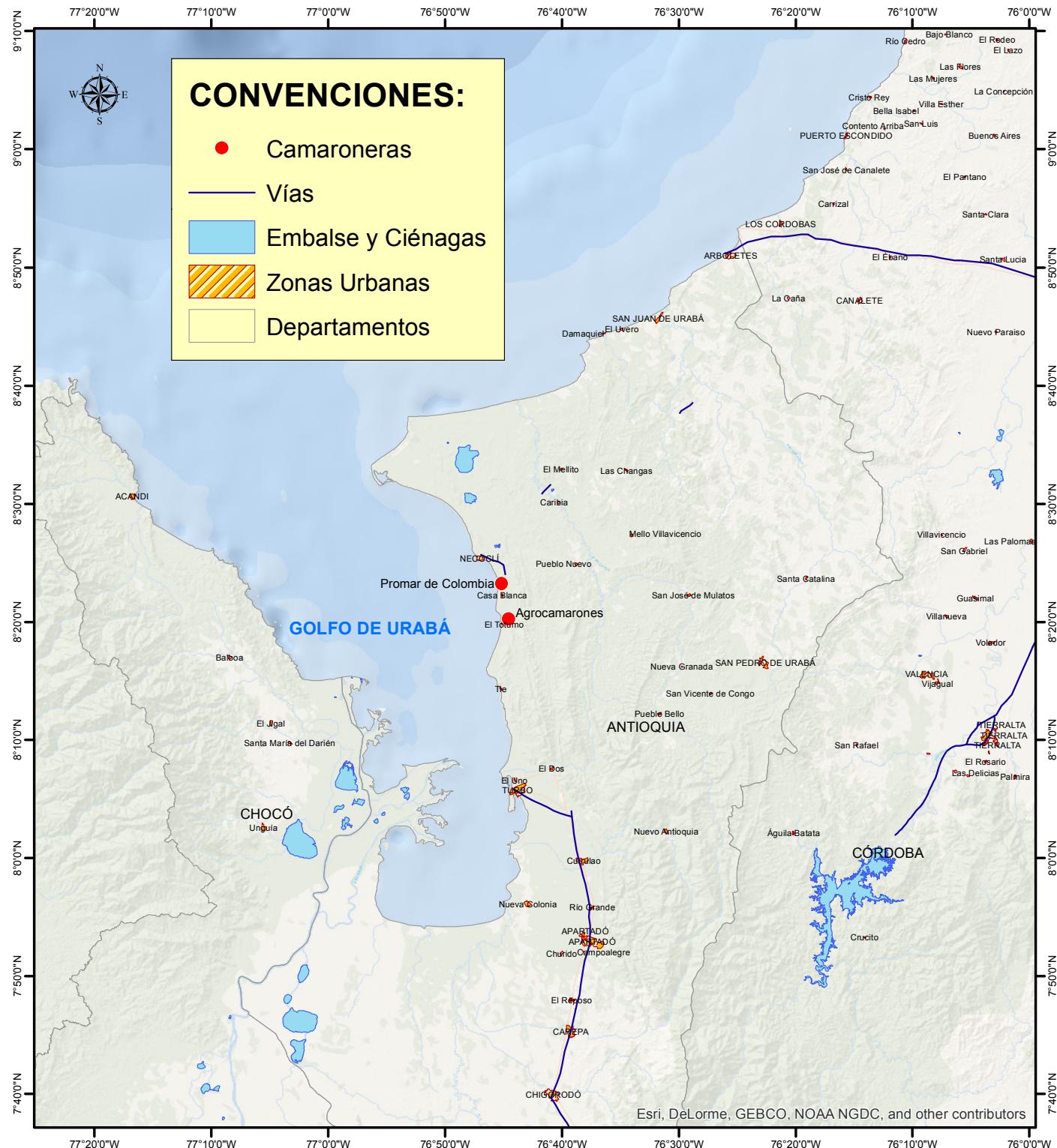
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE
ACUACULTURA Y PESCA CON RESPONSABILIDAD

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 7. Fincas camareras en el Caribe Zona 5

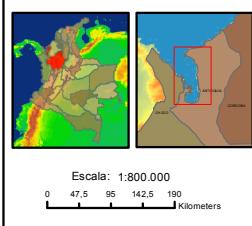


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CAMARONERAS ZONA ANTIOQUÍA

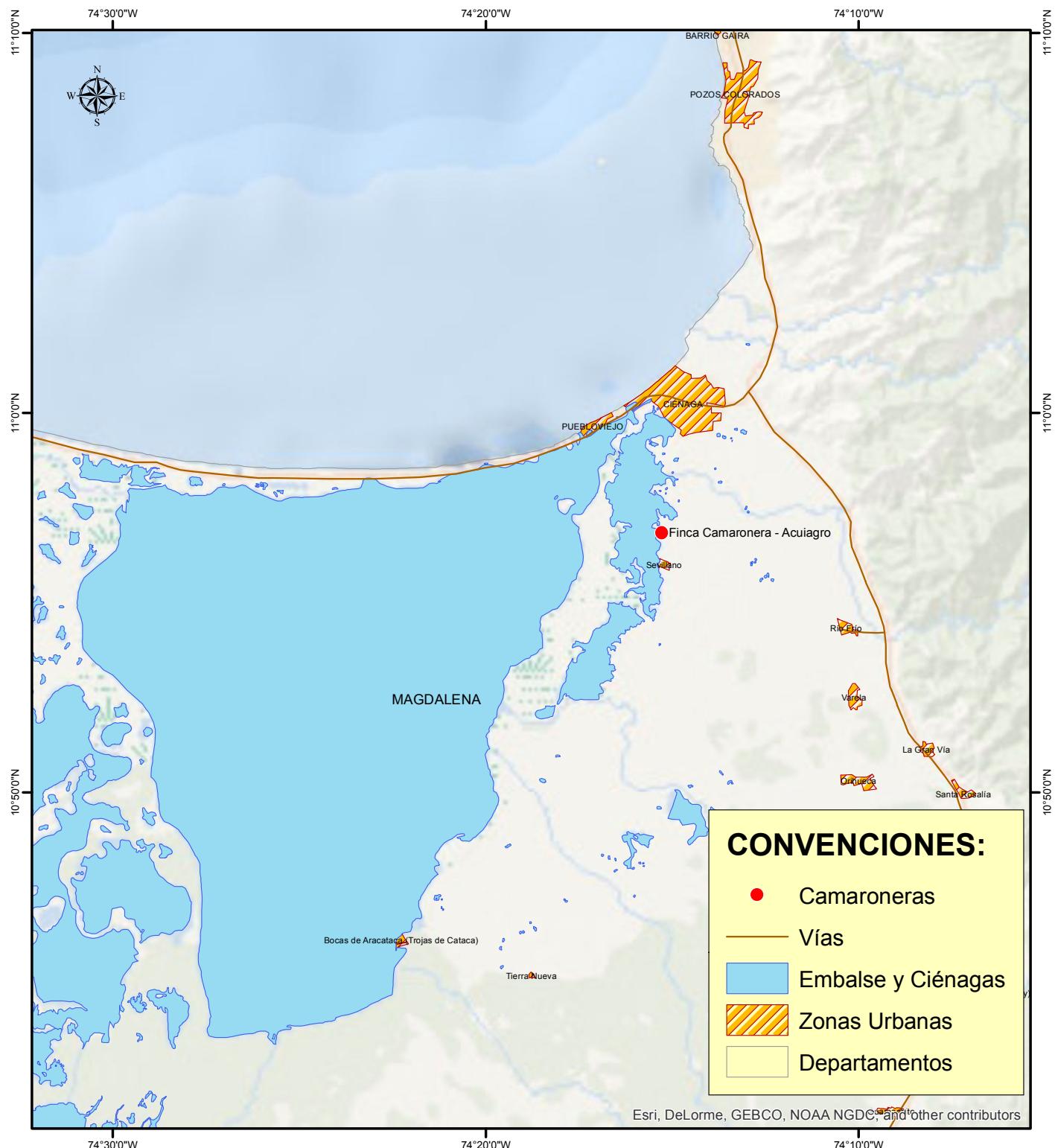
ABRIL DE 2015




AUNAP
 AUTORIDAD NACIONAL
 DE ACUICULTURA Y PESCA



Mapa 8. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 6

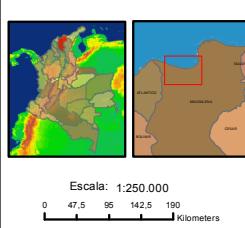


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CAMARONERAS ZONA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA - REGIÓN CARIBE

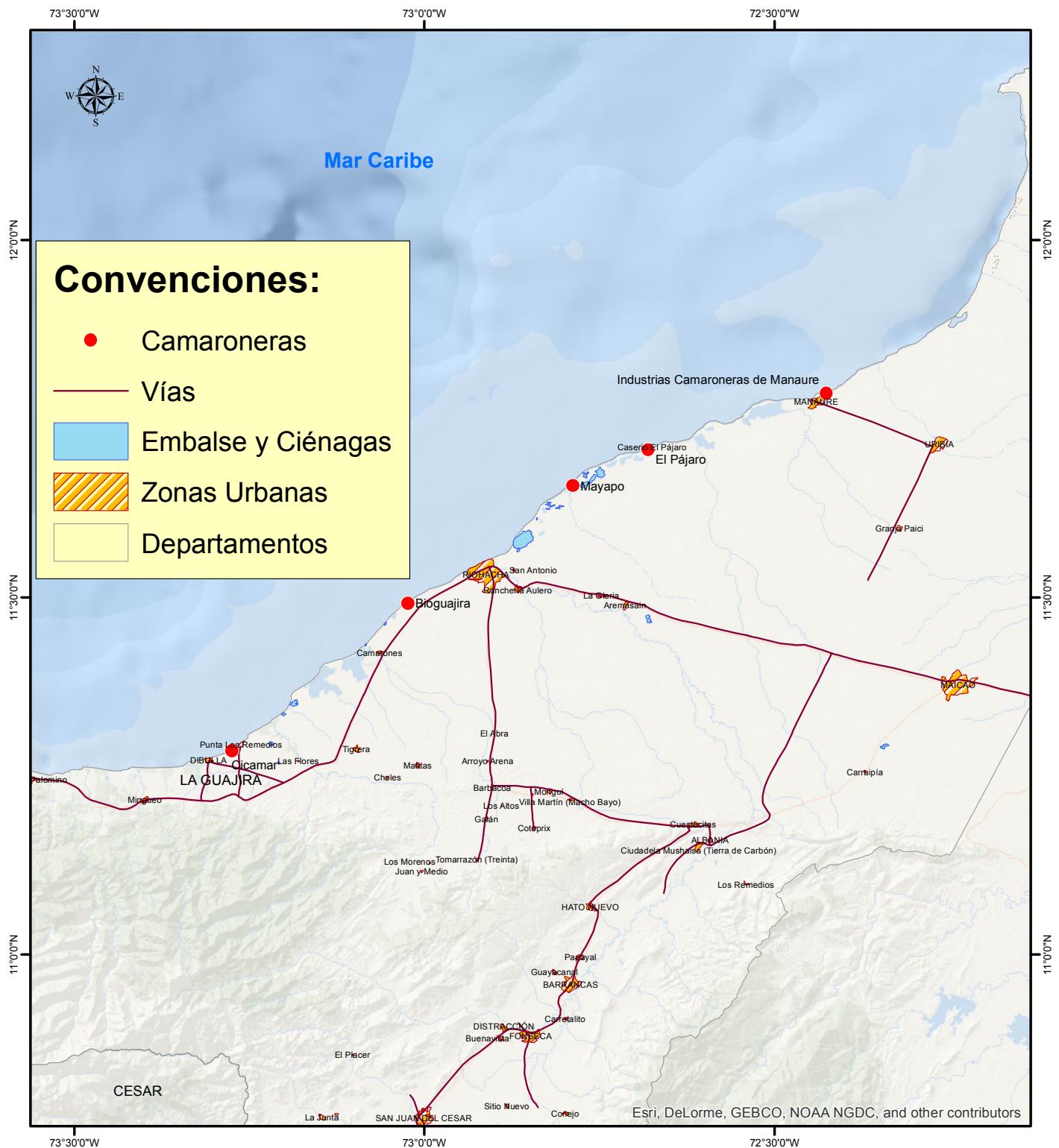
ABRIL DE 2015



AUNAP
Asociación Nacional de Acuicultura y Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 9. Fincas camaroneras en el Caribe Zona 7

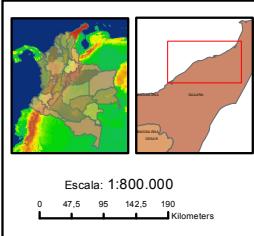


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIC SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CAMARONERAS DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE LOS ACUATICOS
"Agricultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

En todas las fincas activas se realizaron encuestas acerca de los sistemas de producción que utilizan y se recolectaron datos técnicos. Esta información involucró datos por finca y en cada finca por piscina y ciclo.

Los datos colectados se agruparon en los siguientes módulos, los cuales comprendían a su vez las siguientes variables:

1. COSECHA (Un registro por cada ciclo de producción de cada finca).

- a. Estanque
- b. Ciclo
- c. Área (ha)
- d. Densidad de siembra
- e. Fecha de siembra
- f. Fecha de cosecha
- g. Total de larvas sembradas
- h. Peso total cosechado (Kg)
- i. Peso promedio de cosecha (g)
- j. Rendimiento (Kg/ha)
- k. Incremento semanal promedio del ciclo (g/semana).
- l. Sobrevivencia (%)
- m. Alimento (Kg totales consumidos durante el ciclo).
- n. Factor de condición alimenticia (FCA)
- o. Origen del nauplio
- p. Origen de las larvas

2. MUESTREOS (Un registro por cada semana muestreada de cada ciclo de producción de cada finca).

- a. Estanque
- b. Ciclo
- c. Fecha de muestreo
- d. Densidad (No. animales/m²)
- e. Días
- f. Peso promedio (g)
- g. Incremento de la semana
- h. Promedio captura
- i. Crecimiento promedio acumulado a la fecha de muestreo.

3. PREPARACIÓN Y CONDICIONES DEL CICLO
(Un registro por cada ciclo de producción de cada finca).

- a. Estanque
- b. Ciclo
- c. % de materia orgánica post cosecha
- d. pH húmedo
- e. pH seco
- f. Días de secado
- g. Días de maduración
- h. Kg. de carbonato de calcio/ha
- i. Kg. de hidróxido de calcio/ha
- j. Kg. de diversos fertilizantes/ha (torta de soya, palmiste, Nutrihumic, Posturina, nitrato, melaza, plancton, urea).
- k. Kg. de sulfato de cobre/ha
- l. Kg. de cloro/ha
- m. No. de días O₂<3,0 mg/L
- n. No. de días O₂<2,0 mg/L
- o. No. de días O₂<1,0 mg/L
- p. Condición
- q. Tratamiento
- r. Dietas/tipo de alimento
- s. Días de secado
- t. Días de maduración
- u. Salinidad de siembra
- v. % sobrevivencia promedio de jaulas testigo.

4. SIEMBRAS (Un registro por cada estanque en ciclo de producción de cada finca).

- a. Estanque
- b. Ciclo
- c. Fecha lote
- d. Laboratorio
- e. Cruce
- f. Estadio de la post larva
- g. % larvas con branquias lisas
- h. % larvas con branquias sin desarrollar
- i. Prueba de estrés
- j. % sobrevivencia lote en aclimatación
- k. Salinidad de llegada
- l. pH
- m. Amonio
- n. Alcalinidad
- o. Densidad del fitoplancton (No. células/mL)
- p. Densidad de zooplancton (No. organismos/L).
- q. Horas de aclimatación
- r. Oxígeno al momento de la siembra
- s. Salinidad del estanque
- t. Temperatura del estanque
- u. % sobrevivencia jaula testigo 1 en 24 h

- v. % sobrevivencia jaula testigo 2 en 24 h
- w. % sobrevivencia jaula testigo 1 en 48 h
- x. % sobrevivencia jaula testigo 2 en 48 h

5. NUTRIENTES (Lecturas de parámetros físico químicos que pueden ser diarios en el caso del oxígeno disuelto y temperatura, y semanales para los demás parámetros).

- a. Estanque
- b. Ciclo
- c. Días
- d. pH
- e. Nitritos
- f. Nitratos
- g. Amonio
- h. Dureza total
- i. Alcalinidad total
- j. Salinidad
- k. Calcio
- l. Potasio
- m. Magnesio

Es importante señalar que una parte de la información referenciada anteriormente, se utilizó para complementar las bases de datos del análisis histórico que se presenta en el siguiente capítulo.

Las bases completas se entregaron a la AUNAP como fuente de consulta, y también pueden ser solicitadas a CENIACUA comunicándose con Fernando Marimón, al correo electrónico fmarimon@ceniacua.org.



Capítulo 2.

Análisis de la información histórica de la producción de camarón en las costas Colombianas. Período 1997- 2015.

El *P. vannamei*, llamado camarón blanco del Pacífico, alcanzó la condición de especie de cultivo dominante debido a su buen crecimiento a diferentes densidades y resistencia a cambios ambientales, desplazando incluso a otras especies de camarón como sucedió en China y otros países de Asia, razón por la cual, el volumen total producido se incrementó dramáticamente hasta llegar en el 2011 a las 3.8 toneladas métricas (**Figura 8**).

Una de las razones por las que en los últimos 20 años la industria del camarón a nivel mundial ha mantenido una tendencia creciente en la comercialización, es el constante monitoreo sanitario en cada una de las etapas de la producción. Esto ha permitido superar cada uno de las enfermedades que han afectado a los cultivos a través de los años. A su vez, se han realizado cambios en los sistemas de producción con nuevas propuestas tecnológicas en términos de manejo de densidad, sistemas de recirculación, uso de bio-floc y policultivos, entre otros.

En Colombia, cuando se iniciaron los cultivos en el Caribe se hicieron algunos tímidos intentos de producir *P. schmitti*, con resultados técnicos muy regulares, por lo cual, rápidamente se pasó a *P. vannamei*, originaria del Pacífico occidental, y comenzaron a florecer granjas en distintos puntos del litoral Caribe, así como en Tumaco, Nariño, sobre el Pacífico. En 1984, el precio del camarón entero (con cabeza y cola) llegó a los US\$12 el kilogramo, siendo por lo tanto un negocio particularmente rentable y atractivo para los inversionistas (Gómez, 2014).

Por casi una década, la industria creció sin inconvenientes pero luego comenzaron los brotes de enfermedades que llegaron desde otros países, ya que no se había cerrado el ciclo productivo y el material biológico entraba sin control al país. Ante esto, la industria creó el Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia – CENIACUA, con apoyo estatal y capital privado con el objetivo de garantizar su crecimiento apoyándose en el conocimiento científico y técnico para cerrar el ciclo desde la maduración hasta la larvicultura, creando líneas específicas de producción para cada costa, lo que le permitió consolidarse en una importante fuente de empleo en las áreas costeras.

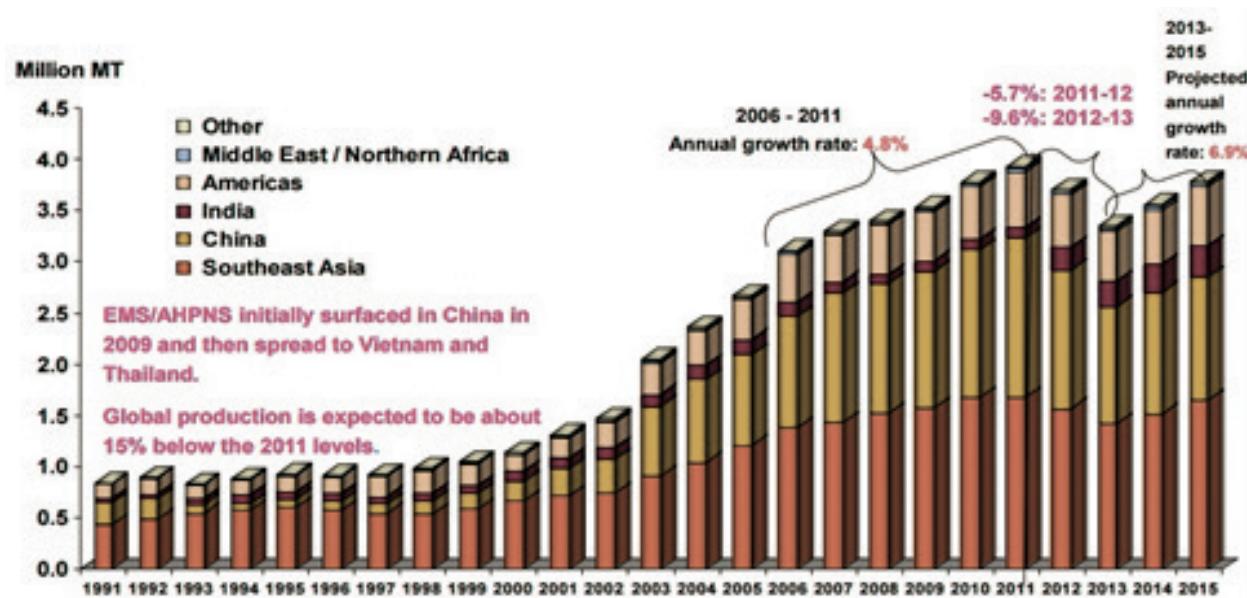


Figura 8. Toneladas métricas de camarón producidas entre 1995 y 2012 por regiones y proyección de los siguientes cuatro años (Fuente: Jory, 2014).

Desafortunadamente, entre 2002 y 2012 la sobreoferta asiática, la caída de las cotizaciones internacionales, la devaluación del dólar, la crisis mundial de la economía y un error de cálculo en lo tecnológico, se conjugaron, para desatar la “tormenta perfecta”, que sume a la camaronicultura nacional en una prolongada y profunda crisis, de la cual no se ha recuperado.

A pesar de la situación anterior, hay señales que se están recibiendo del exterior y del mismo mercado nacional, las cuales permiten pensar que es posible encontrar un punto de inflexión a la crisis de la industria en el corto y mediano plazo. Es así como un sector de empresarios y el propio gobierno nacional, a través del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, han visto la conveniencia de reactivar esta actividad productiva, repensándola a la luz de las ventajas comparativas que ofrece Colombia y de los conocimientos y experiencias adquiridos a lo largo de tres décadas (Gómez, 2014).

En línea con estas iniciativas del Gobierno Nacional y con el fin de desarrollar un referente nacional y crear una fuente para consultar la información estadística acuícola, CENIACUA bajo el convenio 167 con la AUNAP, realizó una recopilación de la información histórica y actual de los parámetros de producción de cada una de las fincas camaroneras en ambas costas nacionales.

Actualmente, a través del Servicio estadístico pesquero de Colombia -(SEPEC), el cual se puede consultar en una plataforma web, la AUNAP administra la información estadística pesquera nacional, con lo que la información analizada en el presente informe alimentará el nuevo módulo de acuicultura para el SEPEC.

La información recolectada contiene registros desde el año 1997 hasta el mes de diciembre de 2015, con las principales variables de producción que se manejan ciclo a ciclo en un cultivo de camarón. Mediante el presente documento se pretende brindar una panorámica de las estadísticas de producción de los sistemas de cultivo que se han manejado en los últimos 18 años.

Área de Estudio y Metodología de Análisis

Se analizó la información histórica de producción de 19 fincas de la costa Caribe, y 16 fincas de la costa Pacífica. La información se agrupó en tres épocas climáticas, incluyendo en cada una de estas categorías los datos de producción de las piscinas sembradas en los meses correspondientes a cada época.

Épocas Climáticas Establecidas

Para la definición de las épocas climáticas de la región Caribe, se utilizó el estudio realizado por el INVEMAR (Newmark, 1993) (**Tabla 3**).

Tabla 3. Meses de siembra correspondientes a las épocas climáticas definidas para el Caribe.

Época Siembra	Mes de siembra				
Buena	Abrial	Mayo	Junio	Julio	
Transición	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	
Mala	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	

Para la clasificación por épocas de la región Pacífica se empleó el estudio realizado por CENIACUA (Newmark *et al.*, 1996) (**Tabla 4**) ya que este litoral presenta una climatología diferente a la Atlántica por efecto de su ubicación geográfica y su interacción con los vientos circundantes.

Tabla 4. Meses de siembra correspondientes a las épocas climáticas definidas para el Pacífico.

Época Siembra	Mes de siembra			
Húmeda	Abril	Mayo	Junio	Julio
Transición	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Seca	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre

Fuente de Información

CENIACUA cuenta con una base de datos colectada y aportada por las fincas camaroneras, desde 1997 hasta abril de 2015, cada registro de la base es un ciclo de producción en ambas costas nacionales. En total están incluidos 12.884 ciclos de cultivo, durante un período de 18 años (**Tabla 5**).

La información de la base va orientada en sus variables respuesta de producción y algunas variables cualitativas que se desprenden de las originales.

Tabla 5. Registro de información histórica del sector camaronero en ambas costas.

Costa	No. Fincas	No. Estanques	No. Ciclos
Caribe	19	1109	10.631
Pacífica	16	440	2.253

Índices Generales

Producción y áreas cultivadas totales por año

La **Figura 9** muestra la producción en miles de toneladas de camarón en Colombia; se observa el crecimiento lento que se dio entre 1997 y 2004, y los posteriores picos productivos en el periodo 2006 a 2008.

En el año 2008 se registró la mayor producción hasta la fecha, un leve aumento del área sembrada que llegó a las 3.000 ha, y un rendimiento mayor a los 4.500 Kg/ha.

Estos resultados obedecieron a la decisión de los industriales colombianos de implementar sistemas de cultivo más intensivos (se pasó de una media de 12-14 animales/m² a 40-60 animales/m²), empleando la infraestructura original que estaba diseñada para cultivos extensivos o semi-intensivos.

La falla de esta estrategia sumada a los factores macroeconómicos que se mencionaron previamente llevó a partir de 2009 a un declive progresivo de la producción nacional que descendió a 2.800 toneladas en 2014.

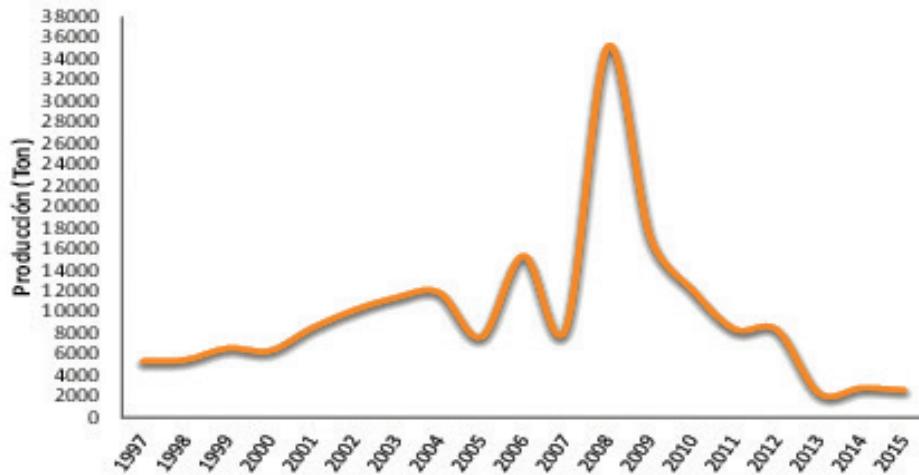


Figura 9. Producción anual de camarón cultivado en Colombia.

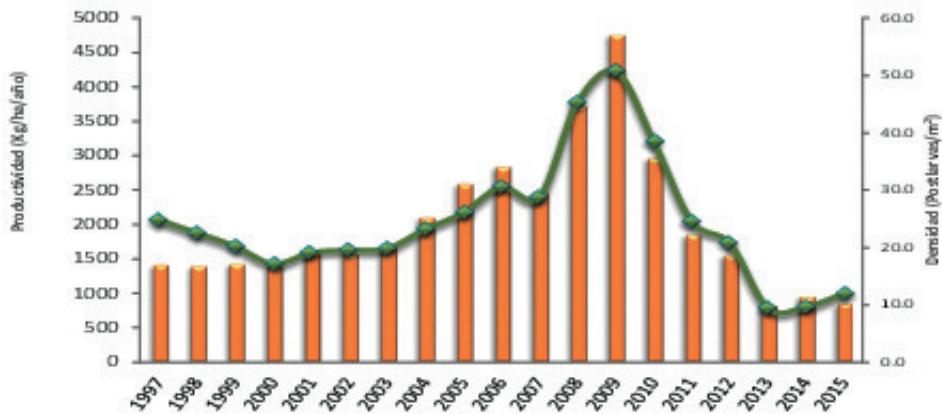


Figura 10. Productividad (Kg/ha/año) y densidad de siembra (post larvas/m²) del cultivo de camarón en Colombia 1997 – 2014.

Kilogramos producidos/ha/año.

La productividad por año representada en la **Figura 10** refleja un comportamiento similar al de la producción total con un incremento constante desde 1997 hasta 2009 cuando alcanza una productividad por encima de los 4.500 Kg/ha/año. Entre 2010 y 2012 se presenta una caída brusca de este parámetro como consecuencia de los problemas de producción asociados a los incrementos de densidad y a los problemas de flujo de caja, que llevó a las fincas más grandes a bajar la densidad en la región Caribe y a las estrategias de cultivo super extensivo en la región del Pacífico tendientes a minimizar los riesgos de mortalidades por el virus de la mancha blanca.

Entre el 2013 y 2015 este parámetro se mantuvo estable debido a que las empresas que aún sobreviven han mantenido la estrategia de sembrar a densidades medias o bajas.

Análisis por Regiones

Rendimiento (Kg/ha/año)

El rendimiento expresado en Kg/ha graficado para cada litoral, refleja la profunda diferencia entre los sistemas de cultivo del Caribe y el Pacífico, y la evolución de los sistemas de producción a través de los años (**Figura 11**). En la costa Caribe el rendimiento tendió a crecer año tras año, alcanzando su punto máximo en el año 2009, merced a la tecnificación de los sistemas de cultivo y posteriormente sufrió un decaimiento cuando se optó por retornar al sistema semi-intensivo y en el caso de la empresa de mayor tamaño a un sistema extensivo. Por este motivo el rendimiento de los tres últimos años ha estado por debajo inclusive de los del año 1997.

Por otro lado, en la costa Pacífica, las producciones siempre fueron más bajas, aunque descendieron aún más debido al ingreso y mortalidades generadas por la enfermedad de la mancha blanca cuyo impacto sanitario es explicado ampliamente en otro capítulo de este documento. Aunque esta estrategia se ha mantenido casi igual por muchos años, en los últimos 5 años se ha presentado un leve incremento en los rendimientos. Es importante anotar que la costa Caribe no se ha visto afectada por la enfermedad de la mancha blanca por lo que las variaciones en rendimiento obedecen a variables diferentes a las sanitarias.

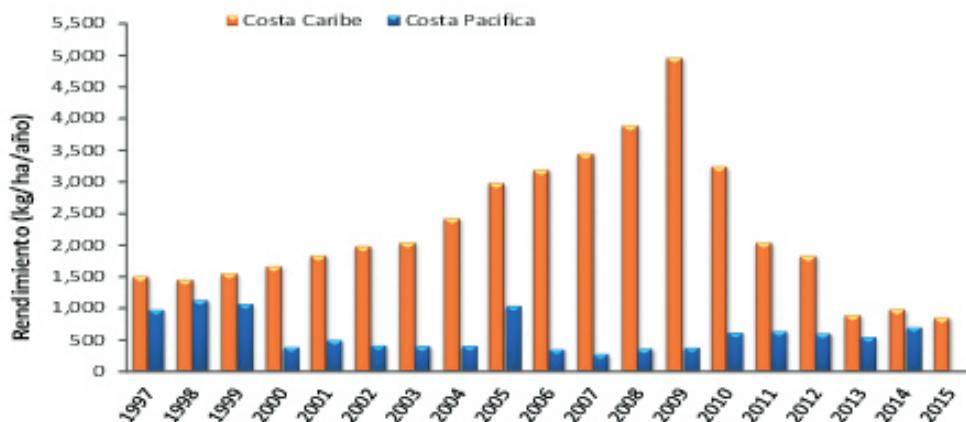


Figura 11. Rendimiento (Kg/ha) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Producción anual

En términos porcentuales, la producción nacional de camarón proviene en más del 90% de la costa Caribe (**Figura 12**), aunque no por ello se resta importancia dentro de la cadena acuícola nacional a la región Pacífica, ya que tiene el potencial de convertirse en una región pujante que ha estado dando pasos pequeños pero constantes para reactivar del cultivo de camarón especialmente a pequeña y mediana escala, apoyándose en un manejo sanitario prudente en el tema del virus de la mancha blanca.

Densidad de siembra

La variable densidad de siembra expresada en número de animales sembrados por hectárea, se ubica entre las variables de manejo que el productor suele establecer con criterio propio, basado en las condiciones de su operación. Los esquemas de producción según su densidad de siembra se muestran en la **Tabla 6**.

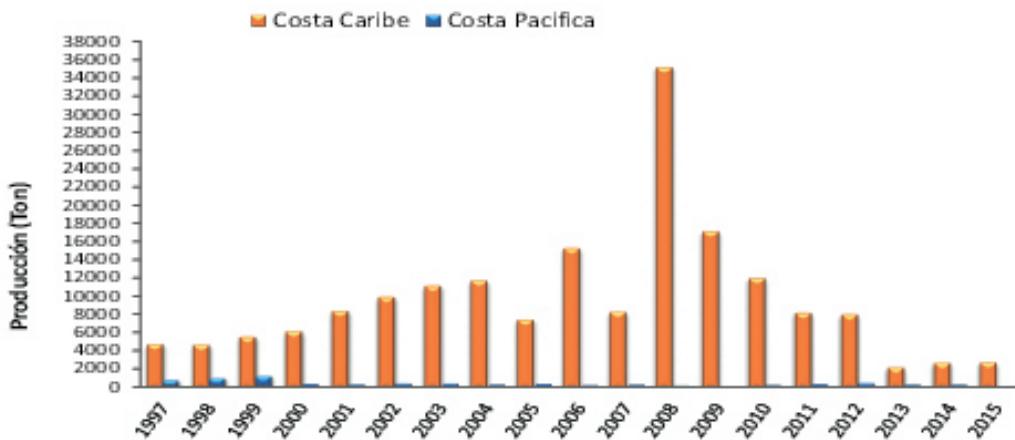


Figura 12. Producción (Ton) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Tabla 6. Sistema de cultivo de acuerdo a las post larvas sembradas/m².

Sistema cultivo	Rango (post larvas/m ²)
Extensivo	≤ 10
Semi-intensivo	11 - 40
Intensivo	41 - 70
Super-intensivo	71 - 250
Hiper intensivo	0 - 250

Fuente: ZEIGLER, 2015

La densidad de siembra para la costa Caribe presenta un comportamiento ascendente hasta 2009, alcanzando valores para cultivos intensivos, posteriormente van disminuyendo año tras año hasta ubicarse en el sistema de producción extensivo con menos de 10 post larvas/m².

La costa Pacífica se ha mantenido a través de los años entre el sistema de cultivo extensivo y semi-intensivo (**Figura 13**).

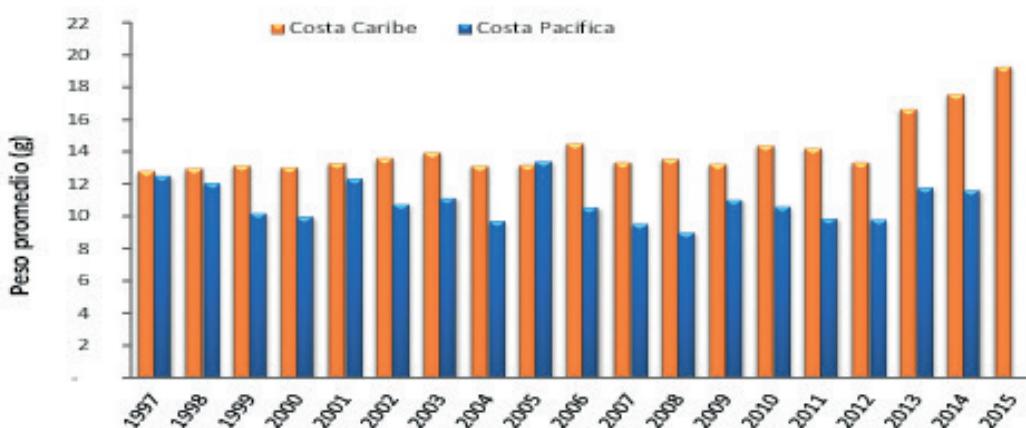


Figura 13. Densidad de siembra (post larvas/m²) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Peso promedio

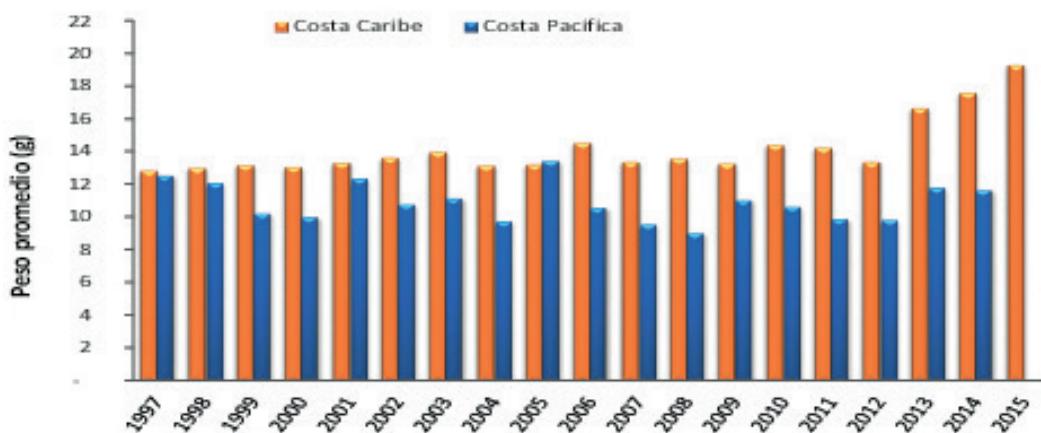


Figura 14. Peso promedio (g) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

En ambas costas ha habido fluctuaciones en el peso promedio de cosecha (**Figura 14**), a través de los años en concordancia con los cambios productivos respecto a la densidad de siembra de post larvas como se explicó anteriormente.

En la costa Caribe el peso promedio osciló entre 12 y 14 gramos hasta 2012 pero en los últimos 3 años debido al descenso en las densidades de siembra, el peso promedio se ha incrementado progresivamente hasta llegar a 19 gramos en el presente año.

En el Pacífico, esta variable ha fluctuado entre los 9 y 13 gramos durante el período analizado afectando de manera directa el rendimiento expresado en Kg/ha.

Rendimiento diario (Kg/ha/día)

El rendimiento día es una variable de producción que es calculada en base al rendimiento ciclo, dividiéndola entre el número de días que dura el ciclo de cultivo (**Figura 15**).

Este índice permite comparar entre ciclos de cultivo diferentes y ajustar las medias. La tendencia en ambas costas es completamente similar al de rendimiento expresado como Kg/ha.

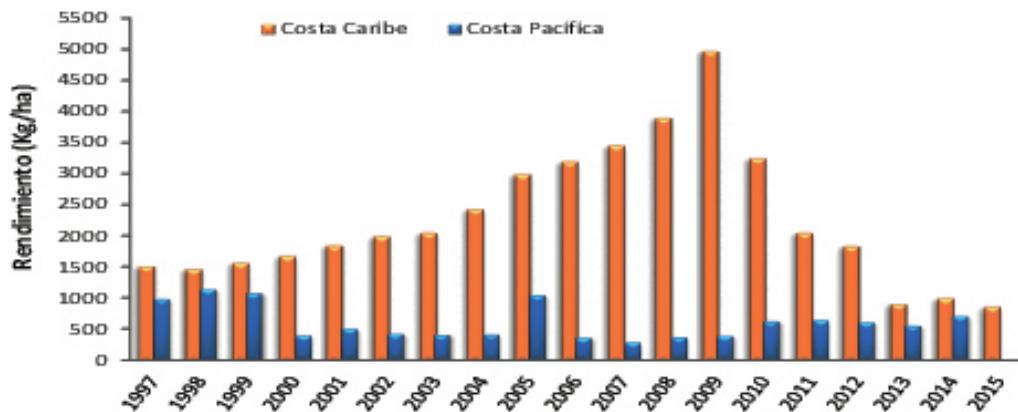


Figura 15. Rendimiento diario (Kg/ha/día) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Incremento en peso (g/semana)

En la costa Caribe el rango de crecimiento por semana varió entre 0,7 a 1,0 g/semana, siendo el período de mayor crecimiento 2013 a 2015 por el mencionado descenso en las densidades (**Figura 16**). En la costa Pacífica esta variable fluctuó un poco más presentando rangos de 0,7 a 1,6; durante 2011 (1,2 g/semana) y 2013 (1,7 g/semana) presentó los más altos picos de crecimiento para esta región del país.

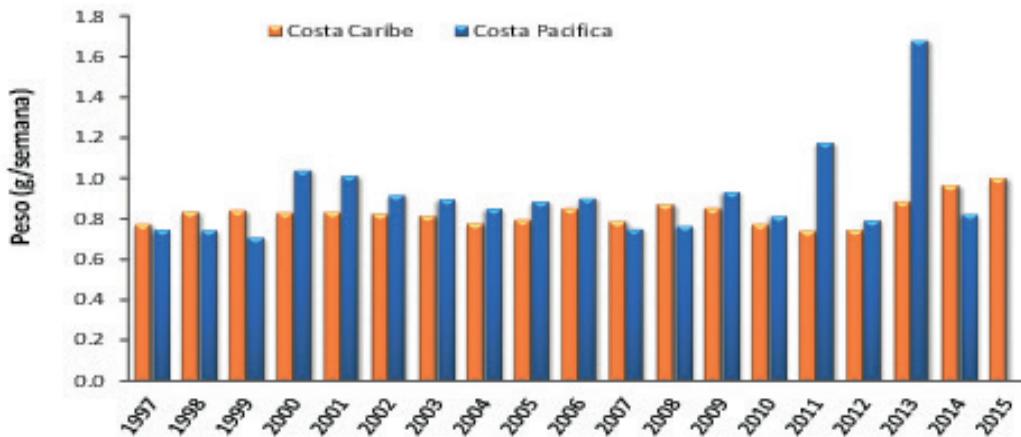


Figura 16. Incremento en peso (g/semana) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Porcentaje de sobrevivencia (%)

En cuanto a porcentaje de sobrevivencia (**Figura 17**), calculada a partir del número de animales cosechados entre número de animales sembrados, hay una diferencia sustancial entre ambas costas que existía inclusive antes de la aparición del virus de la mancha blanca y que se agudizó por efecto de esta enfermedad. En la costa Caribe esta variable se ha mantenido entre 55 - 75% con el pico más alto entre 2004 y 2005, al cual siguió una tendencia decreciente que se revirtió en el año 2011, a partir del cual se ha mantenido estable con valores por encima del 60%. En el Pacífico hubo un fuerte descenso de la sobrevivencia entre 1999 y 2001 por efecto de la enfermedad de la mancha blanca; a partir de entonces inicia un proceso de recuperación a través de los años estabilizándose en los últimos años en valores por encima del 40%.

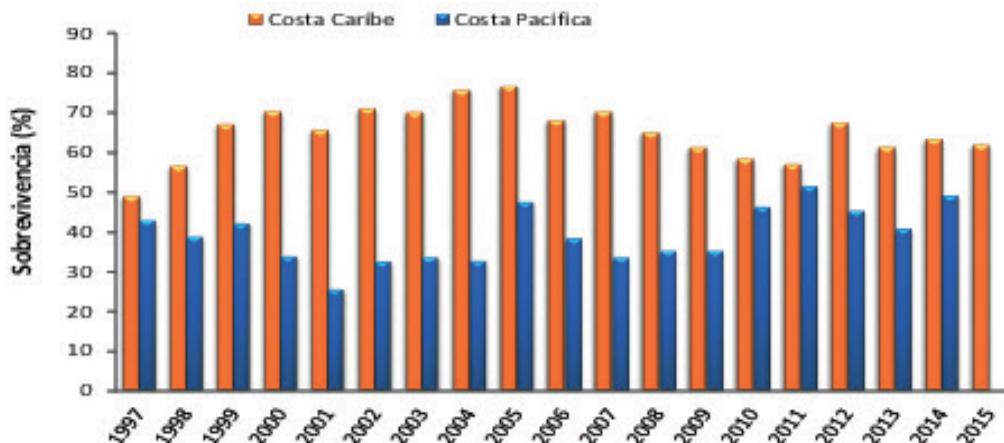


Figura 17. Sobrevida (%) del cultivo de camarón por regiones en Colombia.

Factor de conversión alimenticia (FCA)

Esta variable es una de las que más afectan el costo de producción y hace referencia a los kilos de alimento requeridos para producir un kilo de camarón.

La **Figura 18** muestra el comportamiento del factor de conversión alimenticia en la costa Caribe, el cual se mantuvo alrededor de 1,6 hasta 2006 donde se observa un incremento marcado hasta 2011, atribuible al incremento de las densidades de cultivo.

A partir de 2012, cuando se viró a modelos más extensivos este parámetro comenzó a descender hasta llegar más o menos a su valor inicial de 1,5. No existe suficiente información de la costa Pacífica para realizar la comparación a través de los años.

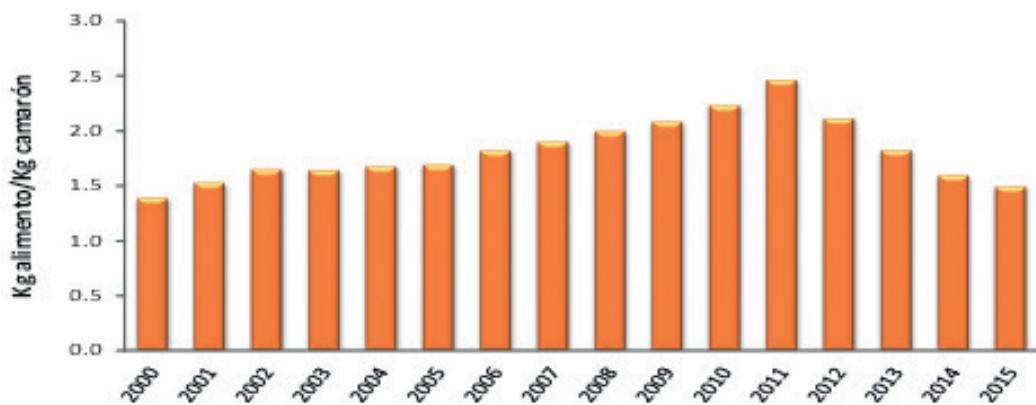


Figura 18. Factor de conversión alimenticia (FCA) del cultivo de camarón para la costa Caribe colombiana.

Índice de producción

Esta variable respuesta es incluida en este informe para dar una idea del comportamiento productivo de una región, debido a que no existe un diseño experimental único para la comparación entre fincas, estanques, épocas de siembra, áreas, y demás.

Por lo anterior, se busca estandarizar la cantidad de larvas sembradas en todos los estanques a 1000 post larvas y se calcula cuantos kilogramos virtuales nos produciría esta cifra; para lo anterior se realiza una regla de tres simple con la variable total de larvas sembradas y total de kilogramos cosechados.

En la **Figura 19**, se observa que curiosamente en la costa Caribe los valores de este índice durante el período 1999 a 2004, antes de que se intensificará la producción al aumentar la densidad de siembra, oscilaron de manera similar a los del período 2005 a 2009 cuando se implementó la aireación y se duplicaron las densidades de siembra.

No obstante, el panorama desmejora entre 2010 y 2012 y se recupera a partir de 2013 alcanzando en abril del 2015 el pico más alto, 11,7 kilos cosechados por cada 1000 larvas sembradas. El período de recuperación nuevamente coincide con el viraje hacia estrategias de producción a baja densidad. En la costa Pacífica el comportamiento de este Índice es diferente debido a los problemas sanitarios antes mencionados, que condujeron a reducir densidades, minimizar el tiempo de cultivo, cosechar con pesos promedios menores, lo cual impacta negativamente los rendimientos y por ende los valores del índice de producción.

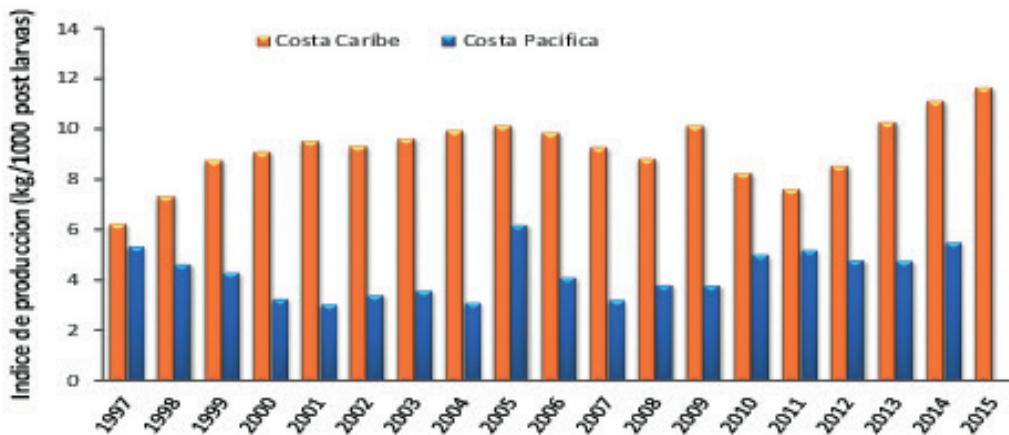


Figura 19. Índice de producción (Kg/1000 post larvas) del cultivo de camarón para cada una de las regiones en Colombia.

Análisis Estadísticos

Región Caribe

Resumen estadístico descriptivo de las variables

Los coeficientes de variación (**Tabla 7**) de la variable densidad de siembra y aquellas que son dependientes de esta, como peso total de cosecha, rendimiento día, rendimiento ciclo, son muy altos, debido a la variedad de estrategias en cuanto a intensificación, adoptadas a través de los años.

Pero variables como peso promedio, incremento de peso y sobrevivencia, tienen un coeficiente de variación mucho menor lo que indica que se pueden hacer estimaciones razonables de estos parámetros para sistemas intensivos y semi-intensivos que se proyecten desarrollar en la costa Caribe, esto considerando que la mayoría de los ciclos analizados corresponden a los años en que se manejaron estos sistemas.

Tabla 7. Estadístico para las variables en el Caribe colombiano.

Variable	Unidad	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de variación (%)
Densidad de siembra	post larvas/m ²	26	18	70,7
Peso total cosecha	Kg	14.376	11.923	82,9
Peso promedio	g	13,3	3,5	26,1
Rendimiento diario	Kg/ha/día	19	18	96,9
Rendimiento ciclo	Kg/ha	2.151	1.967	91,5
Incremento en peso	g/semana	0,84	0,23	28,0
Sobrevivencia	%	60,8	20,9	34,3
FCA	Kg alimento/Kg camarón	1,8	0,7	40,3
Índice de Producción	Kg/1000 post larvas	8,3	3,9	47,4

Parámetros productivos por época de siembra

Como se mencionó inicialmente, los datos se agruparon de acuerdo al planteamiento del estudio realizado por el INVEMAR que define los meses de siembra correspondientes a las épocas climáticas definidas para el Caribe colombiano (Newmark, 1994).

Tanto los resultados obtenidos a partir de la estadística descriptiva (**Figura 20**), así como los análisis de varianza realizados (**Figura 21**) para comparar las variables de producción entre las diferentes épocas, muestran que evidentemente existe un comportamiento estacional que condiciona el crecimiento.

En la costa Caribe es claro que si se siembra de octubre a noviembre, cuando se intensifica la acción de las lluvias, en las denominadas épocas de transición y mala durante, llevo a los productores a cambiar la estrategia de producción y optaron por la estrategia de incrementar las densidades para tratar de lograr rendimientos similares.

Por otro lado, la sobrevivencia es marcadamente más baja en la época mala, por lo cual, el mencionado incremento en densidades no logra a la larga, mantener el rendimiento (Kg/ha).

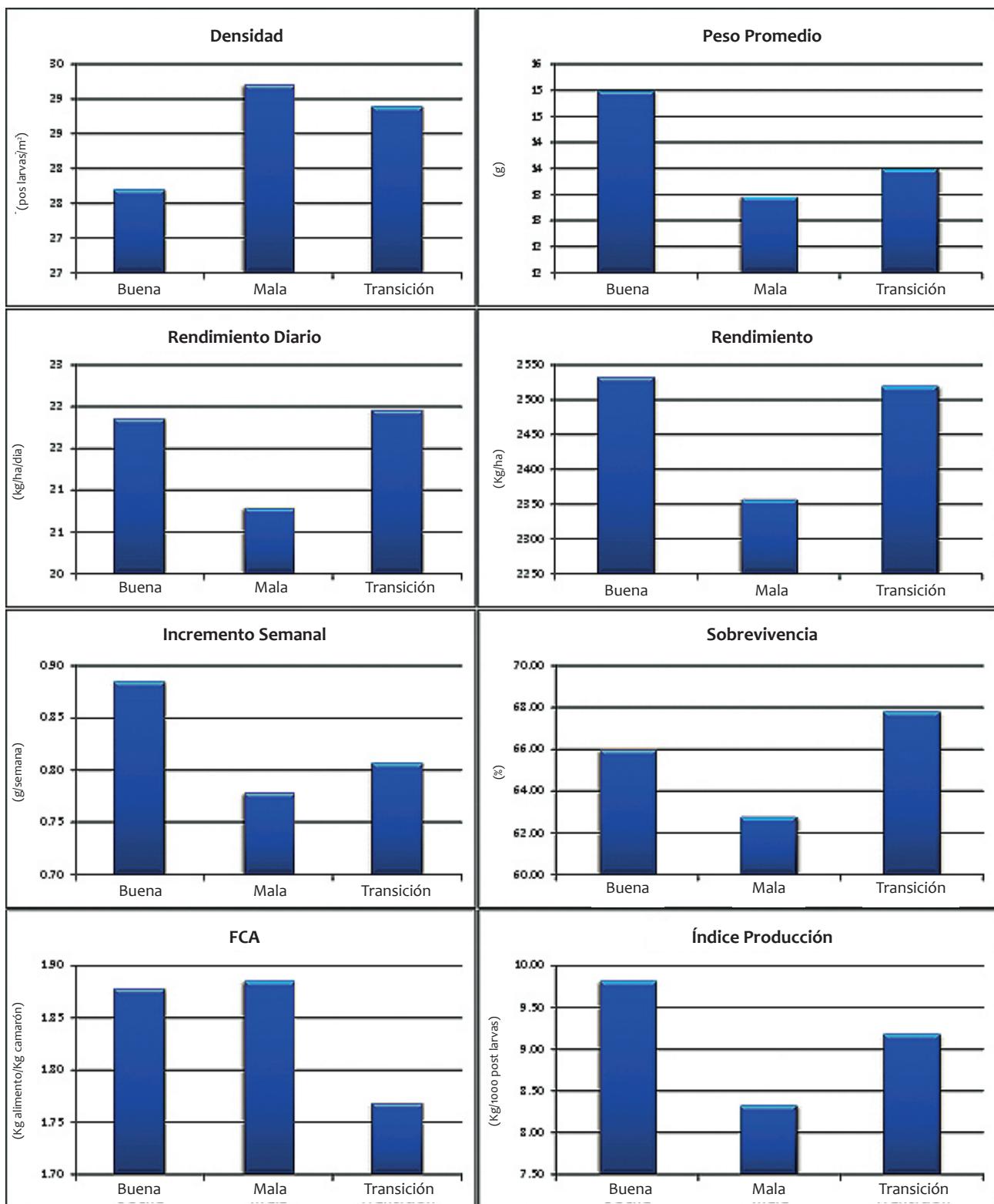


Figura 20. Promedio de parámetros productivos por época de siembra en el Caribe.

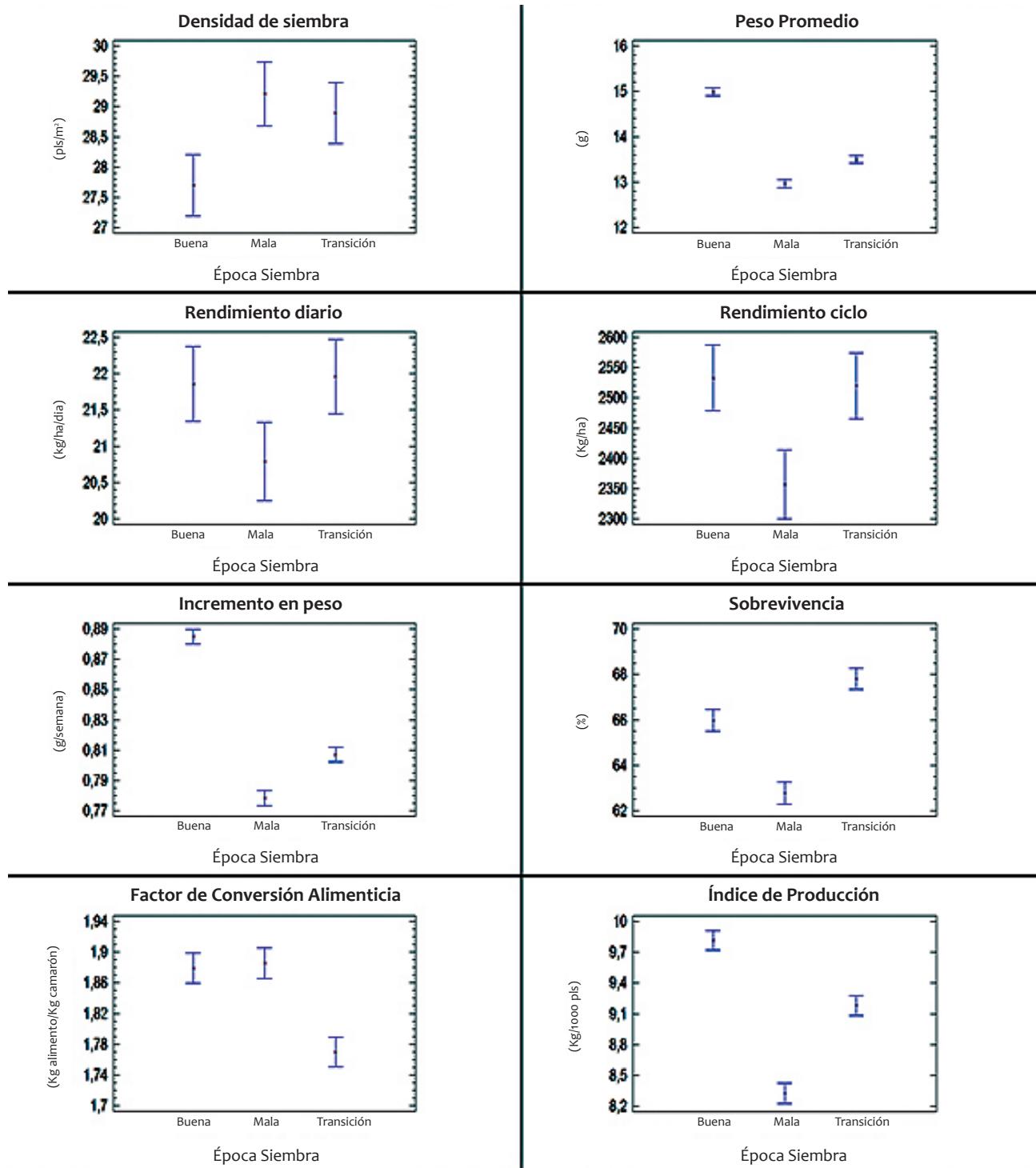


Figura 21. Análisis de varianza época de siembra vs. principales parámetros productivos.

Parámetros productivos por sistema de cultivo

Los promedios de los principales parámetros de producción de acuerdo al sistema de cultivo empleado en la costa Caribe de Colombia (**Figura 22**), así como los resultados de los análisis de varianza realizados (**Figura 23**), indican que factores como el crecimiento, la sobrevivencia y la conversión desmejoran al aumentar la densidad de siembra y aunque el rendimiento se incrementa, el índice de producción decae.

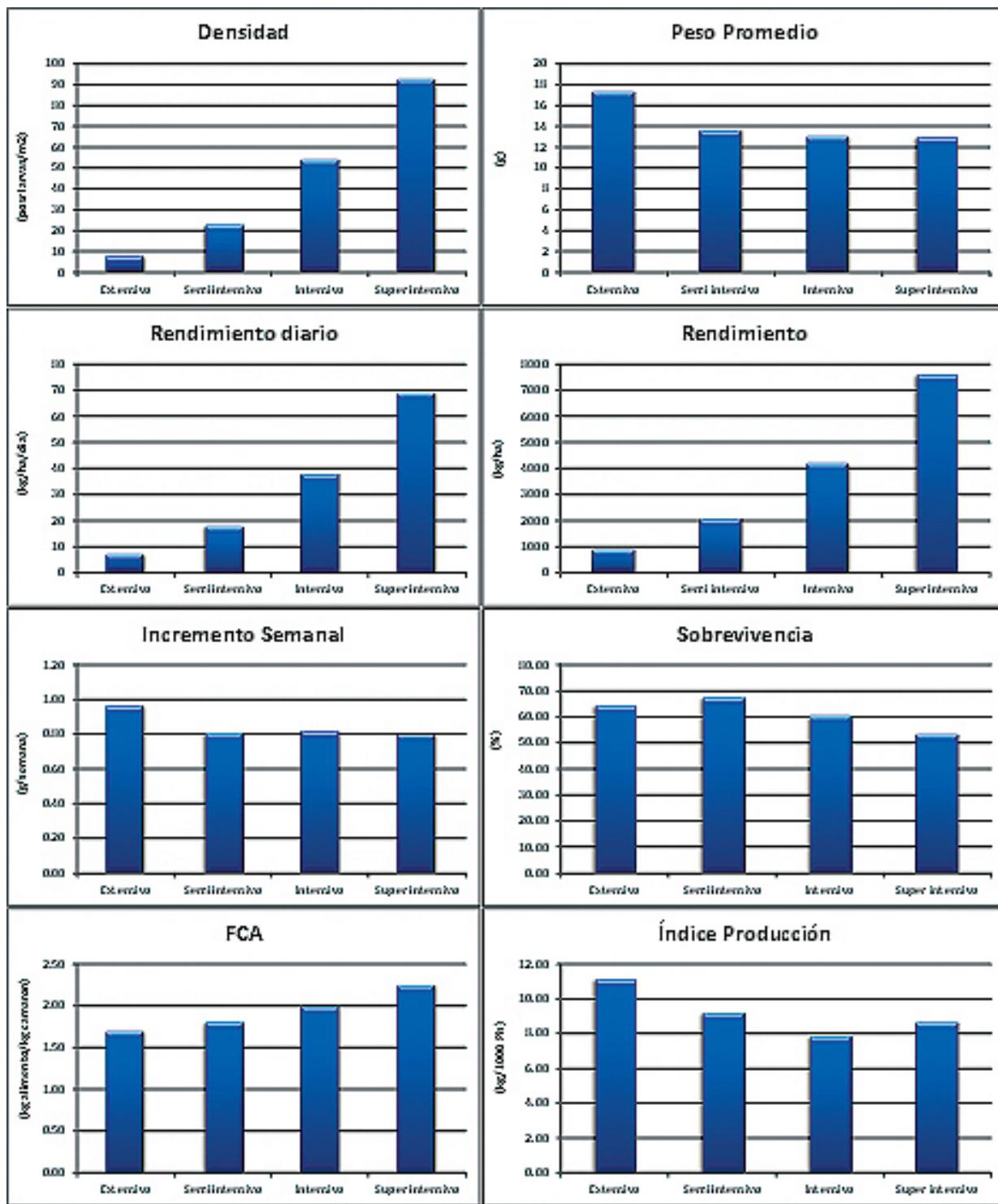


Figura 22. Promedio de los principales parámetros productivos por sistema de cultivo en el Caribe

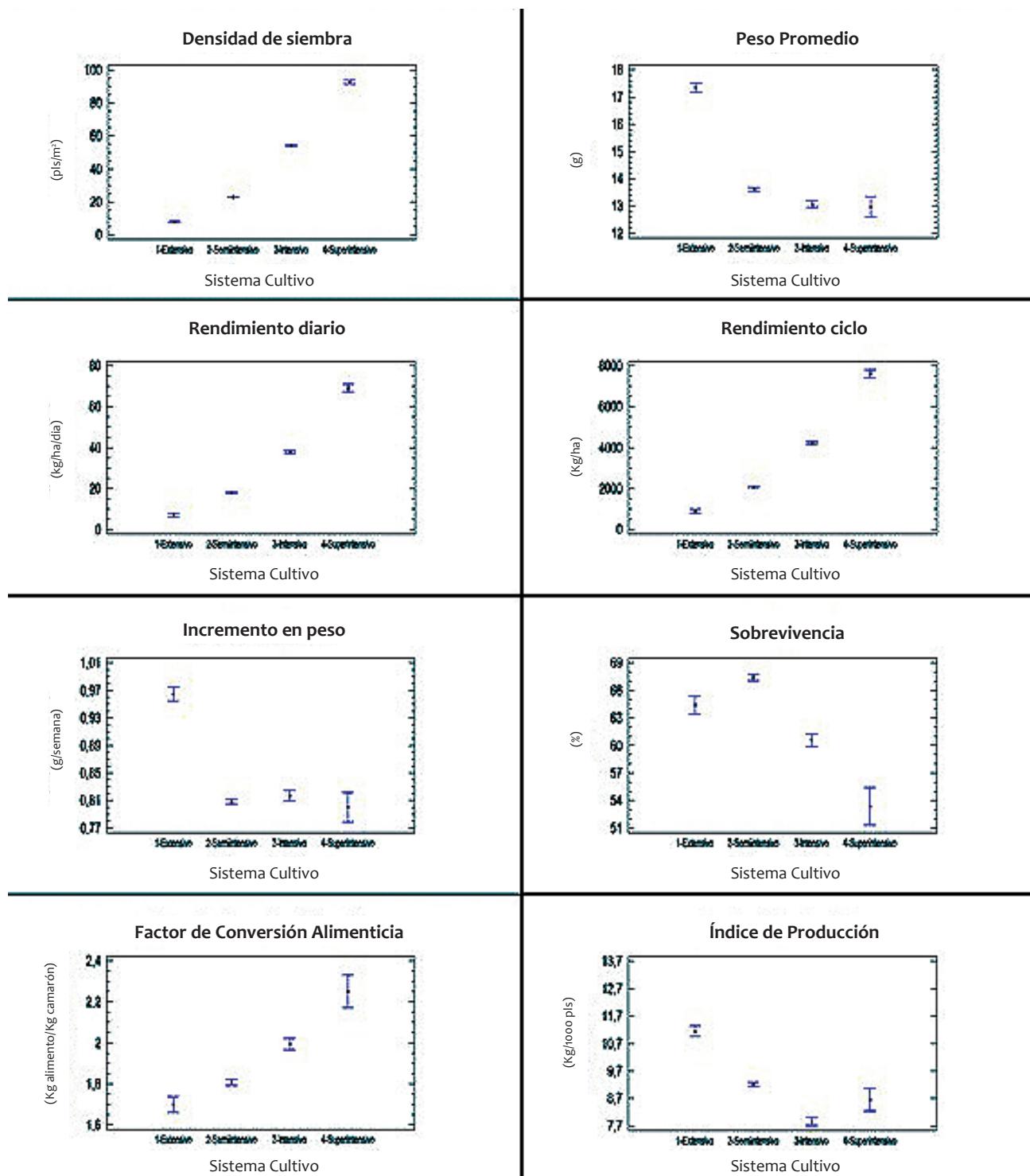


Figura 23. Análisis de varianza de los sistemas de cultivo vs. principales parámetros productivos.

Región Pacífica

Resumen estadístico descriptivo de las variables

El comportamiento de las variables de producción en la costa Pacífica sufre una distorsión debido al efecto de la Enfermedad de la Mancha Blanca que afecta en forma directa la sobrevivencia, conversión y evidentemente el rendimiento (**Tabla 8**). Inclusive, el peso promedio y el crecimiento, se ven afectados por la necesidad de acortar los ciclos cuando la enfermedad se presenta, por ello es imposible hacer generalizaciones a partir de los estadísticos descriptivos.

Tabla 8. Estadístico de las variables de producción en el Pacífico colombiano.

Variable	Unidad	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de variación (%)
Densidad de siembra	post larvas/m ²	14	14	96,8
Peso promedio	g	10,8	3,3	30,2
Rendimiento diario	Kg/ha/día	6,2	7,9	127,4
Rendimiento ciclo	Kg/ha	588,6	780,4	132,6
Incremento en peso	g/semana	0,9	0,4	43,7
Sobrevivencia	%	37,9	21,7	57,2
Factor de conversión Alimenticia	Kg alimento/Kg camarón	1,2	1,1	94,3
Índice de Producción	Kg/1000 post larvas	4,1	2,7	67,1

Análisis de los parámetros productivos por época de siembra

El análisis del comportamiento de las variables de producción por época en la costa Pacífica (**Figura 24**), señala que los mejores resultados se obtienen sembrando la larva en la época de transición (diciembre a marzo), por lo que se obtienen las mejores sobrevivencias y crecimientos, aumentando por consiguiente los rendimientos. Los análisis estadísticos (**Figura 25**) demuestran que no existen diferencias significativas sembrando la larva en las épocas húmeda y seca ($p\text{-value}>0,05$).

La revisión de los datos de producción de la industria nos deja varias lecciones valiosas que deben analizarse dentro de su contexto para que resulten útiles a futuros inversionistas.

En la región Caribe, la información de producción por épocas señala que lo más recomendable es limitar las siembras a las épocas buena y de transición. La mayoría de las empresas pasaron años perdiendo durante la época mala, las utilidades de los otros dos períodos.

No es fácil, sin embargo, para una empresa constituida, cambiarse a un esquema de producción de 8 meses por año. Pero un proyecto nuevo puede organizar su esquema administrativo para operar de esa manera.

En cuanto a la selección del sistema de cultivo (extensivo, semi-intensivo, intensivo o super-intensivo), los resultados de la costa Caribe pueden llevar a conclusiones erradas. Países como Tailandia y muchos otros tienen operaciones exitosas a densidades muy superiores a las que se manejaron en Colombia.

El problema fue desarrollar estos sistemas en estanques grandes, construidos para sistemas extensivos o semi-intensivos en los cuales los temas de producción pasaron a depender de una logística complicada en zonas en que el recurso más importante para estas tecnologías, que es el

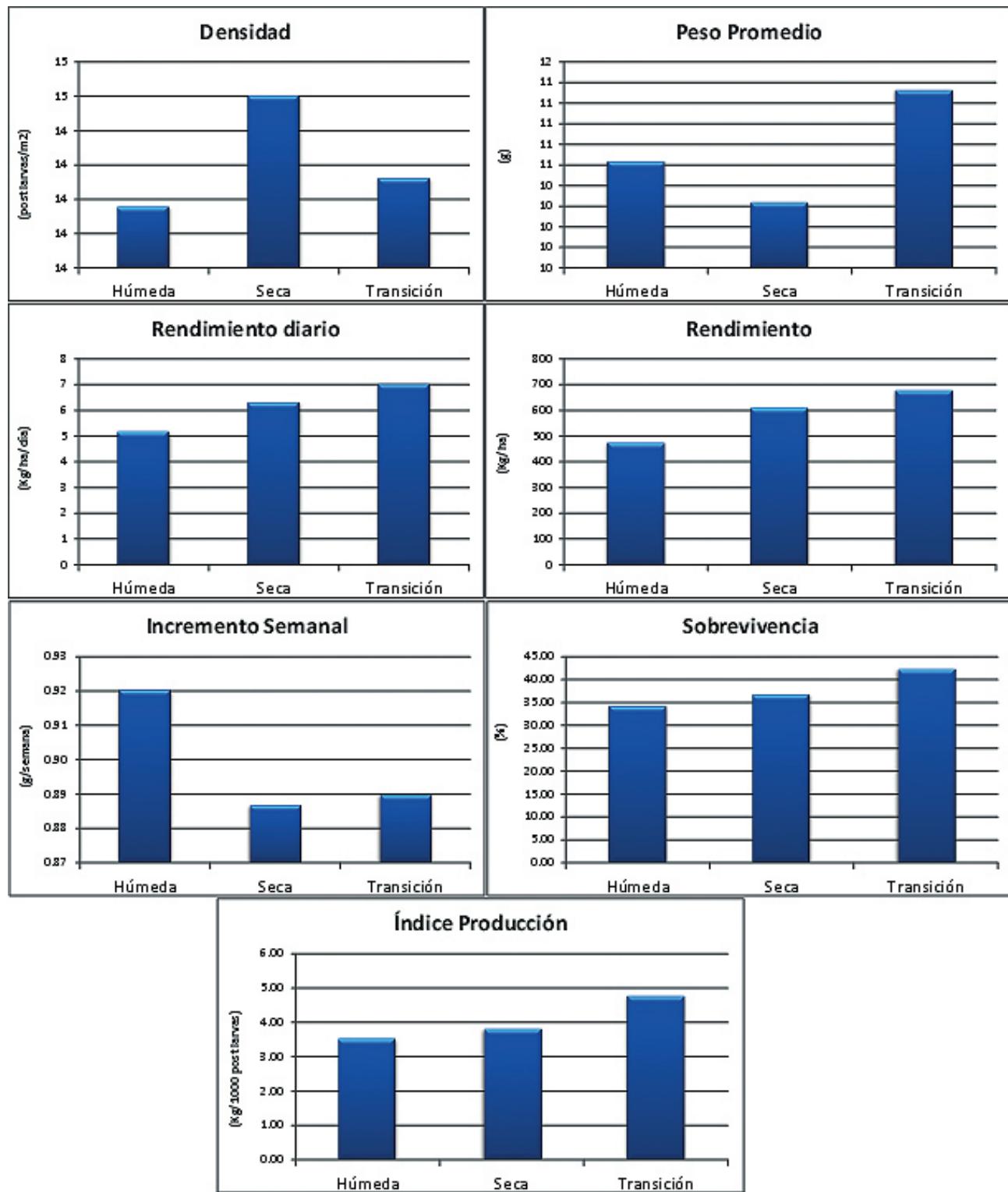


Figura 24. Estadística descriptiva de los parámetros productivos.

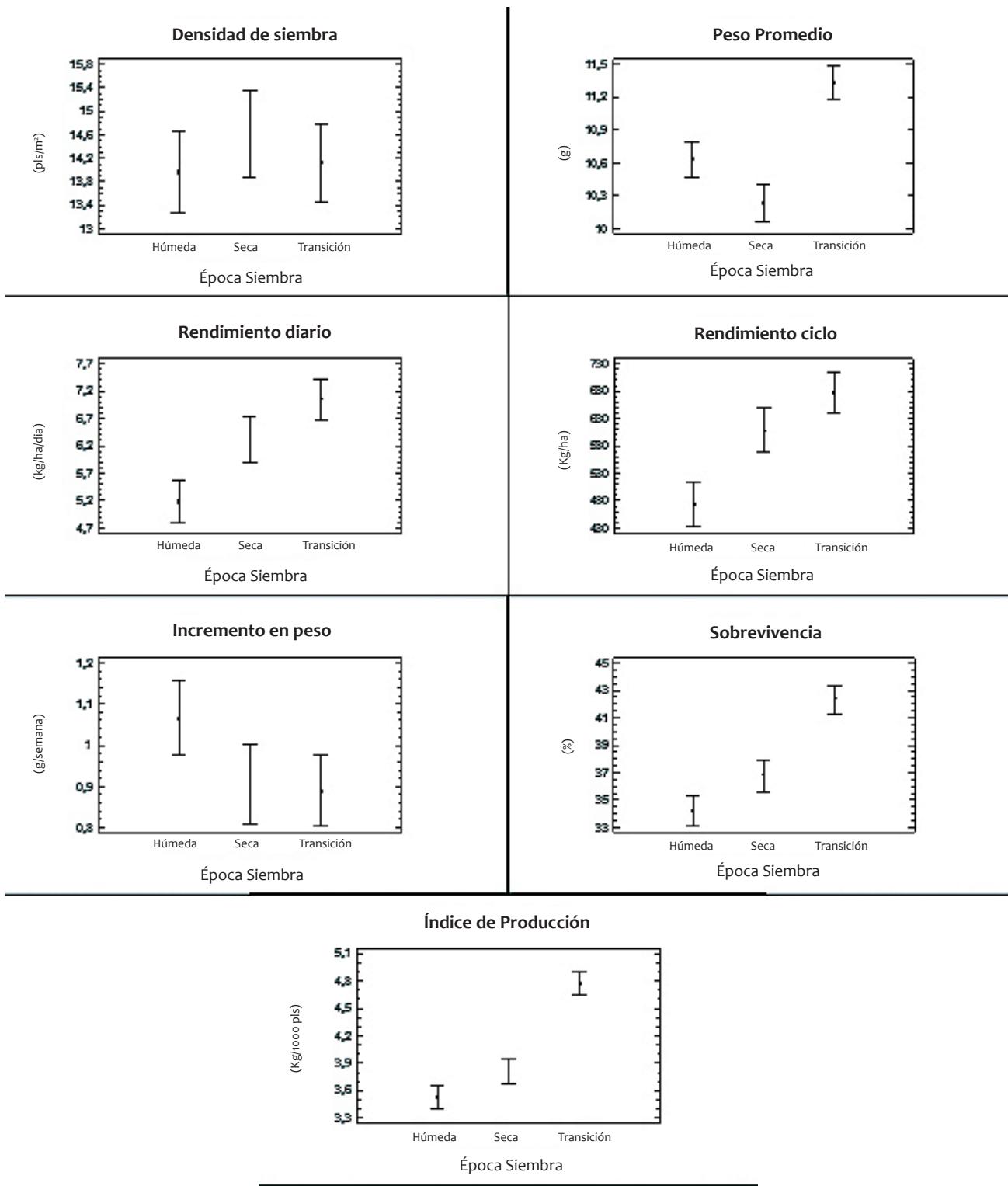


Figura 25. Análisis estadístico de los parámetros de producción.

fluído eléctrico, es un desastre. A esto se sumó el mantenimiento de los equipos que en nuestro país está lejos del costo que tiene en Asia.

En contraparte, difícilmente la implementación de sistemas extensivos puede considerarse como la mejor alternativa a futuro a menos que se utilicen infraestructuras existentes y coyunturas que permitan utilizar estas áreas a un bajo costo. Los costos de la tierra y de construcción hacen inviable este esquema. Además, la presión cada vez mayor en cuanto al componente ambiental tampoco favorece esta alternativa.

En la costa Pacífica, la situación es más compleja. Los resultados técnicos son modestos, y hay una gran oportunidad de mejoramiento, ya que el uso de la semilla mejorada con resistencia al virus de la mancha blanca, permite centrarse nuevamente en los otros aspectos de la producción.

Con el fin de consolidar al sector acuícola como uno de clase mundial, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través del Programa de Transformación Productiva (PTP), lanzó el Libro Azul de Acuicultura "Hacia la Sostenibilidad y Competitividad de la Acuicultura en Colombia". Esta obra, debe ser una lectura obligatoria para aquellos que deseen incursionar en el negocio del camarón.

La estadística por sí sola no es capaz de describir las situaciones que llevaron a los resultados de producción, pero esta publicación permite colocar en su contexto esta información histórica de tal manera que apoye correctamente las decisiones futuras de la industria.

En cualquiera de las dos costas, los futuros inversionistas, para arrancar por el camino correcto, deben en primera instancia, tomar en consideración los factores que se analizan en el capítulo de Criterios para la Selección del Sitio de Cultivo.

Luego deben sopesar la disponibilidad de recursos incluyendo el factor humano para decidir cuál es la mejor estrategia de producción por la que pueden optar y hacer un análisis detallado de sus costos para determinar cuánto necesita producir para hacer rentable su operación.

Para este análisis de costos, los supuestos de producción (proyecciones de crecimiento, sobrevivencia, etc.) deben basarse en los datos históricos cuya base de datos está disponible para cualquier interesado, asumiendo siempre el escenario más conservador posible. Es importante solicitar datos específicos de las zonas o de sistemas de producción lo más similares posible a lo que está apuntando en el nuevo proyecto.

La información mencionada puede solicitarse al Departamento de Sistemas de CENIACUA, que encabeza Fernando Marimón a través del correo electrónico fmarimon@ceniacua.org



Capítulo 3. Enfermedades en el cultivo del camarón

Generalidades

Las enfermedades, especialmente aquellas ocasionadas por agentes infecciosos, representan uno de los principales riesgos para el cultivo de camarones peneidos a nivel mundial. La aparición constante de nuevos patógenos y la relación dinámica entre el patógeno, el hospedero y el medio ambiente hacen necesaria una investigación permanente en el área de sanidad en el cultivo de *P. vannamei*. Las enfermedades que afectan al camarón de cultivo se clasifican en Categorías 1, 2 y 3, de acuerdo a la severidad del impacto que causan en la producción:

- Dentro de la categoría 1 (C1) se incluyen las enfermedades altamente patogénicas que causan mortalidades masivas, que pueden ser catastróficas desde el punto de vista económico e inclusive pueden poner en riesgo la permanencia de la industria en una determinada región. Estas son enfermedades para las cuales no se ha encontrado tratamiento y deben ser excluidas de la industria.
- Las enfermedades de la categoría 2 (C2) incluye aquellas que pueden ser una amenaza desde el punto de vista económico sin embargo no son tan patógenas como las anteriores.
- En la categoría 3 (C3) se encuentran las enfermedades cuyo efecto es mínimo pero que igualmente deben mantenerse bajo control debido a que cualquier patógeno puede convertirse en un problema severo bajo las condiciones adecuadas.

En la **Tabla 9** se presenta una lista de las enfermedades que han tenido mayor impacto en la industria en la última década señalando aquellas que son de notificación obligatoria para camarón de acuerdo al código de la OIE (Organización Mundial de Salud Animal (OIE 2014), y su presencia o ausencia en Colombia diferenciando entre costa Caribe y Pacífica.

Tabla 9. Lista de las enfermedades que han aparecido en el cultivo de camarón en Colombia en el período 1996-2014.

Enfermedad	Enfermedad en la lista del código de la OIE	Enfermedad presente en el Caribe colombiano	Enfermedad presente en el Pacífico colombiano	Categoría
Enfermedad de las manchas blancas (WSD)	SI	NO	SI	C1
Enfermedad del Síndrome del Taura (TS)	SI	SI	SI	C1
Enfermedad de la cabeza amarilla (YHD)	SI	NO	NO	C1
Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHNN)	SI	SI	SI	C1
Enfermedad de la cola blanca	SI	NO	NO	
Mionecrosis infecciosa (IMN)	SI	NO	NO	C1, C2
Hepatopancreatitis necrotizante (NHP)	SI	SI	NO	C2
Vibriosis	NO	SI	SI	C3
Enfermedad de la Baculovirosis tetrahedrica (BT)	NO	SI	SI	C3
Espiroplasma penaei	NO	SI	NO	C2
Haplosporidiosis	NO	SI	NO	C3
Microsporidiosis	NO	SI	SI	C2
Parvovirosis hepatopancreatica (HPV)	NO	SI	SI	C3
Enfermedad hepatopancreática aguda (AHPND)	SI*	NO	NO	C1

* A partir de finales del año 2015, AHPND estará dentro del código de la OIE.

Metodología para la identificación de enfermedades

La selección de camarones para diagnóstico sanitario se realiza con base en la presencia de signos clínicos. Esta metodología es conocida como Caso–control. Mediante esta metodología se muestrean entre 5 y 10 camarones que presenten signos clínicos de enfermedad los cuales para efectos del estudio, corresponden a un caso.

Cada caso es sometido a las técnicas diagnósticas de histopatología con hematoxilina y eosina (H&E) y/o de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y transcriptasa reversa (RT-PCR). Mediante histopatología es posible observar alteraciones tisulares que en algunos casos son patognomónicas y que permiten determinar el agente causal de dichas lesiones. En otros casos se utiliza la técnica de biología molecular de PCR/RT-PCR específica para cada una de las enfermedades identificadas en el camarón.

La ventaja de la técnica de PCR es su alta sensibilidad y especificidad que permite amplificar el ácido nucleico (ADN/ARN) específico del patógeno para su detección y/o confirmación.

Evolución de las enfermedades de camarón de cultivo en Colombia

De 1996 a 2014 se ha hecho un seguimiento a los problemas sanitarios que se han presentado en el camarón de cultivo *P. vannamei* en Colombia (**Tabla 10**). De un total de 1.432 casos positivos para enfermedades, analizados por el laboratorio de Salud Animal de CENIACUA, 1.328 eran de la costa Caribe (**Tabla 11**) y 104 de la costa Pacífica. En total se han identificado 11 enfermedades que afectan el cultivo del camarón (**Tabla 10**) aunque algunas solo están presentes en una de las costas.

A continuación se presenta la distribución de estas patologías en cada uno de los litorales. Vale la pena aclarar que el mayor número de diagnósticos en la costa Caribe está ligado a la facilidad para la colecta y/o envío de muestras y al carácter más formal de la actividad en esa región. Esto igualmente incide en el número de reportes por empresa. Algunos productores tomaban muestras rigurosamente cuando tenían problemas, mientras que otras raramente monitoreaban el estado sanitario de sus camarones.

Abreviaturas

<i>E. penaei</i> :	<i>Spiroplasma penaei</i>
ICTV:	Comité Internacional de Taxonomía de Virus
WSSV:	Virus de las manchas blancas
WSD:	Enfermedad de las manchas blancas
TSV:	Virus del síndrome del Taura
TS:	Enfermedad del síndrome del Taura
IHHNV:	Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética
IHHN:	Enfermedad de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa
BP:	<i>Baculovirus penaei</i>
BT:	Enfermedad de la Baculovirosis tetrahedrica
EH:	Enteritis hemocitica
NHP-B:	Bacteria de la hepatopancreatitis necrotizante

NHP:	Enfermedad de la hepatopancreatitis necrotizante
HPV:	Parvovirus hepatopancreático
PCR:	Reacción en cadena de la polimerasa
RT-PCR:	Transcripción reversa de la reacción en cadena de la polimerasa
SDE:	Síndrome de deformidad y enanismo
ISH	Hibridación <i>in situ</i>

Tabla 10. Enfermedades diagnosticadas en el camarón en el período 1996 – 2014 en cada una de las regiones.

Enfermedad	Caribe	Pacífico	Total
BP	32	2	34
ENTERITIS HEMOCITICA	301	13	314
ESPIROPLASMA	36	0	36
HAPLOSPORIDIOS	8	0	8
HPV	173	12	185
IHHN	113	6	119
MICROSPORIDIOS	35	1	36
NHP	111	0	111
TSV	260	14	274
VIBRIOSIS	259	7	266
WSD	0	49	49
Total	1328	104	1432*

*Número de casos.

Tabla 11. Distribución de los casos de las principales enfermedades en el sector camaronero del Caribe colombiano durante el período 1996 – 2014.
N = 1328

Año	BP	ENTERITIS HEMOCITICA	ESPIROPLASMA	HAPLOSPORIDIOS	HPV	IHHNV	MICROSPORIDIOS	NHP	TSV	VIBRIOSIS	Total
1996	1	5			1	3			1		11
1997	1	1				4					6
1998		3			1	4				1	9
1999	1	13			23	21			5	8	71
2000		23			33	14			30	12	112
2001	3	21			31	4			14	10	7
2002		34	6		32	1	2		19	16	15
2003	7	3			2	9			7	3	4
2004	2	23	10		7	4	1		12	19	15
2005	22	8			11	4	5		20	27	24
2006	4	30	5		8	1	1		10	37	34
2007	23	3			5	1	1		9	27	31
2008	5	26	1		2	6	2		6	18	23
2009	8	22			7	7	5	6	8	23	27
2010	4	16			2	4	1		2	17	19
2011	1	12			2	2	7		1	10	12
2012	1	3			1	4	5	7	3	11	13
2013		7			2	3	1			2	4
2014	1	10				18	1		4	10	44
Total	32	301	36	8	173	113	35	111	260	259	1328

Tabla 12. Distribución de los casos de las principales enfermedades en el sector camarero del Pacífico colombiano durante el período 1996 – 2014.

N=104

Año	BP	ENTERITIS HEMOCITICA	HPV	IHHNV	MICROSPORIDIOS	TSV	VIBRIOSIS	WSSV	Total
1996		3		3		3			9
1997		2				1			3
1998		1							1
1999	2	2		3		5	1	11	24
2000		1		5		2	3	11	22
2001				1				9	10
2002				3		1		6	10
2003				3		1			4
2004		1				1	1	4	7
2005						1		1	2
2006		1							1
2007		1				1			2
2011							1	1	
2013		1					6	7	
2014						1			1
Total	2	13	12	6	1	14	7	49	104

Descripción de las enfermedades más comunes

Enfermedad de la Mancha Blanca (WSSV)

El agente patógeno

La Enfermedad de la Mancha Blanca (WSD) (**Figura 26**) es una enfermedad viral causada por un virus de doble cadena de ADN denominado el virus síndrome de las manchas blancas (WSSV).

El Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV) asignó el WSSV al género Whispovirus, como miembro único de la familia Nimaviridae (King *et al.*, 2010). Actualmente, aunque se han identificado distintas cepas con variabilidad genotípica, todas ellas están clasificadas como una única especie.



Figura 26. Signos clínicos de WSSV en el exoesqueleto del camarón.

Signos clínicos para detectar WSSV

El signo clínico más frecuente y por el cual la enfermedad lleva su nombre, es la presencia de unas manchas blancas en el exoesqueleto (**Figura 27** y **Figura 28**). Esto es muy característico en especies como el *P. monodon*, no obstante en *P. vannamei* es poco frecuente la aparición de estas manchas.

En la fase aguda de la enfermedad, los camarones presentan una coloración roja. Por tanto, la aparición de manchas blancas no es un buen signo para el diagnóstico de infección por WSSV, de hecho, otros crustáceos, incluyendo la mayoría de los cangrejos de río, a menudo pueden resultar infectados por el WSD sin presentar ningún signo de manchas blancas.





Figura 27. Camarón *P. vannamei* infectado por el virus de la mancha blanca (Lightner, 1996).

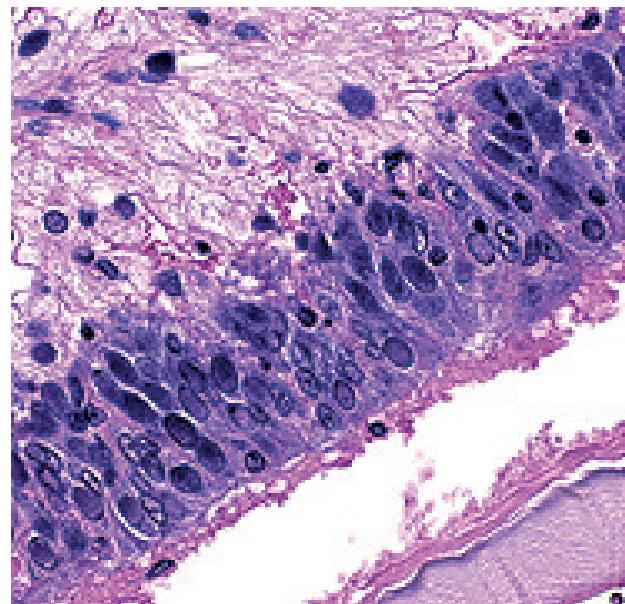


Figura 28. Vista microscópica de tejidos afectados por WSD.

Distribución geográfica

La enfermedad de la mancha blanca se ha reportado en crustáceos de China, Japón, Corea, el sudeste asiático, el sur de Asia, el continente indio, el Mediterráneo, África, Oriente Medio, Norte América, Centro y Suramérica (Lightner, 1996; Lightner *et al.*, 2011).

Especies hospederas susceptibles

El WSSV tiene una gran variedad de hospederos, ya que el virus infecta crustáceos acuáticos, particularmente decápodos, como camarones marinos, de aguas salobres y de aguas dulces, así como a cangrejos, jaibas y langostas (Maeda *et al.*, 2000). Hasta ahora, no se ha observado ningún crustáceo decápodo (orden Decapoda) de aguas marinas y salobres o dulces sea resistente a la WSD (Flegel, 1997; Lightner, 1996; Lo y Kou, 1998; Maeda *et al.*, 2000; Stentiford *et al.*, 2009).

Estadios susceptibles en el hospedero

Todos los estadios de vida de los camarones peneidos son potencialmente susceptibles, desde los huevos a los reproductores (Lightner, 1996). Los estadios de vida de los crustáceos en que se facilita la detección del virus son post larvas tardías, juvenil y adulto.

La probabilidad de detección puede aumentar exponiéndolos a condiciones estresantes como la ablación del pedúnculo ocular, la eclosión, la muda, cambios en la salinidad, la temperatura o el pH del agua, y durante los afloramientos de plancton.

Órganos blancos y tejidos infectados

Los principales tejidos blancos durante la infección por el WSSV son los de origen embrionario ectodérmico y mesodérmico, especialmente el epitelio cuticular, tejido conectivo y sub cuticular (Wongteerasupaya *et al.*, 1995).

Aunque el WSSV infecta el tejido conjuntivo subyacente en el hepatopáncreas y el intestino medio del camarón, las células epiteliales tubulares de estos dos órganos son de origen endodérmico, y no resultan infectadas. Es frecuente que tenga lugar una infección persistente con cargas virales muy bajas difíciles de detectar incluso mediante métodos sensibles como la PCR en tiempo real y anidada., y en ocasiones se ha observado una infección de por vida (Lo y Kou, 1998).

Vectores

El virus se puede transmitir entre hospedadores y no necesita ningún vector biológico.

Existen igualmente reportes de más de 102 vectores que pueden ser portadores del WSSV incluyendo *Acetes* sp., *Alpheus* sp., *Callianassa* sp., *Exopalaemon* sp., *Helice* sp., *Hemigrapsus* sp., *Macrophthalmus* sp., *Macrophthalma* sp., *Metaplaax* sp., *Orithyia* sp., *Palaemonoidea* sp., *Scylla* sp., *Sesarma* sp., *Stomatopoda* sp. (Lightner, 1996) que pueden resultar fácilmente infectados por el WSSV y expresar la enfermedad en condiciones ambientales adecuadas. No obstante, ciertos crustáceos no decápodos, como los copépodos, los rotíferos, *Artemia salina* (Chang et al., 2002), pueden convertirse en animales acuáticos salvajes portadores con infección latente sin manifestar la enfermedad.

Mecanismos de transmisión

La infección se puede transmitir verticalmente (por vía trans ovárica), horizontalmente por la ingestión de tejido infectado (como por ejemplo, por canibalismo, depredación, etc.), y por el agua. Puede producirse una transmisión de la infección desde animales aparentemente sanos en ausencia de enfermedad. Los animales muertos o moribundos pueden constituir una fuente de transmisión de la enfermedad (Lo y Kou, 1998).

Mortalidad y morbilidad

Todas las especies de camarón peneidos son muy susceptibles a la infección, que a menudo conlleva una mortalidad cercana al 100% (Lightner, 1996). Los cangrejos, los cangrejos de río, los camarones de agua dulce y las langostas de pequeñas o grandes pinzas son susceptibles a la infección, pero la morbi-mortalidad es muy variable (Lo y Kou, 1998). Se sabe que algunos decápodos presentan niveles altos de infección con ausencia de enfermedad clínica.

Factores ambientales

Se pueden inducir brotes de la enfermedad por factores estresantes, como cambios rápidos en la salinidad del agua. La temperatura del agua tiene un gran efecto en la expresión de la enfermedad, de modo que las temperaturas medias situadas entre

los 18°C y los 30°C predisponen a brotes de la WSD (Vidal et al., 2001).

Historia del WSSV en Colombia

El WSSV se detectó por primera vez en el Pacífico colombiano en el año de 1999. Previamente, a principios de ese año, el WSD había sido reportado en el litoral Pacífico de Panamá en el mes de enero y en Ecuador hacia el mes de marzo. Esto hace suponer que la enfermedad llegó al Pacífico colombiano a través de las corrientes marinas que traían consigo vectores portadores del virus.

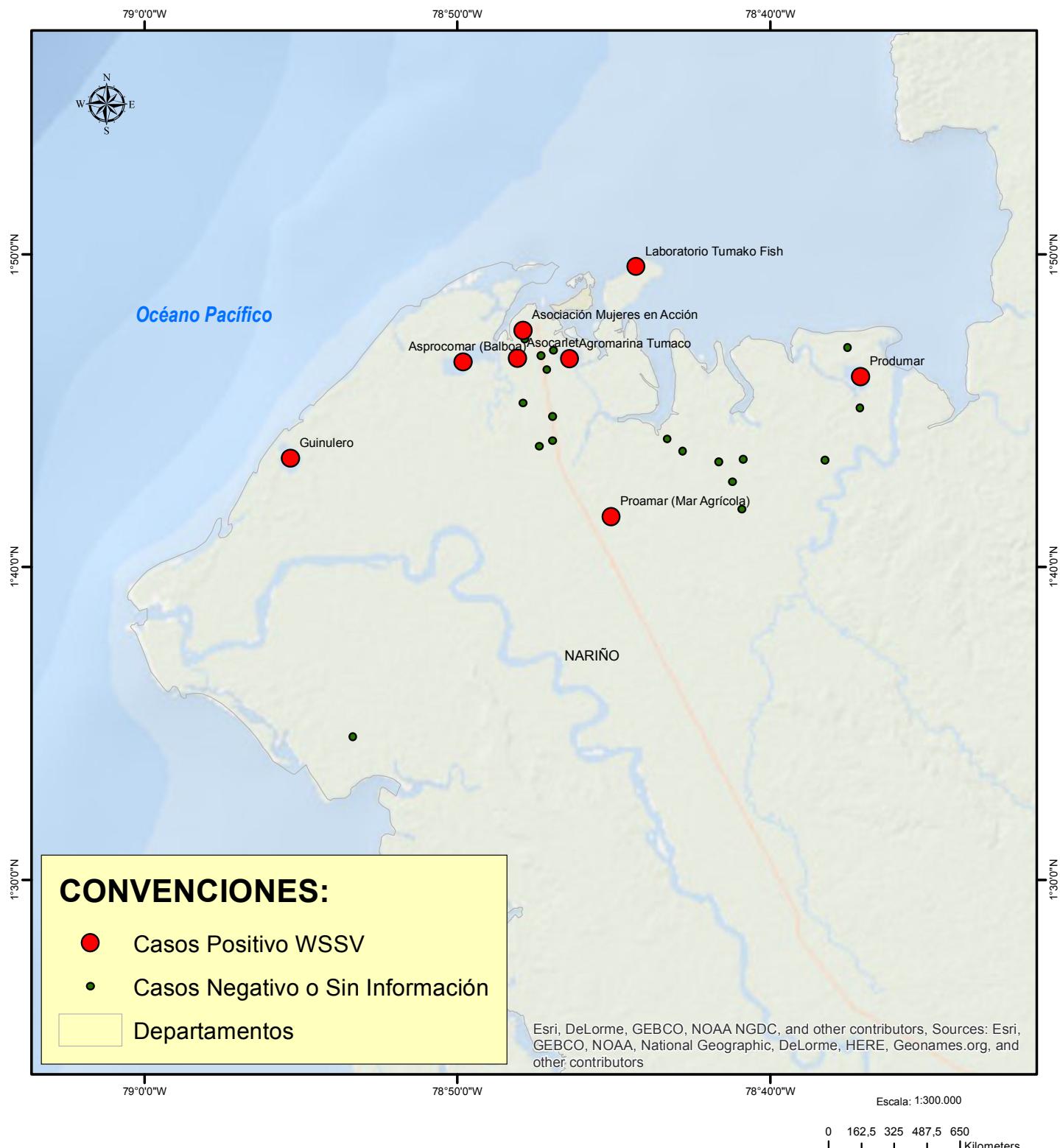
Las primeras mortalidades empezaron entre abril y mayo, y en junio se dio el primer reporte oficial de la enfermedad. Todas las fincas de engorde de camarón fueron afectadas por el WSD causando en la mayoría de los casos, mortalidades cercanas al 100%.

Es de anotar que la WSD nunca llegó a la costa Caribe colombiana debido a la implementación de estrategias de bioseguridad y las condiciones de temperatura del agua.

Durante los años siguientes la WSD continuó afectando los cultivos de tal manera que se redujo el número de hectáreas de cultivo considerablemente. Como estrategia se empezaron a seleccionar camarones sobrevivientes a la WSD como reproductores para producir las siguientes generaciones.

Del 2006 al 2010 no se presentaron casos de WSD debido a que las densidades de cultivo eran muy bajas y la semilla que se sembraba era procedente de reproductores sobrevivientes a la WSD con lo cual se minimizaba el riesgo de que se diera un brote de la enfermedad. En el período comprendido entre 2011-2014, no se han presentado mortalidades altas causadas por la enfermedad, sin embargo se han reportado casos esporádicos en el Pacífico colombiano.

Mapa 10. Histórico de WSSV en el Pacífico colombiano

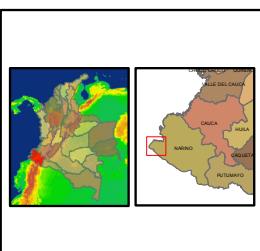


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE WSSV FINCAS REGIÓN PACIFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
Aula Universitaria Nacional de Acuicultura y Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Síndrome del virus del Taura (TSV)



Figura 29. Ejemplares de *P. vannamei* con coloración roja en la coja como síntoma de TSV.

El agente patógeno, cepas del agente

El agente etiológico de la enfermedad del síndrome del Taura (TS) es un virus de ARN de cadena sencilla llamado el virus del síndrome del Taura (TSV). ICTV, ha asignado el TSV al género *Aparavirus*, perteneciente a la Familia Dicistroviridae (King *et al.*, 2012).

Se han documentado al menos cuatro genotipos de TSV con base a la secuencia génica que codifica la VP1 (CP2), la proteína estructural más grande y presuntamente dominante entre las tres principales proteínas del virus. Según las variaciones en la secuencia de la CP2, estos grupos genotípicos son los siguientes: 1) el grupo de las Américas; 2) el grupo del sureste asiático; 3) el grupo de Belice; y 4) el grupo de Venezuela (Chang *et al.*, 2004; Erickson *et al.*, 2005; Tang y Lightner, 2005; Wertheim *et al.*, 2009).

Signos clínicos para detectar el TSV

La TS tiene tres fases bien diferenciadas, la aguda, la de transición y la crónica, que pueden diferenciarse a simple vista (Hasson *et al.*, 1999; Lightner, 1996). En fase aguda el principal síntoma es la expansión de cromatóforos rojos, por este motivo, cuando la enfermedad apareció por primera vez en Ecuador, en las fincas se le puso el nombre, de la “cola roja” (**Figura 29**) (Lightner, 1996).

Los camarones que presentan estos signos suelen tener los caparazones blandos, el

intestino vacío y a menudo se encuentran al final del estadio D del ciclo de muda. Los camarones gravemente afectados suelen morir durante la ecdisis. Si son mayores de 1 g, los camarones moribundos pueden resultar visibles para las aves marinas en los márgenes y la superficie de los estanques. Así, durante el pico de las epizootias intensas, es posible observar cientos de aves marinas alimentándose de camarones afectados moribundos que se acumulan en la superficie y los márgenes de los estanques afectados (Brock *et al.*, 1995).

Durante la fase de transición, que dura sólo unos días, se presentan lesiones cuticulares melanizadas multifocales (**Figura 30**), de formas irregulares y de distribución aleatoria. (Hasson *et al.*, 1999; Lightner, 1996).

Luego de una muda completa, los camarones en fase de transición pasan a la fase crónica. Durante esta fase no se presentan signos evidentes de TS (Brock *et al.*, 1995; Hasson *et al.*, 1999; Lightner, 1996).

Distribución geográfica

Actualmente, la TS tiene amplia distribución geográfica en las zonas de cultivo del camarón de las Américas, el sureste asiático y Oriente Medio (Brock, 1997; Hasson *et al.*, 1999; Lightner, 1996; Lotz *et al.*, 2005; Tang y Lightner, 2005; Wertheim *et al.*, 2009). En América después de su primera aparición, la TS se extendió rápidamente a muchas de las regiones de



Figura 30. Camarón *P. vannamei* con melanización multifocal causada por TSV en fase de transición.
Foto archivo CENIACUA.

cultivo de camarón a través del envío de post larvas y reproductores infectados (Hasson *et al.*; 1999; Lightner, 1996).

En América, se ha notificado la TS en casi todos los países donde se cultivan camarones, incluyendo Hawái (Robles-Sikisaka *et al.*, 2001). El TSV llegó a Taipeí, China, en 1999 con la importación *P. vannamei* infectado procedente de Centroamérica y Sudamérica (Tu *et al.*, 1999).

Desde la introducción inicial, el virus se ha propagado por los movimientos de reproductores y de post larvas a China, Tailandia, Malasia e Indonesia, donde ha sido la causa de grandes epizootias con altas mortalidades en poblaciones introducidas no seleccionadas de *P. vannamei* (Chang *et al.*, 2004; Tang y Lightner, 2005; Lightner, 2011). Recientemente se ha observado que el TSV se asocia a importantes mortalidades en poblaciones de *P. indicus* en Arabia Saudita (Wertheim *et al.*, 2009).

Especies hospederas susceptibles

Las principales especies hospederas del TSV son el camarón juvenil, *P. vannamei*, y el camarón azul, *P. stylirostris*. Aunque todas las especies hospederas del TSV pertenecen al subgénero de peneidos, existen otras especies de peneidos que pueden resultar infectadas por el TSV mediante exposición directa, aunque no desarrollan síntomas.

Los hospederos naturales y experimentales que han sido documentados para el TSV son: *P. setiferus*, *P. schmitti*, *P. monodon*, *P. chinensis*, *P. japonicus*, *P. aztecus*, *P. duorarum*, *P. indicus* y *Metapenaeus ensis* (Chang *et al.*, 2004; Lightner, 1996, 1996b; Srisuvan *et al.*, 2006; Stentiford *et al.*, 2009; Wertheim *et al.*, 2009).

Estadíos susceptibles en el hospedero

Se han documentado casos de infección por el TSV en los estadíos juveniles y adultos de *P. vannamei* excepto en huevos, nauplios y larvas (Lightner, 1996).

Órganos blancos y tejidos infectados

El TSV infecta y se replica principalmente en el epitelio cuticular del intestino anterior, el intestino posterior, las branquias y los apéndices y el órgano linfoide. Los órganos entéricos (el hepatopáncreas derivado del endodermo, el epitelio de la mucosa del intestino medio y de la de sus ciegos) y los músculos liso, cardíaco y estriado, así como el cordón nervioso ventral, sus ramas y sus ganglios no suelen presentar signos histológicos de la infección por el TSV (Lightner, 2006; Srisuvan *et al.*, 2005).

Vectores

Se ha observado que el TSV sigue siendo infeccioso durante 48 horas (tras la ingesta de camarones muertos infectados por el TSV) en las heces expulsadas por gaviotas marinas, (*Larus atricilla*, salvajes o criadas en cautividad y pollos *Gallus domesticus*, que se utilizan como sustitutos de laboratorio de todas las aves que comen camarones), lo cual sugiere que el virus puede retener infectividad cuando pasa por el sistema gastrointestinal de cualquier especie aviar. Estos hallazgos implican que las aves constituyen un importante vector mecánico para la transmisión del virus dentro de fincas o regiones afectadas (Garza *et al.*, 1997).

Se cree que insectos acuáticos como *Trichocorixa reticulata* (Corixidae) pueden ser vectores del TSV. Adicionalmente, camarones muertos por la enfermedad, pueden ser vectores mecánicos del TSV (Lightner, 1995).

En muestras de mercados de EE.UU., procedentes de Latinoamérica y del sudeste asiático, se ha encontrado el TSV en camarón (*P. vannamei*) congelado. Una eliminación inadecuada de los desechos (líquidos y sólidos, es decir, caparazones pelados, cabezas, tractos intestinales, etc.) que se originan durante el reprocesso destinado a obtener productos con valor agregado y que proceden de langostinos infectados con el TSV, puede suponer, en localidades costeras, una fuente de TSV que podría contaminar poblaciones de camarones salvajes o de cultivo cercanas a las aguas a las que se vierten los desechos (Lightner, 1996; Nunan *et al.*, 2004).

Mecanismos de transmisión

La TS se conoce como una enfermedad de *P. vannamei* que se presenta en fase de cría o de engorde generalmente en un plazo de unos 14 a 40 días tras la siembra de las post larvas, de tal manera, que los camarones con TSV suelen ser juveniles de corta edad que pesan entre 0,05 y <5 g. También pueden resultar afectados camarones más grandes, sobre todo si no han estado expuestos al TSV (Brock, 1997; Brock *et al.*, 1995; Lightner, 1996). La transmisión del TSV puede tener lugar por vía horizontal por canibalismo, o agua contaminada (Brock, 1997; Hasson *et al.*, 1995).

Por otra parte, se sospecha claramente de la transmisión vertical por parte de reproductores adultos infectados a su descendencia, pero no se ha confirmado experimentalmente.

Mortalidad y morbilidad

En epizootias de TS en piscinas de engorde con poblaciones no seleccionadas para ser resistentes al TSV, las mortalidades acumuladas suelen oscilar entre el 40 y más del 90% en poblaciones cultivadas de post larvas, juveniles y sub adultos.

Existen líneas de *P. vannamei* resistentes al TSV que muestran tasas de supervivencia de hasta un 100% frente a la infección con cualquiera de los cuatro genotipos del TSV en condiciones de laboratorio (Cock *et al.*, 2009., Moss *et al.*, 2005).

Factores ambientales

Los brotes del TSV son más frecuentes cuando las salinidades se sitúan por debajo de las 30 UPS (Jiménez *et al.*, 2000). Igualmente se cree que bajas temperaturas (menores de 24°C) favorecen el proceso infeccioso.

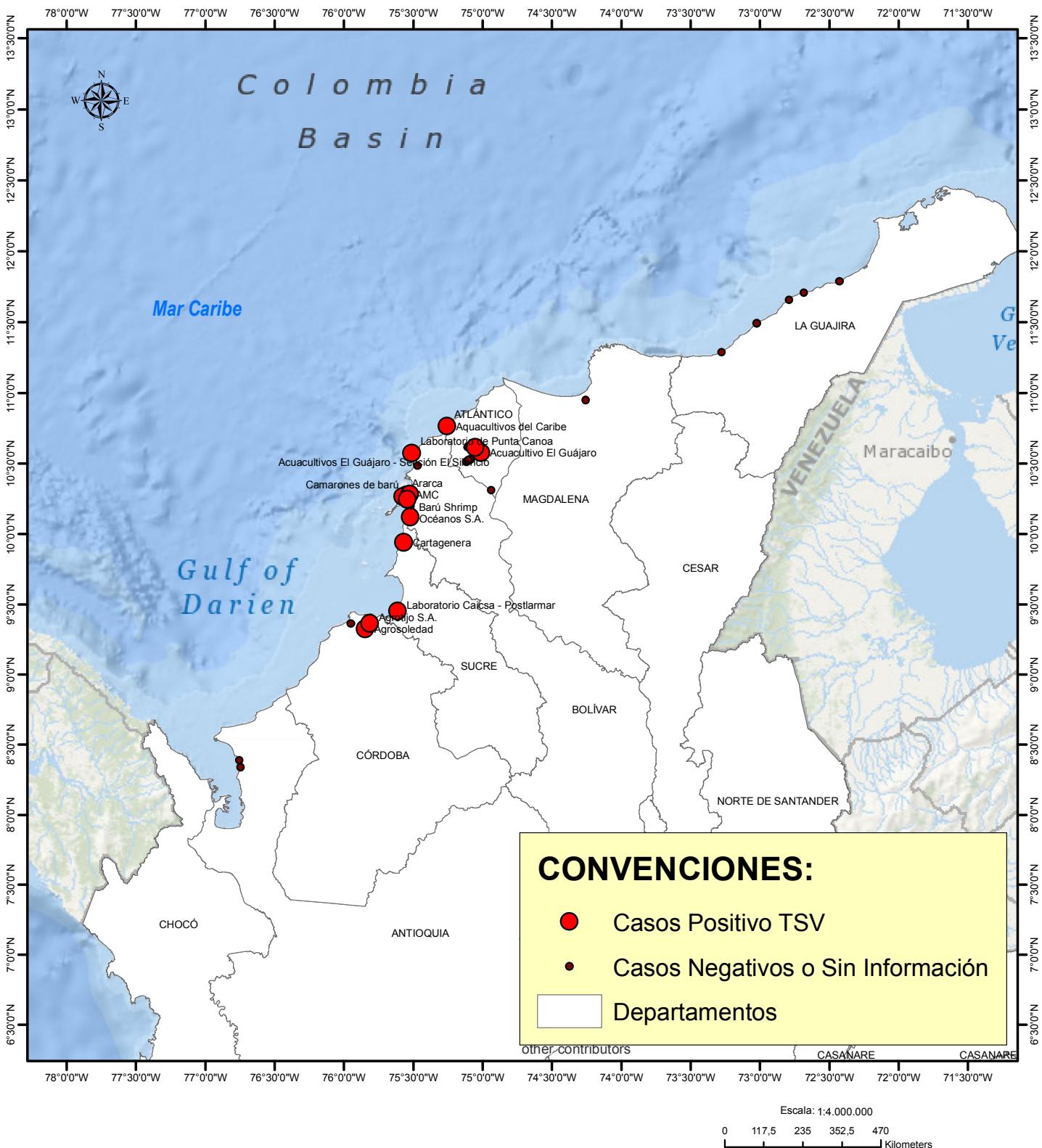
Historia de la enfermedad del síndrome del virus del Taura (TSV) en Colombia

El llamado Síndrome del Virus de Taura (TSV) fue la primera enfermedad altamente patogénica reportada en Colombia. Su presencia causó un impacto negativo en el desarrollo de la camaronicultura en Colombia debido principalmente a que en esa época había un gran interés comercial por parte de inversionistas en incursionar en el rentable negocio del camarón atraídos por los buenos resultados productivos obtenidos en Ecuador en ese entonces.

El TSV fue inicialmente reportado en Ecuador en el verano de 1992 y en Colombia apareció por primera vez en el Pacífico hacia el año 1993 y en el año 1994 en la costa Caribe.

La cercanía de las zonas cultivo de camarón en el Pacífico colombiano con Ecuador hace presumir que la enfermedad habría llegado a esa zona a través de las corrientes marinas del Pacífico, que traían consigo vectores portadores del virus aunque es muy posible también, que el movimiento de larva infectada desde el Pacífico ecuatoriano a Colombia hubiera sido la causa del TSV.

Mapa 11. Histórico TSV en el Caribe

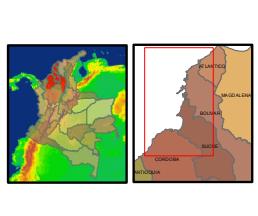


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE TSV FINCAS REGIÓN CARIBE

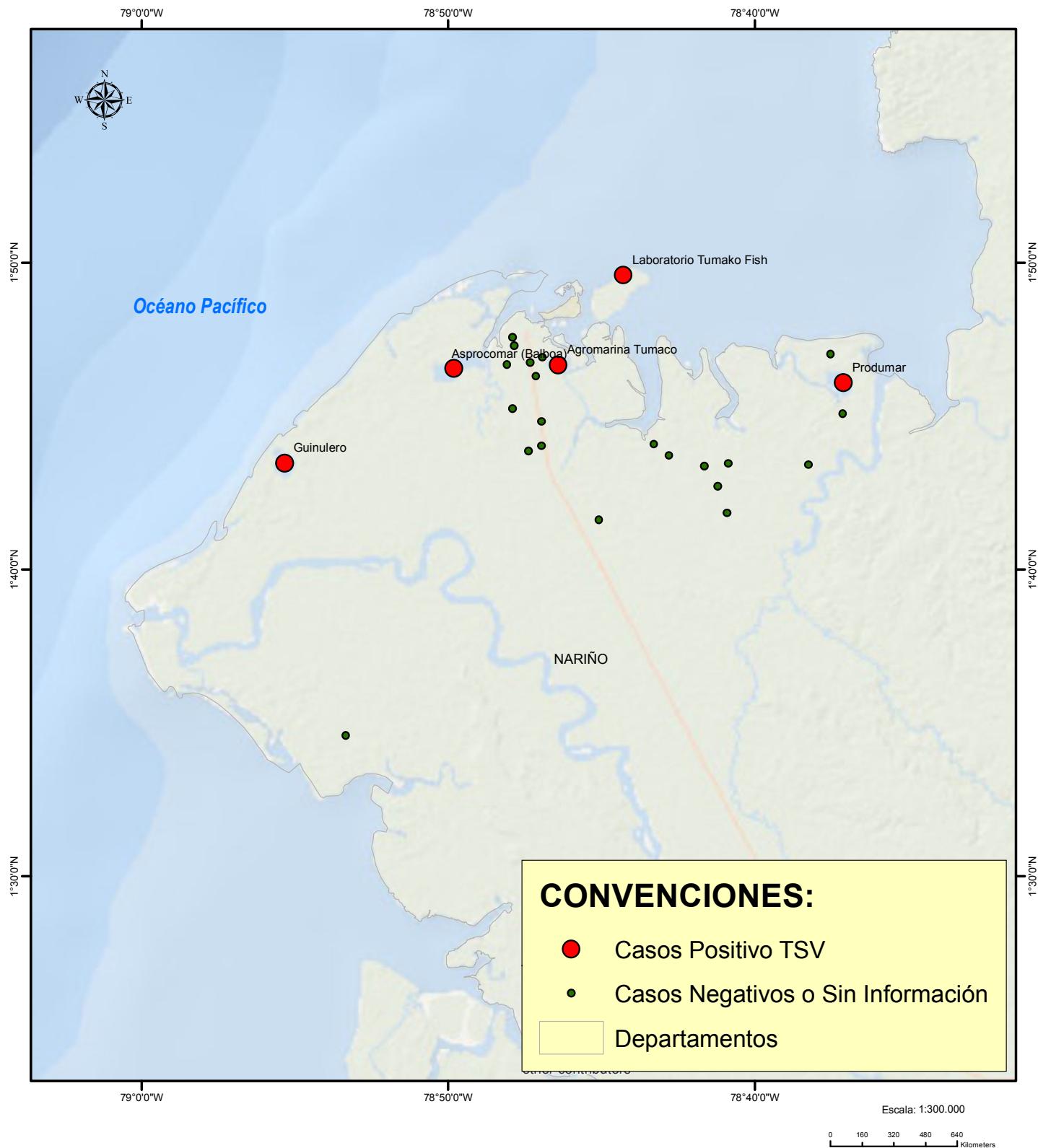
ABRIL DE 2015



AUNAP
Acuicultura y Pescado con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 12. Histórico TSV en el Pacífico

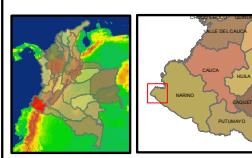


Fuente Cartográfica:

Llevantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base: IGAC

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE TSV FINCAS REGIÓN PACÍFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Las primeras mortalidades en el área del Pacífico colombiano debido a la enfermedad fueron elevadas, alcanzando en algunos casos el 100% lo cual impactó negativamente y fue devastador para el sector camaronicultor.

En el Caribe colombiano el TSV se presentó por primera vez en el año 1994 y fue diagnosticado por el Dr. Donald Lightner y aparentemente se debió al ingreso de post larvas infectadas procedentes del Pacífico latinoamericano.

Existen registros de casos diagnosticados de TS a partir del año 1996 y desde entonces, ha estado presente en los cultivos de camarón de las dos costas (**Tabla 10**).

De los 1.432 casos de enfermedades analizados durante el período de 1996 a 2014 el síndrome del Taura tuvo la de mayor frecuencia, cerca al 19%.

Durante los años posteriores a su aparición inicial, el síndrome continúo afectando los cultivos de tal manera que el número de hectáreas en operación se redujo considerablemente tanto en el Caribe como en el Pacífico.

Como estrategia sectorial, se empezaron a seleccionar camarones sobrevivientes a la enfermedad del Taura, los cuales fueron criados como reproductores para producir nuevas generaciones de animales resistentes. En 1997 cuando se inició el programa de mejoramiento genético se incluyó la resistencia al virus del síndrome del Taura como uno de las características a mejorar.

Debido a la alta heredabilidad de la resistencia al virus, se incrementó la respuesta inmune de los camarones frente al síndrome del Taura.

Exceptuando el año 1998, en el cual no se registró ningún caso del síndrome del Taura, la presencia de este patógeno ha sido verificada en los cultivos de camarón en ambos litorales, aunque a diferencia de los primeros años, hoy día, debido a la resistencia de los camarones sembrados no se producen mortalidades significativas.

Enfermedad de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética (IHHN)



Figura 31. Ejemplar de *P. vannamei* con deformidad en el rostrum causado por el virus IHHN en elcefalotórax.

Agente patógeno, cepas del agente

La enfermedad de la Necrosis hipodérmica y hematopoyética (IHHN) es causada por el virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética (IHHNV). Este es el más pequeño de los virus encontrados en camarones peneidos. El IHHNV es un virus de cadena sencilla de ADN de un tamaño estimado de 3,9 kb, y que tiene una cápsula con cuatro polipéptidos (Bonami et al., 1990).

El ICTV ha designado al IHHNV (un parvovirus) provisionalmente como una especie del género *Breviadensovirus*, familia Parvoviridae, con el nombre de especie de PstDNV (para el densovirus de *P. stylirostris*) (King et al., 2012). A efectos de este documento, el agente vírico se denominara IHHNV.

Se han identificado al menos cuatro genotipos diferentes del IHHNV. Tipo 1) El de las Américas; Tipo 2) El del sureste de Asia; Tipo 3A) El de Asia oriental, India y Australia; Tipo 3B) El de la región del Indo-Pacífico oeste (Tang y Lightner, 2006).

Los dos primeros genotipos son infecciosos para los peneidos representativos, *P. vannamei* y *P. monodon*, mientras que los genotipos 3A y 3B no son infecciosas. (Tang y Lightner, 2006).

Signos clínicos

Ciertas deformidades en el *rostrum* en *P. vannamei* (**Figura 31**) y *P. stylirostris* con síndrome de deformidad y enanismo (SDE) pueden ser patognomónicas de la infección por el IHHNV. Sin embargo, este signo clínico no siempre aparece en poblaciones de camarón crónicamente infectadas por el IHHNV.

Otro signo evidente de la infección por este virus, es la reducción de la velocidad de crecimiento o presencia de "enanos" en piscinas afectadas y la gran dispersión de tallas de los camarones cosechados con un coeficiente de variación superior al 30% que puede alcanzar inclusive 90% en casos severos (Lightner, 1996).

El SDE, en *P. vannamei* se da como resultado de la infección por el IHHNV en animales susceptibles. La gravedad y prevalencia del SDE en poblaciones infectadas de juveniles o estadios más tardíos de *P. vannamei* puede estar relacionada con la infección durante el estadio de larva o post larvas. El SDE también se ha descrito en poblaciones de cultivo de *P. stylirostris* y *P. monodon*.

El camarón juvenil con SDE puede presentar una deformación en el sexto segmento abdominal, los flagelos de las antenas arrugados, aspereza de la cutícula, "cabezas en burbuja" y/u otras deformidades de la cutícula.

Las poblaciones de camarón juvenil con SDE muestran crecimiento disparejo con alto coeficiente de variación, superior al 30% y puede acercarse al 90% (CV = la desviación estándar dividida por la media de grupos de distintos tamaños dentro de una población), mientras que las poblaciones de juveniles de *P. vannamei* y *P. stylirostris* libres del IHHNV (y por tanto libres de SDE) suelen tener una CV del 10-30% (Brock y Main, 1994).

Distribución geográfica

El IHHNV parece tener una distribución mundial en el camarón peneido, tanto salvaje como de cultivo (Brock y Main, 1994; Lightner, 1990; Lightner, 1996). El IHHNV se ha descrito en *P. vannamei* y *P. stylirostris* de cultivo en el hemisferio occidental y en peneidos salvajes a lo largo de toda la costa americana del Pacífico (desde Perú al norte de México).

En la costa Caribe americana no se ha descrito el virus en camarones peneidos salvajes (Brock y Main, 1994; Lightner, 1996). El IHHNV también se ha descrito en camarones peneidos de cultivo de las Islas del Pacífico, incluidas las islas de Hawái, la Polinesia francesa, Guam y Nueva Caledonia. En la región del Indo-Pacífico se ha descrito el virus en el camarón peneido cultivado y salvaje en el este de Asia, sureste de Asia y Oriente Medio (Lightner, 1996). Se ha descrito un virus tipo IHHNV en Australia (Krabssetsve *et al.*, 2004);, y en 2008 se notificó a la OIE la presencia de necrosis hematopoyética e infecciosa en camarones de cultivo en Australia.

Se han hallado secuencias relacionadas con el IHHNV tipo 3A y tipo 3B insertadas en el genoma de *P. monodon* de África oriental, Australia y la región del Indo-Pacífico oeste (Tang y Lightner, 2006). Las secuencias presuntamente de IHHNV halladas en el genoma de *P. monodon* no son infecciosas para las especies hospedadoras representativas, *P. vannamei* y *P. monodon* (Tang y Lightner, 2006). Recientemente se ha encontrado ese mismo fenómeno de las inserciones en *P. vannamei*.

Especies hospederas susceptibles

La mayoría de las especies de peneidos pueden resultar infectadas con el IHHNV, incluidas las principales especies de interés comercial como *P. monodon* (camarón tigre), *P. vannamei* (camarón blanco) y *P. stylirostris* (camarón azul). Las infecciones por IHHNV son más graves en *P. stylirostris*, en cuyas poblaciones, el virus puede causar una epizootia aguda y una mortalidad masiva (> 90%). En *P. stylirostris* los estadios de juvenil y subadulto son los más gravemente afectados (Lightner, 1996). En *P. vannamei* susceptibles, el IHHNV produce como enfermedad crónica el síndrome de la deformidad y del enanismo (SDE) (Bray *et al.*, 1994; Lightner, 1996).

La infección por el IHHNV en *P. monodon* es generalmente subclínica, aunque se ha descrito SDE, índices de crecimiento reducido y bajos rendimientos de cultivo en poblaciones infectadas por el IHHNV (Chayaburakul *et al.*, 2004).

Estadios susceptibles en el hospedero

Se ha encontrado el IHHNV en todos los estadios de vida de *P. vannamei*, huevos, larvas, post larvas, formas juveniles y adultos. Se ha hallado que los huevos de hembras infectadas con el IHHNV con alta carga viral generalmente no llegan a desarrollarse ni a eclosionar.

Los nauplios producidos por reproductores infectados que eclosionan tienen una alta prevalencia de infección por IHHNV (Motte *et al.*, 2003).

Órganos blanco y tejidos infectados

El IHHNV infecta tejidos de origen ectodérmico y mesodérmico. De esta forma, los principales órganos blanco son los siguientes: las branquias, el epitelio cuticular o hipodermis, todos los tejidos conjuntivos, los tejidos hematopoyéticos, el órgano linfático, la glándula antenal y el cordón nervioso ventral, con sus ramas y sus ganglios.

Los órganos entéricos (hepatopáncreas, derivado del endodermo, y el epitelio de la mucosa del intestino medio y de los ciegos del intestino medio) y el músculo liso, cardíaco y estriado no presentan lesiones histológicas de infección por el IHHNV, y normalmente son negativos al IHHNV según la prueba de la ISH (Lightner, 1996).

Algunos miembros de las poblaciones de *P. stylirostris* y *P. vannamei* que sobreviven a las infecciones

y/o epizootias por IHHNV, pueden portar el virus de por vida y pasarlo a la progenie y a otras poblaciones por transmisión vertical u horizontal (Lightner, 1996; Motte *et al.*, 2003).

Vectores

El virus IHHNV se puede transmitir entre camarones y no necesita ningún vector biológico. La *Artemia salina* se podría considerar como un posible vector, ya que en algunas ocasiones muestras de cistos de artemia han resultado positivos para IHHNV mediante PCR.

En el medio natural no se ha estudiado mucho acerca de posibles vectores de esta enfermedad.

Mecanismos de transmisión

La transmisión del IHHNV puede tener lugar mediante vías horizontales o verticales. Se ha demostrado la transmisión horizontal por canibalismo o por aguas contaminadas (Lightner, 1996; Tang *et al.*, 2003), y la transmisión vertical a través de huevos infectados (Motte *et al.*, 2003).

Mortalidad y morbilidad

En función de la especie hospedera y del genotipo del virus, la IHHN puede presentarse de tres formas distintas así, en *P. stylirostris* de poblaciones no seleccionadas, la infección por el IHHNV da lugar a una enfermedad aguda y normalmente catastrófica con mortalidades que se acercan al 100%.

Al contrario de lo que ocurre con *P. vannamei*, algunas de las líneas de *P. stylirostris*, y *P. monodon* bajo ciertas condiciones, la infección por el IHHNV da lugar a una enfermedad más leve y crónica, SDE, en la que es poco habitual observar altas mortalidades, pero a menudo con una considerable inhibición del crecimiento y deformidades de la cutícula.

En la tercera situación, la mayor parte del genoma del IHHNV se ha hallado insertado en el genoma de algunas líneas genéticas de *P. monodon*. No hay indicios de que esta variante del IHHNV sea infecciosa (Tang y Lightner, 2002).

Factores ambientales

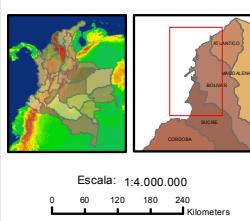
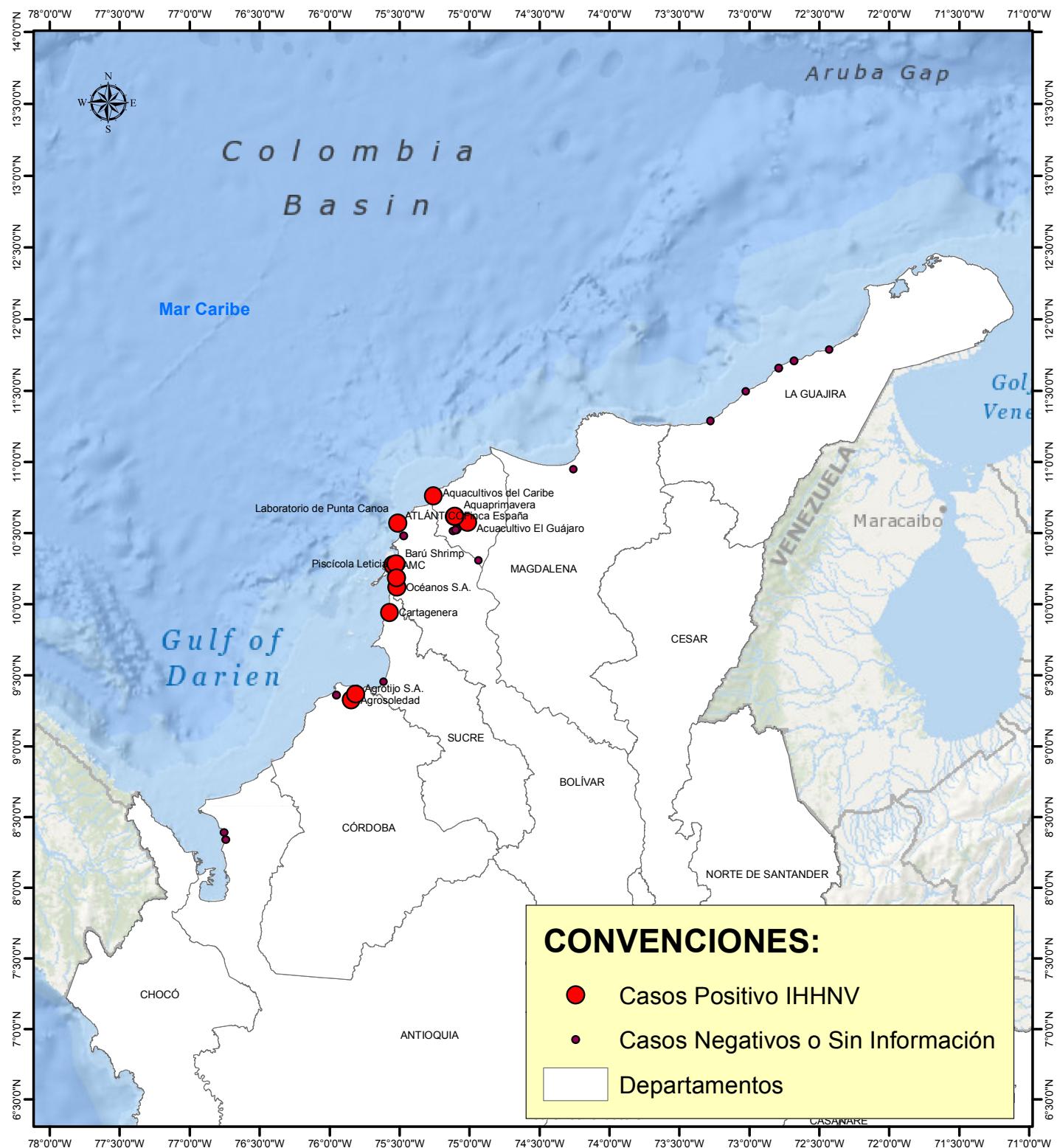
En *P. vannamei* este virus no causa mortalidad, y solo en sus inicios causaba deformidad y enanismo. Al igual que con el virus de la mancha blanca (WSSV), la temperatura del agua tiene un gran efecto en la expresión de la enfermedad, de modo que las temperaturas medias situadas entre los 18°C y los 30°C predisponen a brotes de la IHHN (Montgomery-Brock *et al.*, 2007)

Evolución del IHHNV en Colombia

El IHHN es una de las primeras enfermedades viral detectada en camarones peneídos. En Colombia IHHN siempre ha sido identificada tanto en la costa Caribe como en la costa Pacífica. En los primeros hallazgos que datan de 1996, los camarones que presentaban esta enfermedad se caracterizaban por presentar deformidad y/o enanismo.

En los años subsiguientes, incluyendo el 2014, esta condición no se ha dado, únicamente ha sido posible detectar el ADN del IHHNV mediante la técnica de PCR, sin embargo en ninguno de los animales se encuentran las lesiones histológicas. Hoy día, camarones con altas tasas de crecimiento y sin deformidad alguna pueden resultar positivos para IHHNV sin que esto represente riesgo alguno para su cultivo.

Mapa 13. Histórico IHNV en el Caribe



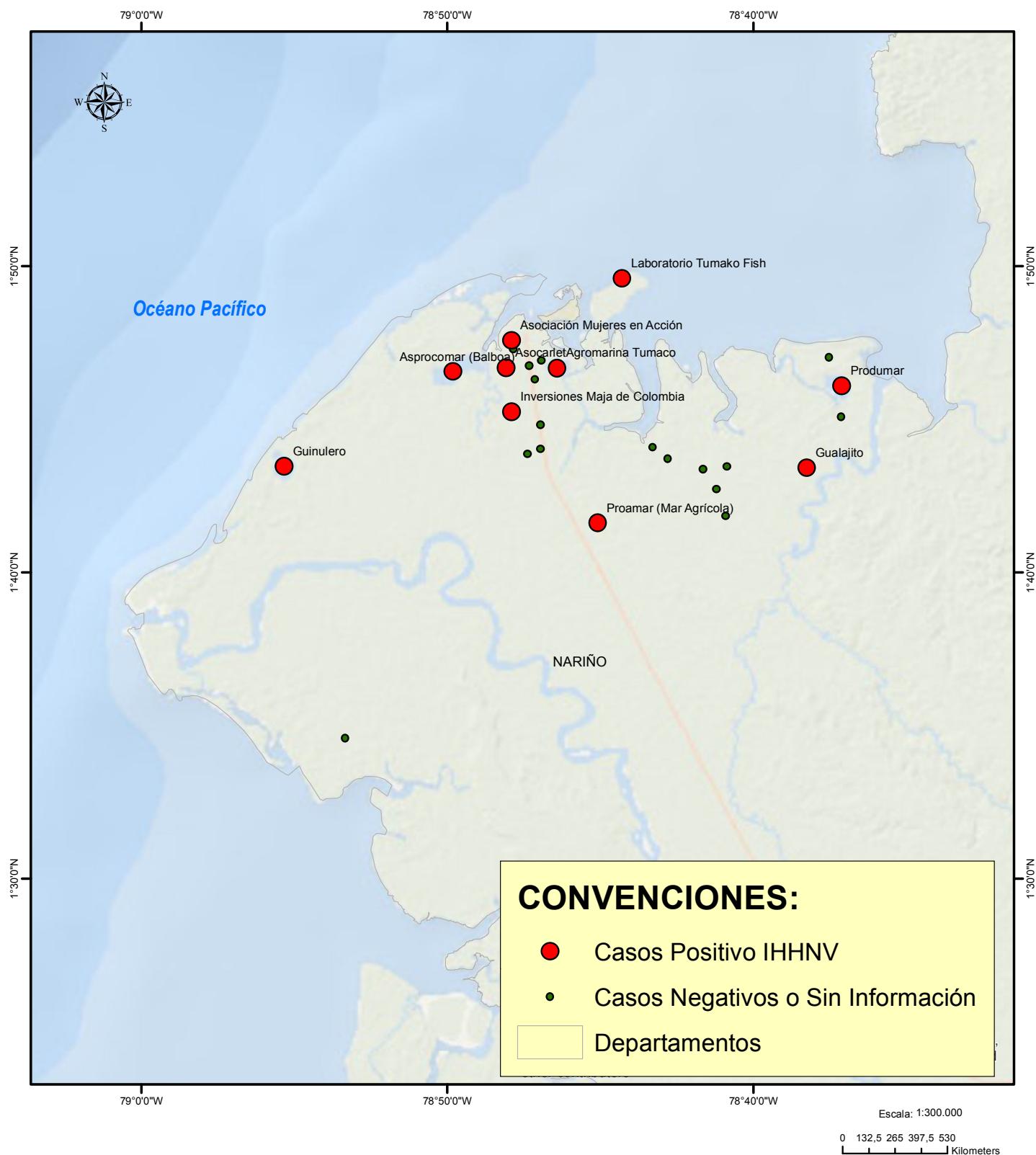
MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE IHNV
FINCAS REGIÓN CARIBE



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuacultura de Colombia

Mapa 14. Histórico IHHNV en el Pacífico

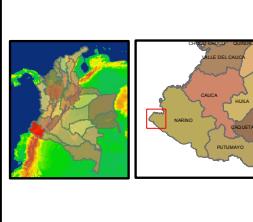


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE IHHNV FINCAS REGIÓN PACÍFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE LA PROPIEDAD FONCIERA
"Acuacultura a Precio con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuacultura de Colombia

Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP)



Figura 32. Ejemplar de *P. vannamei* con signos clínicos externos de NHP.

Agente patógeno

La NHP-B es una bacteria intracitoplasmática gram-negativa pleomórfica que pertenece a la subclase de las alpha-proteobacterias y tentativamente se ha llamado *Hepatobacter penaei* (Nunan et al., 2013). Esta bacteria causa la enfermedad de la hepatopancreatitis necrotizante (NHP).

Signos clínicos

Los ejemplares adecuados para las pruebas de diagnóstico de la infección por NHP-B pueden estar en los estadios de post larva juvenil y adulto. Los signos macroscópicos que indican la posible presencia de la NHP son letargo, reducción de la ingesta de alimento, hepatopáncreas atrofiado, anorexia e intestinos vacíos, considerable reducción del crecimiento y colas flácidas por pérdida de masa muscular; branquias negras u oscurecidas; lesiones ulcerosas en la cutícula o erosiones melanizadas en los apéndices; y cromatóforos expandidos (**Figura 32**).

Distribución geográfica

La NHP-B parece estar restringida al hemisferio occidental, tanto en el camarón peneido salvaje como en el cultivo (Aguirre-Guzmán et al., 2010; Del Río-Rodríguez et al., 2006). La NHP-B se halla en camarones peneidos de fincas de Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Estados Unidos y Venezuela (Aranguren et al., 2006; Frelier et al., 1992; Ibarra-Gámez et al., 2007; Morales-Covarrubias, 2006; Morales-Covarrubias et al., 2011).

La mayoría de las especies de peneidos, incluyendo *P. vannamei* y *P. stylirostris*, principales especies de camarón de cultivo en Latinoamérica, pueden resultar infectadas con la NHP-B. Las infecciones por NHP-B son más graves en *P. vannamei*, en el cual la bacteria intracelular puede causar epizootias agudas y mortalidad masiva (>90%). En *P. vannamei*, los estadios de vida juvenil, sub adulto y reproductor pueden ser afectados (Lightner, 1996; Aranguren et al., 2010). NHP-B causa enfermedad crónica en *P. vannamei*, y los principales efectos son un crecimiento lento, una cutícula blanda y un cuerpo flácido (Morales-Covarrubias, 2006). Se han reportado brotes de NHP en *P. aztecus* (Lightner, 1996; Morales- Covarrubias, 2006). También se ha observado en *P. californiensis* y en *P. setiferus* (Frelier et al., 1992; Lightner, 1996).

La NHP-B se ha observado en juveniles, adultos y reproductores de *P. vannamei*. El tejido blanco es el hepatopáncreas.

Vectores

No se conocen vectores asociados a esta enfermedad. Se cree que organismos bentónicos podrían ser vectores de NHP-B sin embargo, esto no se ha podido confirmar. En Colombia se implementó la cría de reproductores en suelos recubiertos por geo membranas y con ello la incidencia del NHP desapareció.

Algunos miembros de poblaciones de *P. vannamei* que sobreviven a infecciones y/o epizootias por la NHP-B pueden portar las bacterias intracelulares de por vida y transmitirlas a otras poblaciones por transmisión horizontal (Aranguren *et al.*, 2006; Lightner, 2005). La transmisión natural de la NHP-B se considera que tiene lugar por canibalismo aunque también puede intervenir la coexistencia y la diseminación de la NHP-B a través de la columna de agua (Frelier *et al.*, 1992). También se ha sugerido la posibilidad de transmisión de la NHP-B por medio de las heces expulsadas al agua del estanque (Aranguren *et al.*, 2006; Briñez *et al.*, 2003; Morales-Covarrubias *et al.*, 2006).

Mortalidad y morbilidad

En *P. vannamei*, la infección por NHP-B da lugar a una enfermedad aguda y normalmente catastrófica, con mortalidades que se acercan al 100% principalmente en camarones juveniles.

La tasa de replicación de la NHP-B aumenta en casos de períodos muy largos de temperaturas altas ($>29^{\circ}\text{C}$) y de cambios en la salinidad (20–38%). En México, la NHP-B se ha detectado a prevalencias bajas (<7%) en fincas de camarón en los meses de abril, mayo, julio y agosto. Sin embargo, durante los meses de septiembre y octubre, cuando las temperaturas son altas durante el día y bajas durante la noche, se observan un aumento en la prevalencia y en ocasiones mortalidades (Morales-Covarrubias, 2006).

Evolución del NHP-B en Colombia

El NHP-B se ha presentado históricamente en fincas de cultivo de camarón en Latinoamérica en camarones juveniles. En la **Figura 33** se presenta la frecuencia de NHP en los diferentes meses desde el 2002 al 2014 en el país.

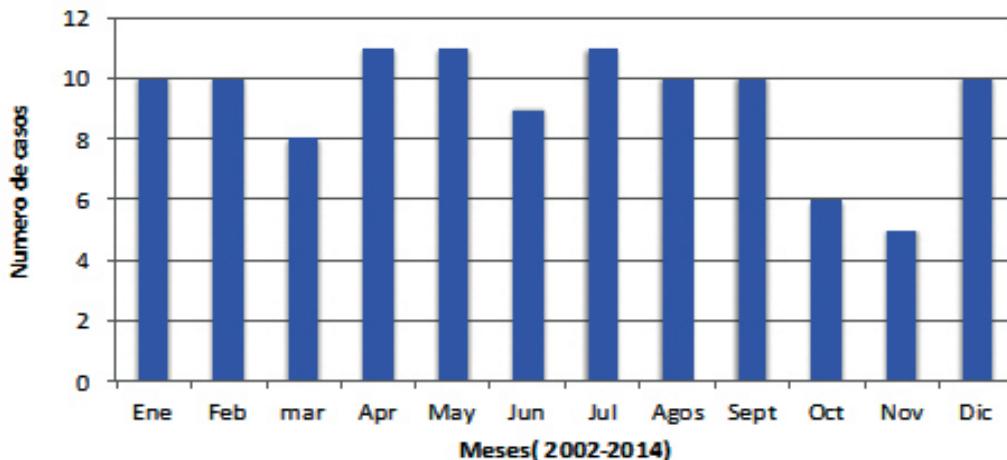


Figura 33. Distribución de los casos de NHP en el Caribe colombiano en el período 2002-2014.

Mapa 15. Histórico NHP en el Caribe

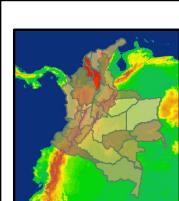


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE NHP FINCAS REGIÓN CARIBE



En Colombia, el NHP se ha restringido a la costa Caribe colombiana debido posiblemente a las altas salinidades y temperaturas del agua de cultivo, que son propicias para el desarrollo de esta enfermedad. Los primeros casos de NHP-B datan del año 2001 en piscinas de engorde. A diferencia de la presencia de NHP-B en otros países de Latinoamérica donde se presentan brotes en piscinas jóvenes, en Colombia la frecuencia más alta se reporta en piscinas de reproducidores. Se observa que las frecuencias más bajas de NHP se presentan durante la época de lluvia (octubre a noviembre) y las frecuencias más altas cuando las temperaturas son más elevadas (abril a julio).

Vibriosis



Figura 34. Ejemplar de *P. vannamei* con signos clínicos de Vibriosis. Foto archivo CENIACUA.

Agente patógeno, cepas del agente

La Vibriosis en *P. vannamei* (**Figura 34**) es causada por las bacterias *Vibrio spp.*, las cuales se caracterizan por ser Gram negativas, motiles y oxidasa positivo (**Figura 35**). Estas bacterias son uno de los microorganismos más abundantes en el cultivo del camarón a nivel mundial. Algunas se han asociado a mortalidades en esta industria. Entre estas se incluyen *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus*, *V. harveyi*. Hay otras que se presentan como bacterias oportunistas como son *V. damsela*, *V. fluvialis* y otras *Vibrio spp.*

En algunas áreas la Vibriosis se conoce como el Síndrome Gaviota debido a la alta presencia de estas aves en las piscinas afectadas. Los *Vibrio spp.*, son bacterias heterotróficas que no necesitan de un vector para afectar camarones



Figura 35. Cultivo de *Vibrio spp.* en medio agar.

suscetibles, sin embargo los mismos camarones pueden ser vectores especialmente cuando se efectúan movimientos de larvas de una región a otra. Generalmente el mecanismo de transmisión es horizontal a través del agua y por el canibalismo de camarones infectados.

Signos clínicos

La presencia de aves sobrevolando las piscinas de engorde y de camarones muertos en los bordes de los estanques son unas características que aun cuando están asociadas a las vibriosis, pueden ser causadas por otros patógenos. Por otra parte, la presencia de lesiones melanizadas en la cutícula de los camarones afectados puede indicar la presencia de bacterias quitinolíticas (**Figura 34**).

Distribución geográfica

Los *Vibrio spp.* tienen una distribución mundial en sistemas estuarinos y marinos. Se presentan en las diferentes fases del cultivo del camarón: laboratorios de larvas, finca y laboratorios de maduración. En la mayoría de los casos, los Vibrios hacen parte de la bacterio carga normal del agua e intestino de los camarones. Todas las especies de camarones penaeidos son susceptibles a presentar Vibriosis. Los *Vibrio spp.* se presentan como parte de la microbiota de organismos zooplanctonicos, de invertebrados y vertebrados (Lightner, 1992).

Estadios susceptibles en el hospedero

Todas las fases del camarón son susceptibles ante estas bacterias; postlarvas, juveniles y adultos pueden presentar Vibriosis. Generalmente la enfermedad aparece como una condición secundaria cuando los camarones están expuestos a una situación primaria de estrés, y las bacterias actúan como patógenos oportunistas.

Órganos blanco y tejidos infectados

En estadíos de larvas y postlarvas los *Vibrio* spp. se pueden presentar a nivel cuticular, entérico o sistémico. En estos estadíos primarios generalmente se presentan *Vibrio* spp. luminiscentes como *V. parahaemolyticus* o *V. harveyi* como patógenos primarios.

En camarones juveniles y adultos la Vibriosis puede ser focalizada en un órgano o sistémica caracterizada por la presencia de *Vibrio* spp., en diferentes órganos como corazón, branquias, cutícula, donde se forman agregados hemocíticos. Hay otro tipo de Vibriosis conocido como el síndrome septicemia en el hepatopáncreas (SHPS), donde los *Vibrio* spp., pueden causar necrosis multifocal en el hepatopáncreas acompañada de procesos inflamatorios (Guillan *et al.*, 2004).

Morbilidad y mortalidad

La mortalidad causada por Vibriosis puede variar dependiendo de las condiciones fisiológicas del camarón. Condiciones de alto estrés, como por ejemplo bajos niveles de oxígeno disuelto, altos niveles de NH₄, NO₂, u otra variable fisicoquímica que se encuentre fuera de los rangos normales pueden predisponer a que los camarones se infecten fácilmente. En algunas situaciones los *Vibrio* spp., son los patógenos primarios y pueden causar mortalidades hasta del 100 % en casos extremos. En la mayoría de los casos cuando actúan como patógenos secundarios, los *Vibrio* spp., pueden causar mortalidades crónicas en las poblaciones de cultivo.

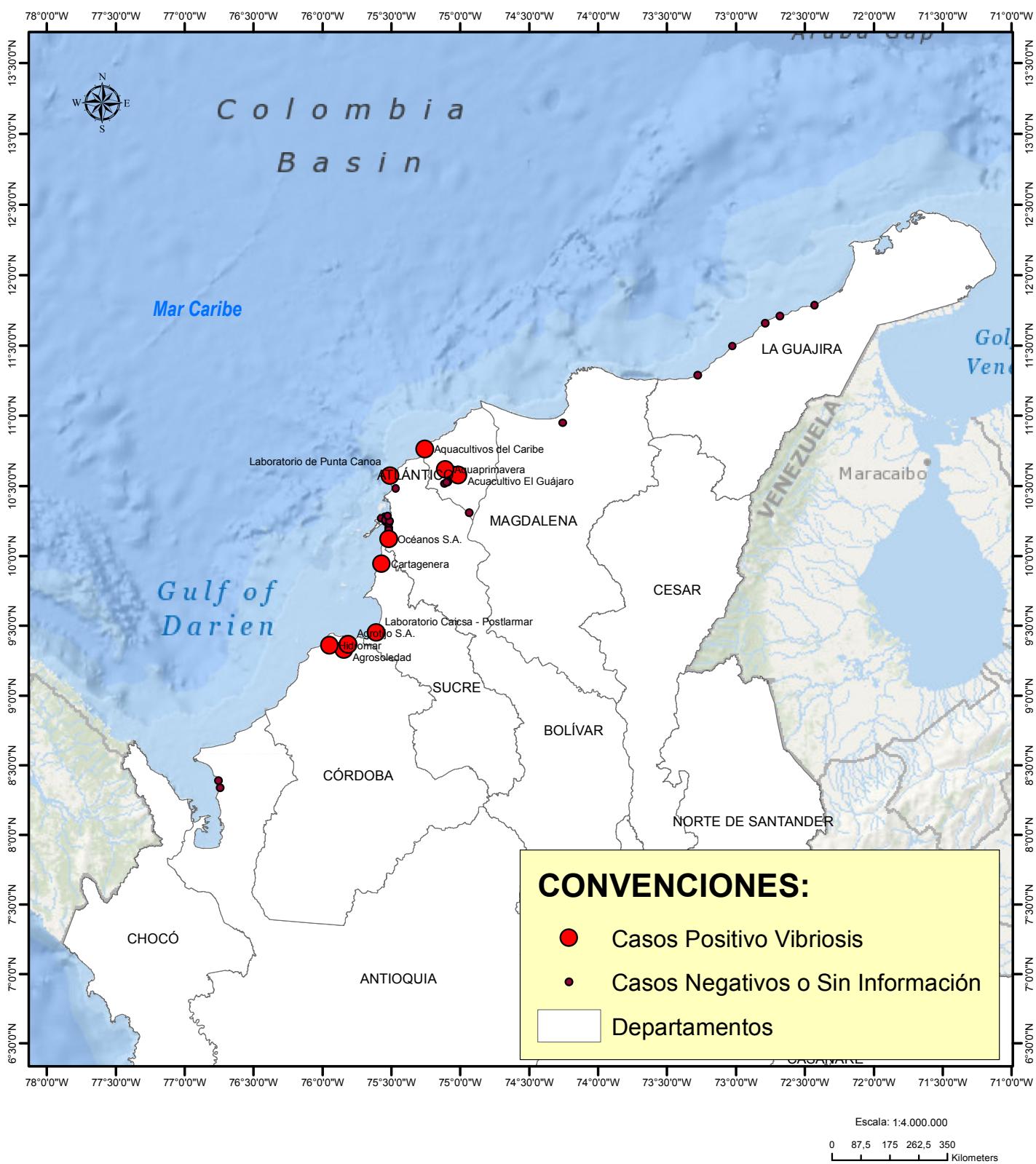
Factores ambientales

Los tanques de larvicultura y las piscinas de camarón con alto contenido de materia orgánica favorecen la presencia de *Vibrio* spp. En época de lluvias se puede presentar Vibriosis con más frecuencia debido al aumento de la escorrentía que trae consigo un aumento de la carga de materia orgánica en el agua.

Evolución de la Vibriosis en Colombia

La Vibriosis es una de las enfermedades más comunes en el cultivo de camarón en Colombia. De hecho es la tercera en términos de frecuencia de diagnóstico, con el 18.6% del total de patologías, afectando inclusive reproductores. En los casos donde se ha reportado Vibriosis, estas han sido crónicas y en su mayoría afectan el hepatopáncreas. Las bacterias más frecuentemente asociadas a la Vibriosis son *V. alginolyticus*, *V. fluvialis* y *V. parahaemolyticus*.

Mapa 16. Histórico Vibriosis en el Caribe

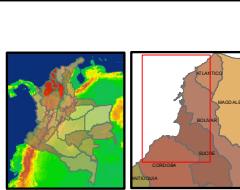


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE VIBRIOSIS FINCAS REGIÓN CARIBE

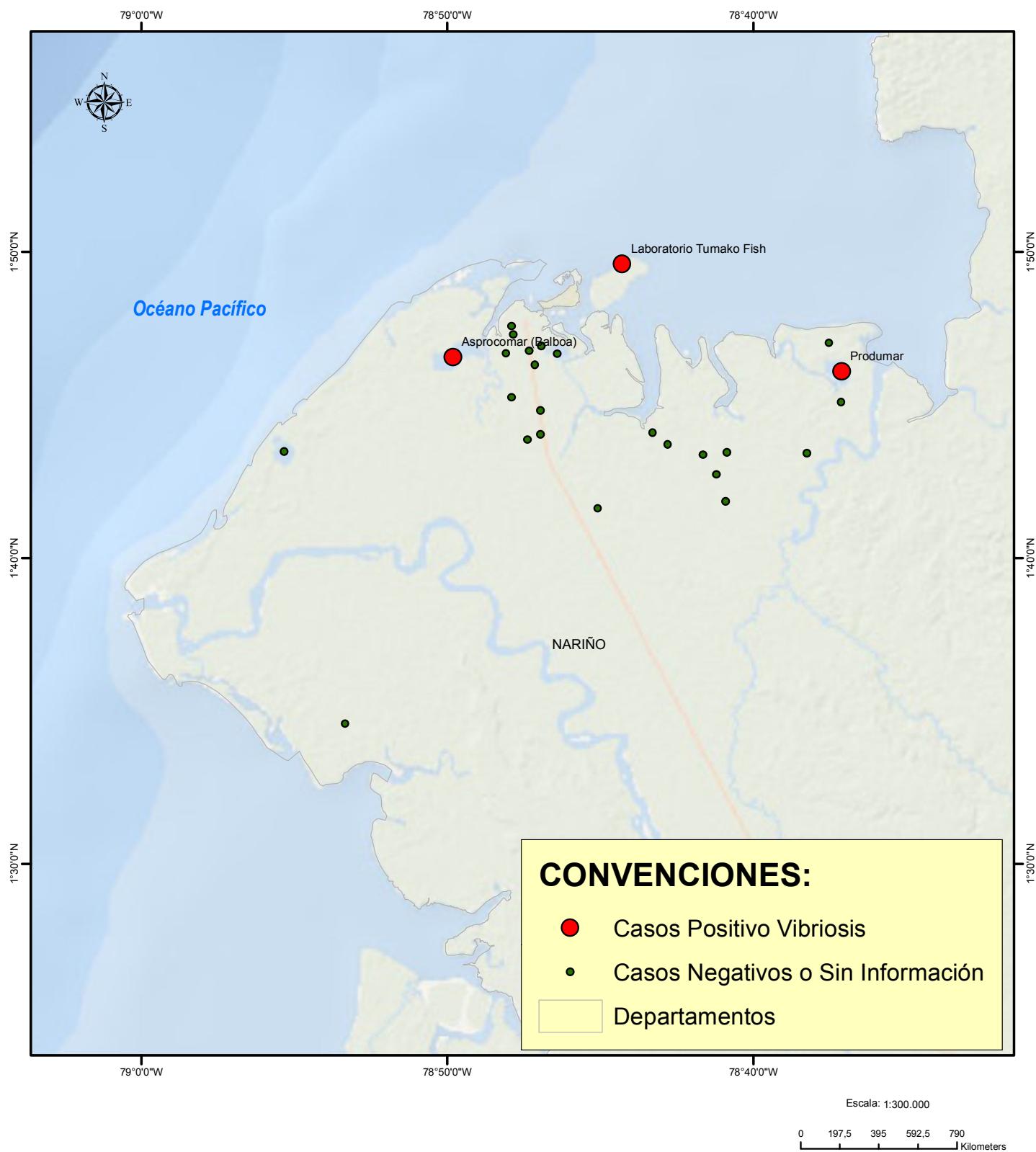
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUNAP
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 17. Histórico Vibriosis en el Pacífico

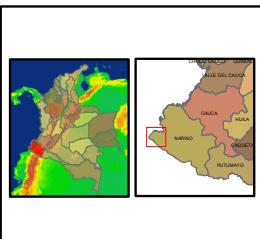


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE VIBRIOSIS FINCAS REGIÓN PACIFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE AQUÍCOLAS Y PESQUEROS
"Agricultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Baculovirosis Tetraédrica (*Baculovirus penaei*) (BP)

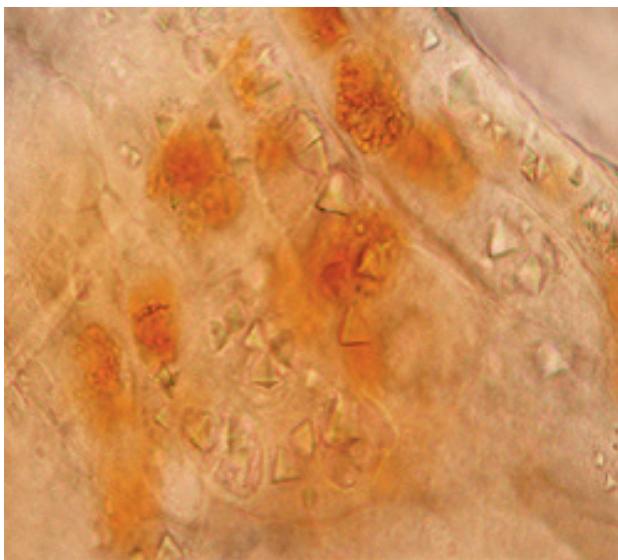


Figura 36. Vista microscópica de los cuerpos de oclusión causados por BP en análisis en fresco.

Agente etiológico

Baculovirus penaei (BP), es un virus de doble cadena de ADN que de acuerdo al ICTV ha sido clasificado como Baculovirus. (King *et al.*, 2012). Se han observado al menos tres cepas geográficas: 1) la de la costa sureste del Atlántico y del Golfo de México de EE.UU. y del Caribe; 2) la de la costa del Pacífico de Sudamérica, Centroamérica y Norteamérica; y 3) la de Hawái (Brock *et al.*, 1986; Bruce *et al.*, 1993; Durand *et al.*, 1998). Este virus es fácilmente distinguible ya que forma unas estructuras tetraédricas que corresponden a los cuerpos de oclusión intranuclear (**Figura 36**), los cuales resaltan con tinción H&E (**Figura 37**).

Signos clínicos

Esta es una enfermedad relevante en larvas de camarón. El signo clínico característico es la opacidad de las larvas. En camarones de cultivo, solamente se presentan signos clínicos cuando la prevalencia es alta, de lo contrario no hay signos externos asociados a esta etiología.

Distribución geográfica

El BP es enzooótico en peneidos salvajes y de cultivo de las Américas y de Hawái. No se ha

reportado en camarones peneidos salvajes ni de fincas del hemisferio oriental, a pesar de las cuantiosas introducciones de peneidos de las Américas en Asia y en la región del Indo-Pacífico (Brock y Main, 1994; Lightner, 1996).

Especies hospederas susceptibles

Se han reportado infecciones por BP en una o más especies de los siguientes géneros o subgéneros de camarones peneidos (los segundos están entre paréntesis): *Penaeus* (*Litopenaeus*), (*Farfantepenaeus*), (*Fenneropenaeus*), (*Melicertus*), (*Penaeus*), *Trachypenaeus* y *Protrachypene* (Lightner, 1996; Lightner *et al.*, 1989; Overstreet, 1994). Todas las especies de peneidos son posibles hospederos.

Estadios susceptibles en el hospedero

Todos los estadios de la vida del hospedero son susceptibles a la infección por BP, excepto los huevos y los nauplios. Las larvas son más susceptibles al BP y se pueden presentar altas mortalidades.

Órganos blanco y tejidos infectados

El BP es estrictamente entérico e infecta a las células epiteliales de las mucosas de los túbulos del hepatopáncreas y del intestino medio anterior (Brock y Main, 1994; Lightner, 1996). No se conoce ningún vector en las infecciones

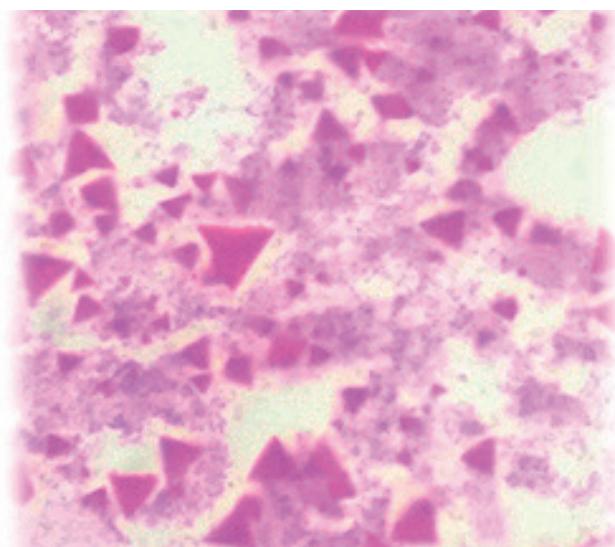


Figura 37. Cuerpos de oclusión causados por BP en tinción de H&E.

naturales, pero los rotíferos *Brachionus plicatilis* y los nauplios de *A. salina* se han empleado como portadores pasivos de BP para liberar el virus a estadios larvarios de *P. vannamei* en infecciones experimentales (Overstreet *et al.*, 1984).

La transmisión de BP es horizontal, por ingesta de tejido infectado (canibalismo), heces, cuerpos de oclusión o detritos o agua contaminados (Lightner, 1996; Overstreet *et al.*, 1994). Es frecuente observar infecciones persistentes en camarones peneidos hospedadores de BP. Las hembras adultas salvajes de *P. vannamei* que están intensamente infectadas por BP, excretan heces contaminadas con BP al desovar, y de este modo contaminan los huevos y transmiten el virus a la siguiente generación (Lightner, 1996).

Mortalidad y morbilidad

Los estadios larvarios (en concreto las protozoas y las mysis) y las postlarvas tempranas resultan infectados con mayor facilidad en pruebas de desafío experimental (Overstreet *et al.*, 1994) y son los estadios en los que es probable que tengan lugar las máximas mortalidades en laboratorios de larvicultura de camarones peneidos. Es poco habitual observar mortalidades altas como consecuencia de una infección por BP en los juveniles y los adultos, pero si se puede observar bajos crecimientos y una reducción de la supervivencia en los estanques de pre cría y de engorde (Brock y Main, 1994; Lightner, 1996; Overstreet, 1994). No se ha reportado asociación de la presencia de BP con alguna variable fisicoquímica.

Evolución del BP en Colombia

El BP ha sido una enfermedad poco frecuente en el cultivo de camarón de Colombia desde los primeros casos diagnosticados en el año 1996. La prevalencia más alta se encontró durante los primeros años en los laboratorios de larvicultura. Posteriormente BP se ha encontrado eventualmente en reproductores en los laboratorios de maduración. No se ha encontrado en Colombia ningún caso descrito como patógeno primario, por lo contrario siempre se ha encontrado como patógeno secundario en camarones afectados con alguna etiología primaria.

Mapa 18. Histórico BP en el Caribe

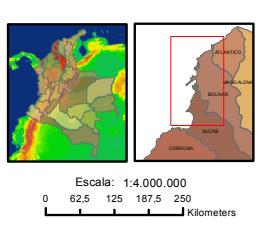


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE BP FINCAS REGIÓN CARIBE

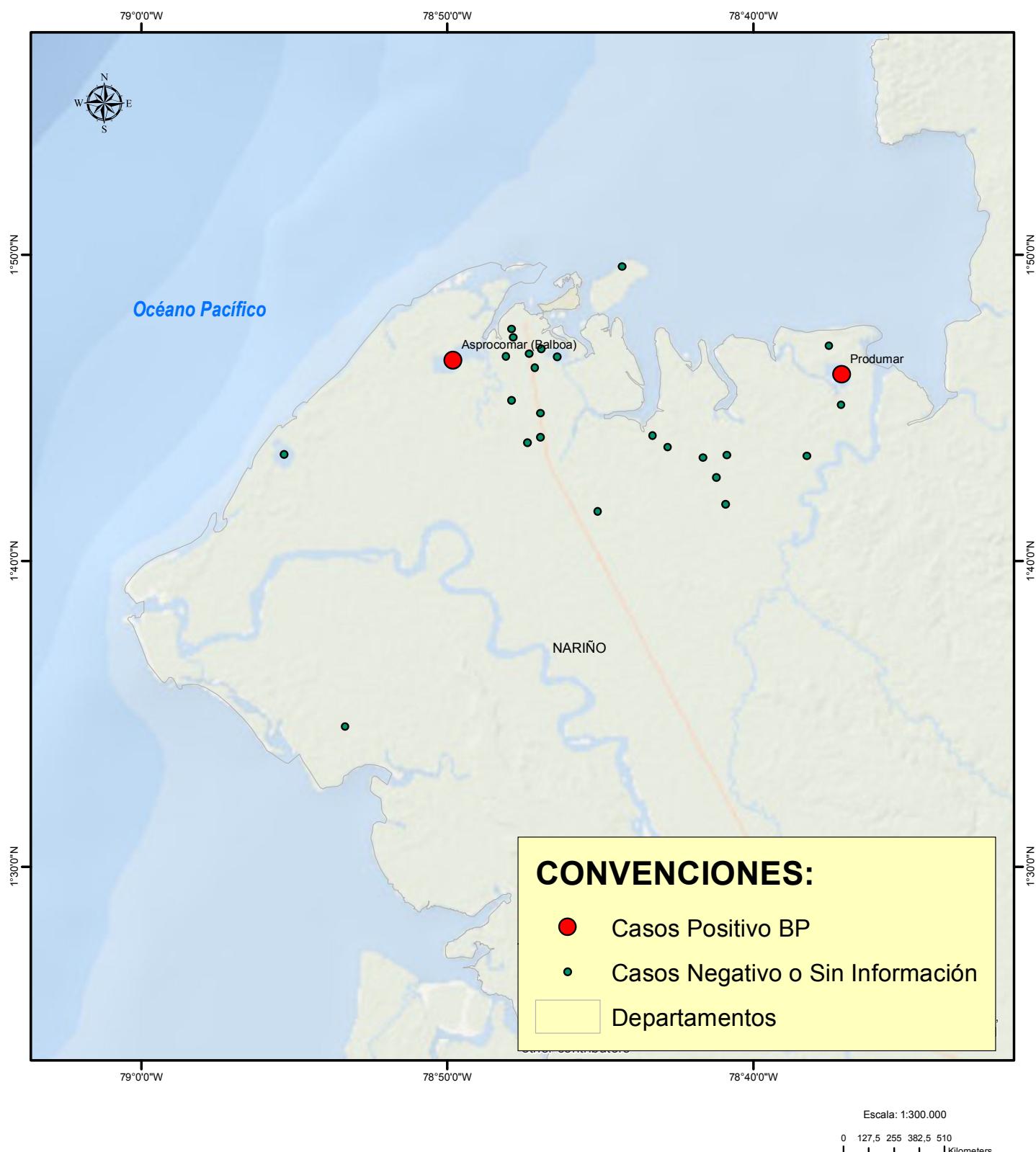
ABRIL DE 2015



AUNAP
Autóctonos Nativos
Acuacultura y Pescado con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 19. Histórico BP en el Pacífico

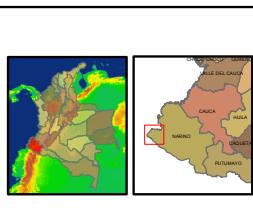


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



**MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE BP
FINCAS REGIÓN PACIFICA**

ABRIL DE 2015



AUNAP
AEROFLOT NACIONAL UNIVERSIDAD DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
"Aviación y Petróleo con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Enfermedad de Barreda

Parvovirus Hepatopancreático (HPV)

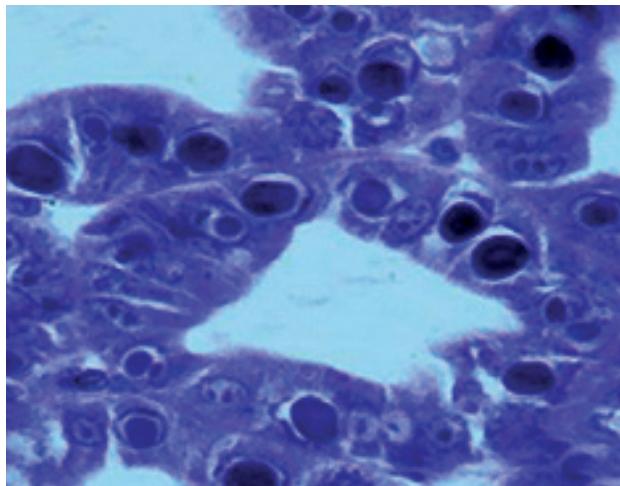


Figura 38. Observación microscópica de HPV en tejidos afectados.

El agente patógeno

El Parvovirus hepatopancreático HPV es un virus pequeño (22 a 24 nm de diámetro) con un genoma constituido por ADN de una sola cadena. Debido a la manera de replicarse, al tamaño del virión y al tipo de inclusiones intranucleares que se tiñen fuertemente con la reacción de Feulgen (confirmando el contenido de ADN del genoma) (**Figura 38**), HPV es considerado como miembro de la familia Parvoviridae.

Signos clínicos

Los signos externos de la enfermedad no son específicos de HPV. En infecciones severas es posible observar atrofia y decoloración del hepatopáncreas, reducción en la tasa de crecimiento, anorexia, reducción en la actividad de limpieza dando como resultado un incremento de branquias sucias y apéndices ocasionado por la colonización de organismos epicomensales, así como opacidad ocasional en músculos abdominales e infecciones secundarias por la presencia de otros patógenos oportunistas como es el caso de los *Vibrio* spp.

Distribución geográfica

El HPV se ha encontrado en Australia tanto en camarones silvestres como cultivados y en

camarones cultivados en China. En 1987 fue detectado en camarones peneidos asiáticos que habían sido importados para su cultivo en regiones de América del Sur y también en *P. vannamei* en varias localidades de América del Norte y América del Sur. En 1990 fue detectado a lo largo de la costa del Pacífico mexicano en poblaciones de *P. vannamei* y *P. stylirostris* y en la costa de El Salvador en poblaciones silvestres de *P. vannamei*, lo que sugiere que puede haber alcanzado una distribución cosmopolita.

Se han reportado infecciones por HPV en diferentes especies de los siguientes géneros o subgéneros de camarones peneidos incluyendo *Farfantepenaeus*, *Fenneropenaeus*, *Melicertus*, *Penaeus*, *Trachypenaeus* y *Protrachypene*. Todas las especies de peneidos son posibles hospederos (Lightner, 1996; Overstreet, 1994).

Estadios susceptibles en el hospedero

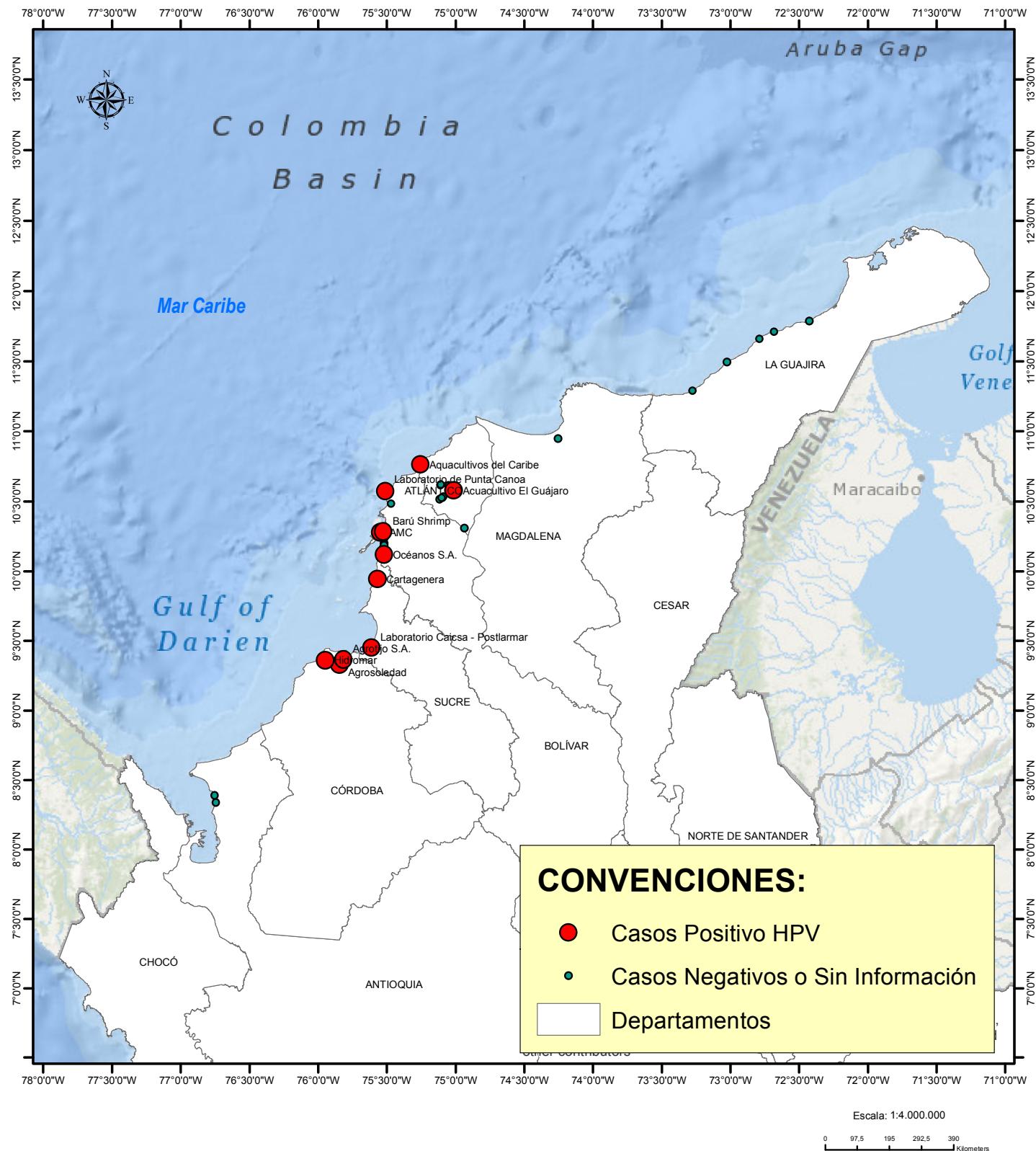
Todos los estadios de la vida del hospedero tanto juveniles y reproductores son susceptibles a la infección por HPV. El HPV es estrictamente entérico e infecta a las células epiteliales de las mucosas de los túbulos del hepatopáncreas y del intestino medio anterior (Brock y Lightner, 1990; Lightner, 1996). No se conocen vectores en las infecciones naturales. La transmisión de HPV es horizontal, por ingesta de tejido infectado (canibalismo), heces, cuerpos de inclusión o detritos o agua, contaminados.

Es poco habitual observar mortalidades altas como consecuencia de una infección por HPV en los juveniles y los adultos, pero en las fincas de camarones la infección podría causar un mal crecimiento y una reducción de la supervivencia en los pre criaderos y en estanques de engorde (Brock y Main, 1994; Lightner, 1996; Overstreet, 1994). No se ha reportado la asociación de la presencia de HPV con alguna variable fisicoquímica.

Evolución del HPV en Colombia

El HPV ha sido una enfermedad común en el cultivo de camarón de Colombia desde

Mapa 20. Histórico HPV en el Caribe

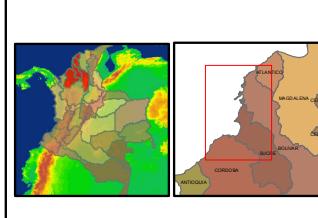


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE HPV FINCAS REGIÓN CARIBE

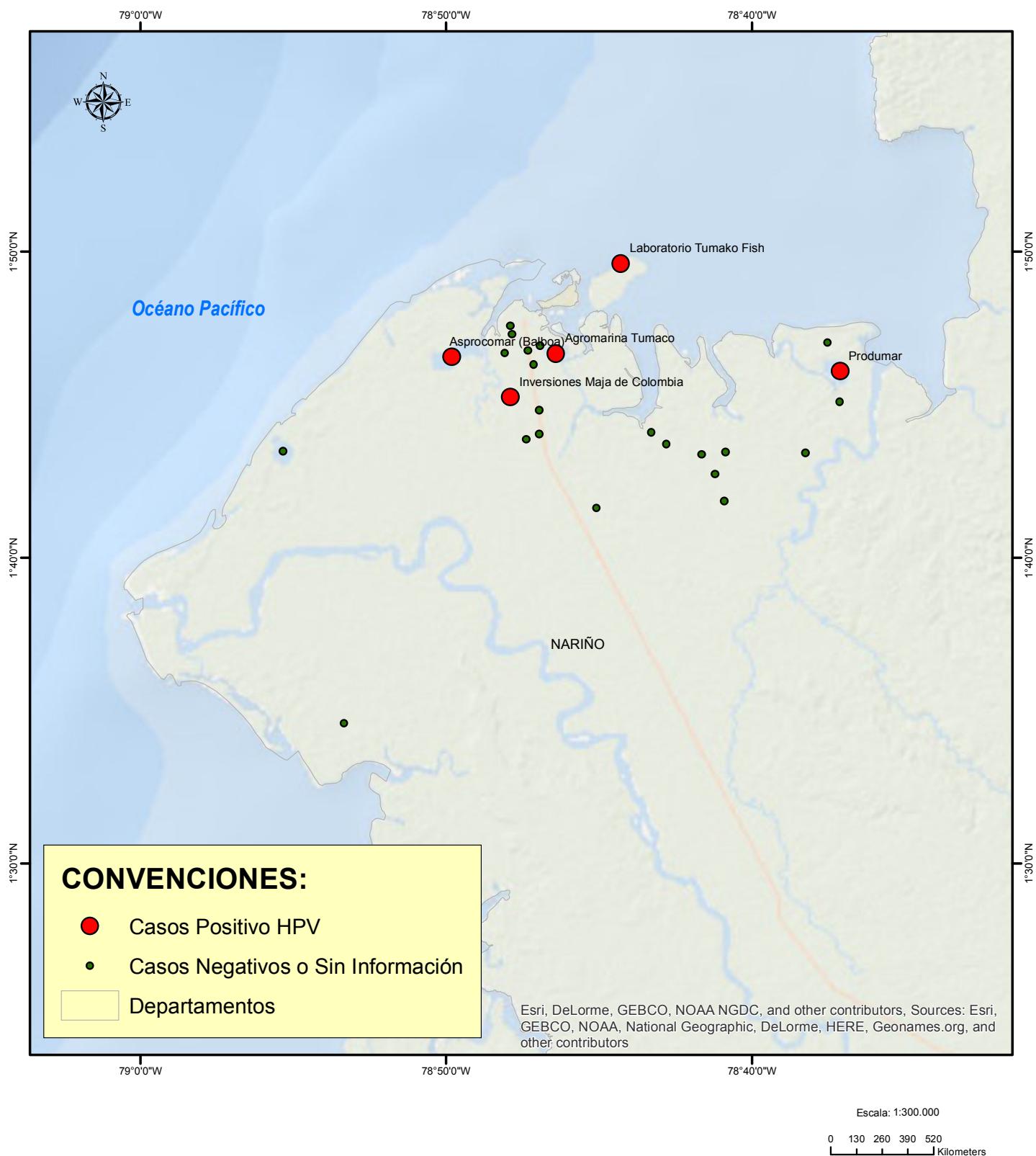
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
Acuacultura y Pesca con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia

Mapa 21. Histórico HPV en el Pacífico

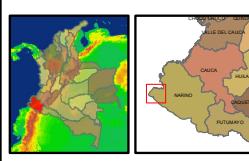


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE HPV FINCAS REGIÓN PACIFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE LA INDUSTRIA PESQUERA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

los primeros casos diagnosticados en el año 1996 hasta el 2014. La frecuencia de HPV es más alta en reproductores que en juveniles. Al igual que lo que sucede con el BP, el HPV se presenta como un patógeno secundario cuando los camarones están afectados por una enfermedad primaria.

Enteritis Hemocítica (EH)



Figura 39. Intestino medio de camarón *P. vannamei* afectado con EH. Tinción H&E.

Agente etiológico

La Enteritis Hemocítica (EH) se produce cuando los camarones ingieren cierto tipo de algas verde azules productoras de toxinas que dañan las células que recubren el intestino y el estómago medio. El efecto de la presencia de estas toxinas es la inflamación del intestino (**Figura 39**).

Signos clínicos

Los signos clínicos asociados a la EH incluyen opacidad muscular, infestación por epicomensales, En los casos severos puede causar ulceraciones en el intestino y favorece el ingreso de patógenos oportunistas como son los Vibrios (Lightner, 1996; Brock y Main, 1994), y/o inflamación del intestino posterior. Puede afectar el crecimiento del camarón, producir bajo rendimiento, o prolongar el ciclo de cultivo hasta alcanzar la talla comercial, además de aumentar el riesgo de infecciones provocando mortalidad del camarón (Lightner, 1996).

La EH es una condición que se da en todos los ambientes donde se cultiva camarón y hay presencia de algas verde azules. Generalmente estas algas se encuentran en mayor abundancia en zonas de baja salinidad (menor de 5 UPS), por lo cual la frecuencia de EH es más alta en sistemas de baja salinidad. Cargas altas de nutrientes y baja circulación del agua son otros factores que favorecen a las algas verde azules.

Especies hospederas susceptibles

Todas las especies de penaeidos expuestas a algas verde azules son susceptibles a que se presente EH. Camarones juveniles presentes en aguas con algas altamente eutroficadas son susceptibles a que presenten EH. Cuando se presentan blooms de algas verde azules, los camarones están expuestos a una concentración más alta de estas algas y por ende a ingerir las algas así como sus toxinas.

La EH puede ser una enfermedad importante y en casos extremos puede llegar a causar mortalidades importantes por encima del 50%. En casos leves, la EH es reversible y una vez cambia la composición de algas, la agregación hemocítica en el intestino desaparece.

Evolución de la enteritis hemocítica en Colombia
La EH es la enfermedad más común encontrada en el cultivo de camarón en Colombia con una frecuencia del 21.9% del total de patologías. La EH se ha reportado como una enfermedad crónica en fincas de engorde de camarón (**Figura 40**).

Al analizar la distribución temporal, se observa que hay dos picos (abril y octubre) que corresponden a la mayor pluviosidad en el caribe colombiano. Esto disminuye la salinidad de las piscinas de engorde y favorece la presencia de las algas verde-azules asociadas a la EH.

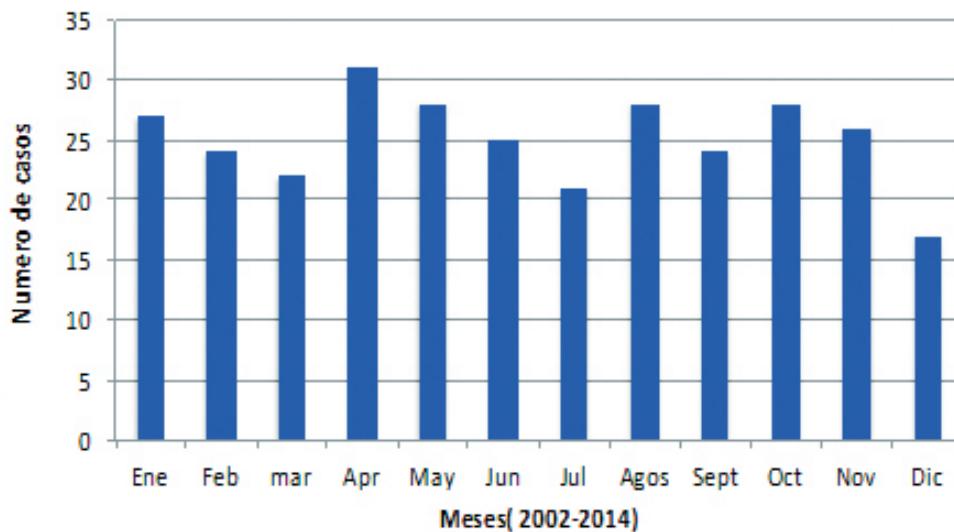


Figura 40. Distribución mensual de los casos de EH en la costa Caribe colombiana. N=301.

Espiroplasma



Figura 41. Camarón afectado por *Spiroplasma penaei*.

Agente etiológico

Enfermedad producida por una cepa bacteriana de forma helicoidal y de longitud variable que ha sido identificada como *Spiroplasma penaei* (Nunan *et al.*, 2005). Esta bacteria pertenece al subgrupo de los Espiroplasmas. El género *Spiroplasma* es un grupo de eubacterias que exhibe una morfología celular helicoidal. Los espiroplasmas son móviles, a pesar de que carecen de flagelos (Davis y Worley, 1973; Daniels *et al.*, 1980; Trachtenberg, 1998).

Estas bacterias históricamente se han asociado con las plantas y los artrópodos, principalmente insectos y garrapatas pero más recientemente

miembros de este género se han descubierto en el cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*) (Wang *et al.*, 2003, 2004) y en camarón *P. vannamei* (Nunan *et al.*, 2004, Nunan *et al.*, 2005). El *Spiroplasma* spp. puede ser patógeno en plantas e insectos, y causa la enfermedad de temblor en cangrejos de agua dulce (Wang *et al.*, 2003).

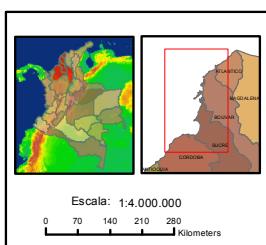
Signos clínicos

El principal signo clínico que se detecta en las piscinas afectadas es la presencia de camarones muertos flotando en la piscina. En la Figura 41 se observa un caso típico de un camarón afectado por *E. penaei*. Igualmente la coloración roja de los camarones que flotan es una característica de los camarones muertos por esta enfermedad.

A nivel microscópico, los animales sintomáticos muestran una reacción inflamatoria multifocal en forma de congestión de hemocitos (Figura 42), formación de nódulos hemocíticos, melanización, y fibrosis a nivel de cordón nervioso, músculo esquelético, corazón, glándula antenal, órgano linfoide, branquias y tejido conectivo del camarón.

Al parecer, la enfermedad se inicia con la presencia de células necróticas con núcleos picnóticos, luego se ve migración

Mapa 22. Histórico Enteritis Hemocítica en el Caribe



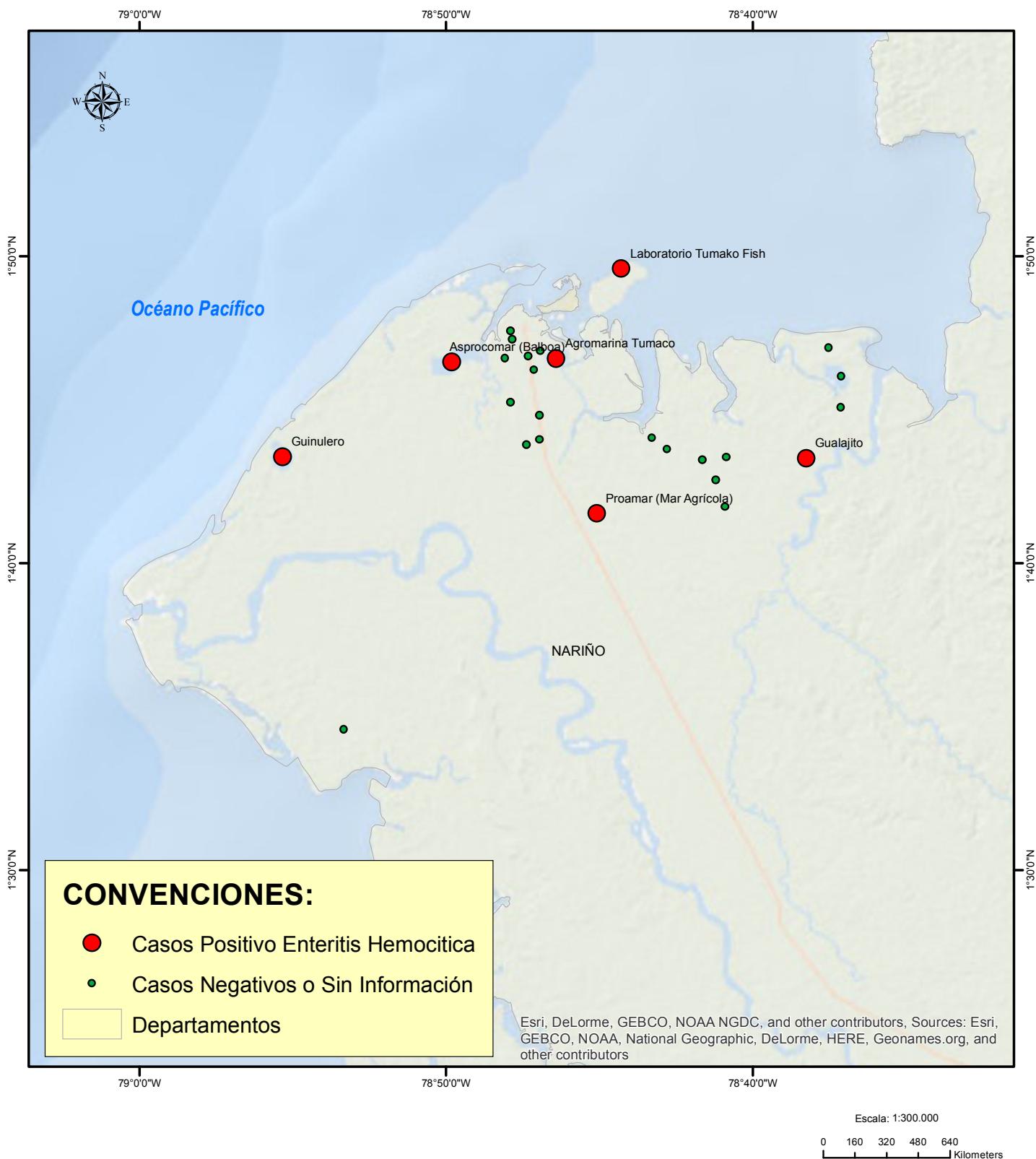
MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE ENTERITIS HEMOCITICA FINCAS REGIÓN CARIBE



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL PARA LA PROTECCIÓN ALIMENTARIA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuacultura de Colombia

Mapa 23. Histórico Enteritis Hemocítica en el Pacífico

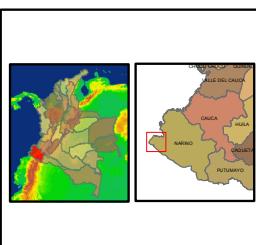


Fuente Cartográfica:

levantamiento en campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE ENTERITIS HEMOCITICA - REGIÓN PACIFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS
"Alimentos y Peso con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

y congregación de células fagocíticas con áreas necróticas, después hay fagocitosis de células necróticas y residuos celulares y/o formación de nódulos hemocíticos, seguidos de melanización y finalmente, inflamación fibrótica.

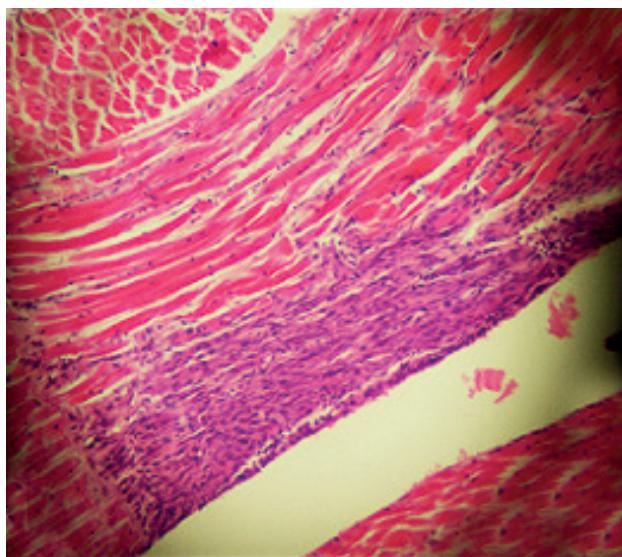


Figura 42. Infiltración hemocítica en músculo estriado (H&E). Aumento 100x.

Distribución geográfica

El Spiroplasma que afecta crustáceos ha sido reportado hacia el año 1994 en el sureste de China en cultivos del cangrejo *Eriocheir sinensis*. Luego solo existe el reporte de Colombia en el año 2002 en *P. vannamei*.

Al parecer, el cangrejo *Eriocheir sinensis*, el camarón *P. vannamei* y la langosta de agua dulce *Procambarus clarkii*, son susceptibles a este patógeno.

Estadios susceptibles en el hospedero

Camarones peneidos juveniles y adultos en piscinas de engorde son susceptibles a la infección por *Spiroplasma penaei*. A nivel interno, *S. penaei* afecta principalmente tejidos derivados del ectodermo y mesodermo.

Se presenta una reacción inflamatoria multifocal en forma de congestión de hemocitos, formación de nódulos hemolíticos,

melanización, y fibrosis a nivel de cordón nervioso, músculo esquelético, corazón, glándula antenal, órgano linfoide, branquias y tejido conectivo del camarón.

Vectores

No se conocen vectores de este patógeno, sin embargo es posible que algún insecto pueda ser vector de esta enfermedad. La transmisión del *Spiroplasma penaei* es horizontal, por ingesta de camarones (moribundos o muertos) infectados por *Spiroplasma* (Heres, 2009).

La mortalidad causada por *S. penaei* puede considerarse crónica. En condiciones de cultivo una vez inicia la mortalidad, esta no para y continua hasta el final de la cosecha. En casos severos esta puede llegar al 80%. En infecciones experimentales se puede producir mortalidades del 70% en 12 días post infección (Heres, 2009).

Factores ambientales

Brotes causados por *S. penaei* se asocian a condiciones de baja salinidad (menores a 10 UPS) en piscinas de engorde. En salinidades altas, no se evidencia alta mortalidad aunque si se presentan resultados positivos por PCR.

Evolución del Spiroplasma en Colombia

El *Spiroplasma* es una enfermedad que solamente estuvo presente en la costa Caribe colombiana durante los años 2002 - 2008, básicamente en la zona del Bajo Sinú y causó que una de las fincas de mayor tamaño desistiera del cultivo de camarón. Nunca se ha reportado esta enfermedad en el Pacífico colombiano.

En sus inicios, el “síndrome del muerto parado” como se conoció esta enfermedad inicialmente, se caracterizaba por que los camarones muertos flotaban verticalmente en la superficie de las piscinas afectadas.

La enfermedad fue inicialmente diagnosticada como una Vibriosos sistémica, y posteriormente

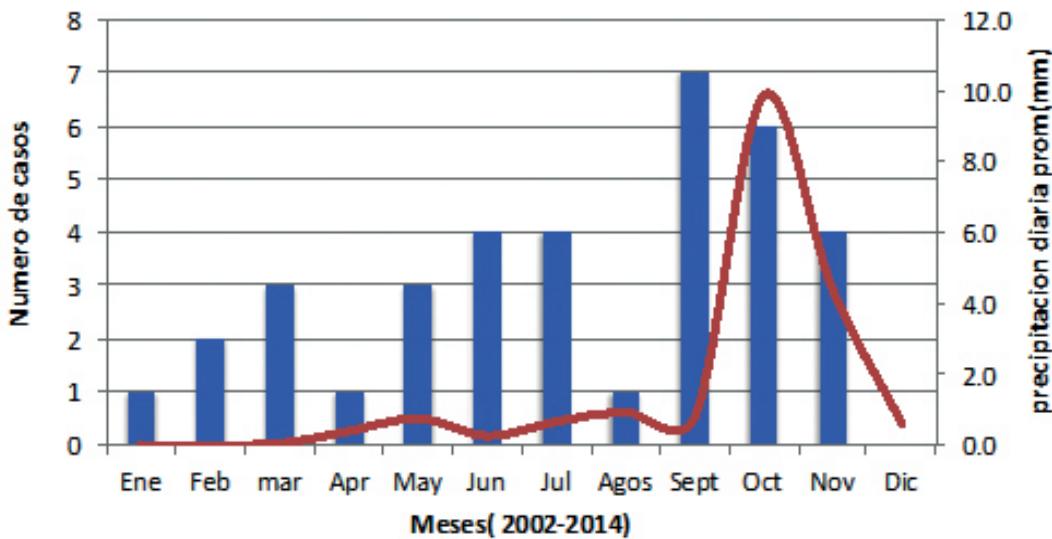


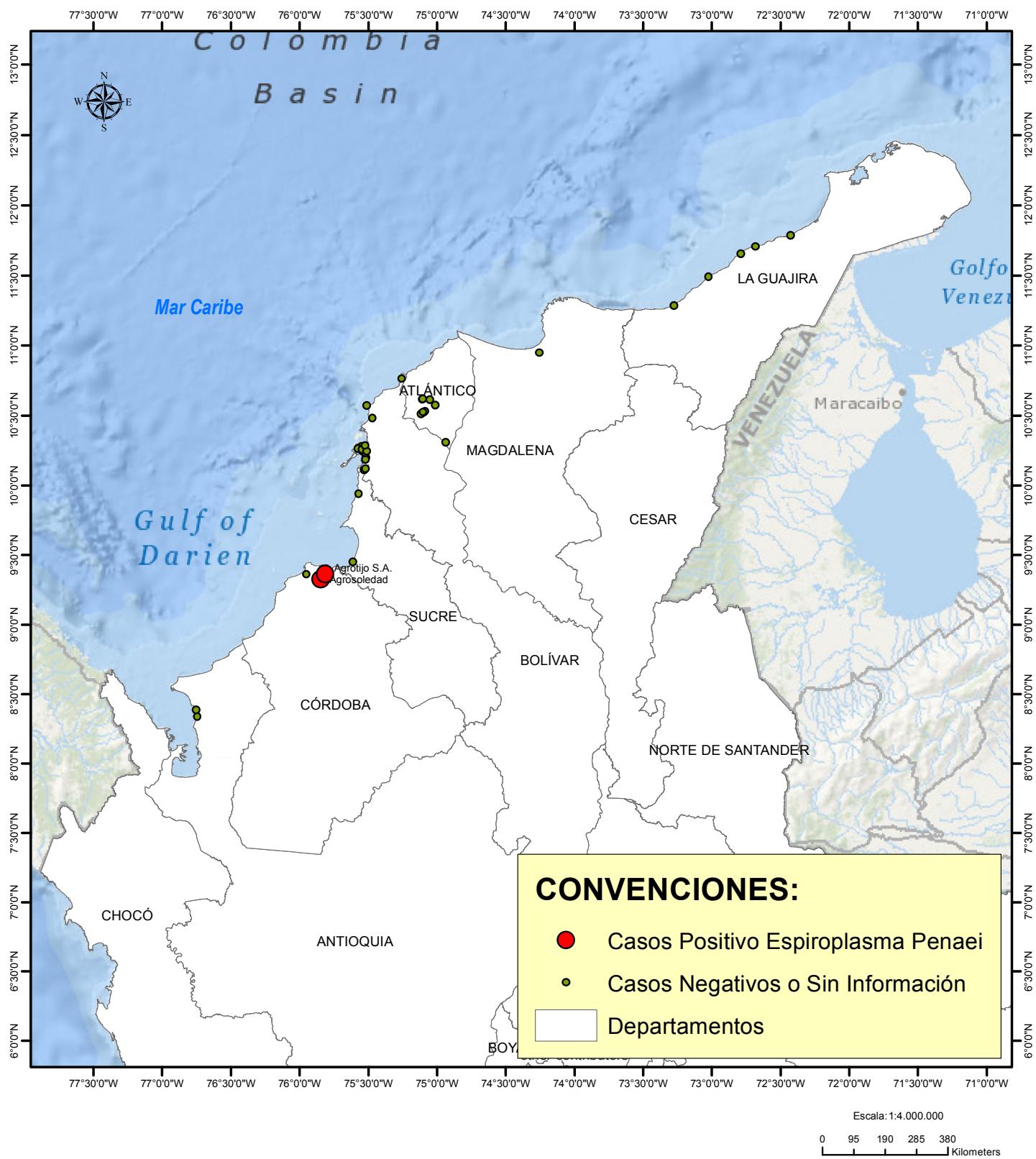
Figura 43. Casos reportados de la enfermedad Spiroplasma durante el período 2002-2014.

en colaboración con la Universidad de Arizona se logró identificar el agente causal al cual se le denominó *S. penaei*.

El primer caso en que se reportó esta bacteria se dio en condiciones de baja salinidad (2 -10 UPS) con condiciones inusuales de alta temperatura (37 °C) por más de 3 horas cada día por cerca de 2 semanas, con mortalidades muy variables que fueron de 20-30% y 60-70% (Nunan *et al.*, 2005).

En la **Figura 43** se observa que el mayor número de casos de *S. penaei* se reportó en los meses en los cuales la salinidad del agua de cultivo de camarón fue más baja. En el Caribe colombiano la época de lluvias baja las salinidades de las piscinas de engorde, lo cual ocurre en el periodo comprendido entre los meses de septiembre a noviembre. Desde el año 2009, no se han presentado nuevos casos de *S. penaei* en ninguna de las fincas y/o laboratorios en el Caribe colombiano.

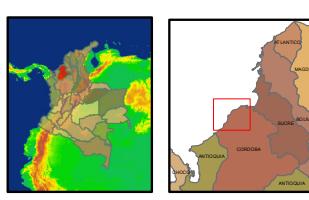
Mapa 24. Histórico Espiroplasma en el Caribe



Fuente Cartográfica:

Leyenda en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



**MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE
ESPIROPLASMA PENAEI
FINCAS REGIÓN CARIBE**

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Microsporidiosis



Figura 44. Comparación entre un camarón afectado con microsporidios en la parte superior mostrando músculo blanco frente a un camarón con apariencia norma en la parte inferior.

Agente etiológico

Los microsporidios son parásitos intracelulares clasificados actualmente como hongos del *Pyllum* *Zigomicota*. Estos patógenos causan una enfermedad llamada Microsporidiosis. Los principales géneros y especies de microsporidios en camarón son:

- *Agmasoma* (anteriormente llamado *Thelohania*) con las especies *A. penaei* y *A. duorara*.
- *Ameson* (anteriormente llamado *Nosema*), con la especie *A. nelsoni*.
- *Pleistophora* con la especie *P. vannamei*.
- *Enterocytozoon*. Afecta las especies de *P. monodon* y *P. vannamei*.

Los microsporidios formadores de esporas. Poseen tres fases, la primera es la infectiva, seguido por la merogónica y luego la esporogonal. La fase infectiva incluye la liberación de esporas al medio ambiente donde germinan. Las fases merogónica y esporogonal se desarrollan en el hospedero final.

Signos clínicos

En piscinas de cultivo, los camarones afectados presentan signos clínicos conocidos popularmente como "camarón de algodón" o "camarón de leche" por la coloración característica que adquieren en el abdomen (**Figura 44**). En la mayoría de los

casos los camarones pueden ser portadores asintomáticos y no se observan signos clínicos de infección.

Distribución geográfica

La microsporidiosis es una enfermedad que se presenta en zonas tropicales y subtropicales donde se cultiva camarón. La microsporidiosis ha sido reportada en diversas especies de peneidos incluyendo *P. monodon*, *P. vannamei*, *P. setiferus* y *P. indicus*. (Lightner, 1996).

Órganos blanco y tejidos infectados

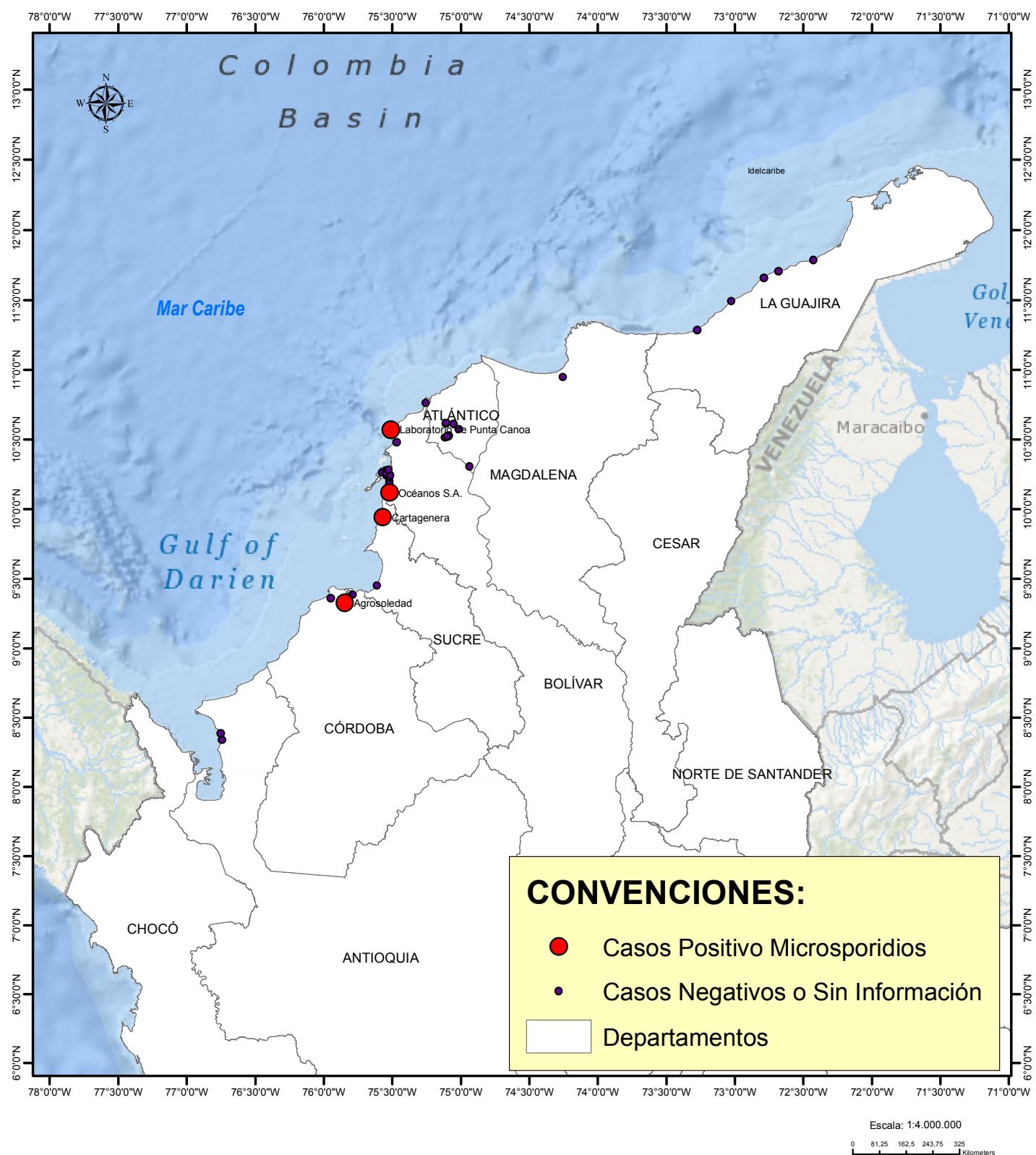
Dependiendo de las especies de Microsporidios que estén afectando a los camarones, estos pueden presentar afectación en diferentes órganos incluyendo músculo, gónadas y hepatopáncreas. Generalmente las lesiones se localizan en el epitelio y tejido conjuntivo de todos los órganos; la esporulación se limita al epitelio de los túbulos digestivos. En la mayoría de especies de microsporidios, los peces actúan como hospederos intermediarios. Los camarones infectados pueden ser vectores potenciales de Microsporidiosis. Los camarones adquieren las esporas del medio natural a través de heces de peces o crustáceos que actúan como hospederos intermediarios. Hay un nuevo género, el *Enterocytozoon penaei*, que pueden infectar directamente camarones sin necesidad de hospedero intermedio así que la transmisión es horizontal.

La mortalidad causada por la microsporidiosis es de tipo crónico. Puede llegar a ser alta en piscinas donde la población de peces es significativa. No se conocen factores ambientales asociados a la Microsporidiosis.

Evolución de Microsporidiosis en Colombia

La microsporidiosis se ha presentado en Colombia tanto en la costa Caribe como en la costa Pacífica. La mayoría de casos se han presentado en la costa Caribe colombiana (35 de un total de 36 casos registrados).

Mapa 25. Histórico Microsporidiosis en el Caribe

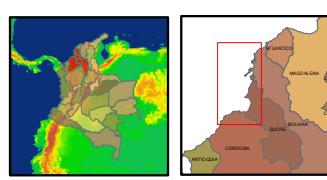


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE MICROSPORIDIOS - REGIÓN CARIBE

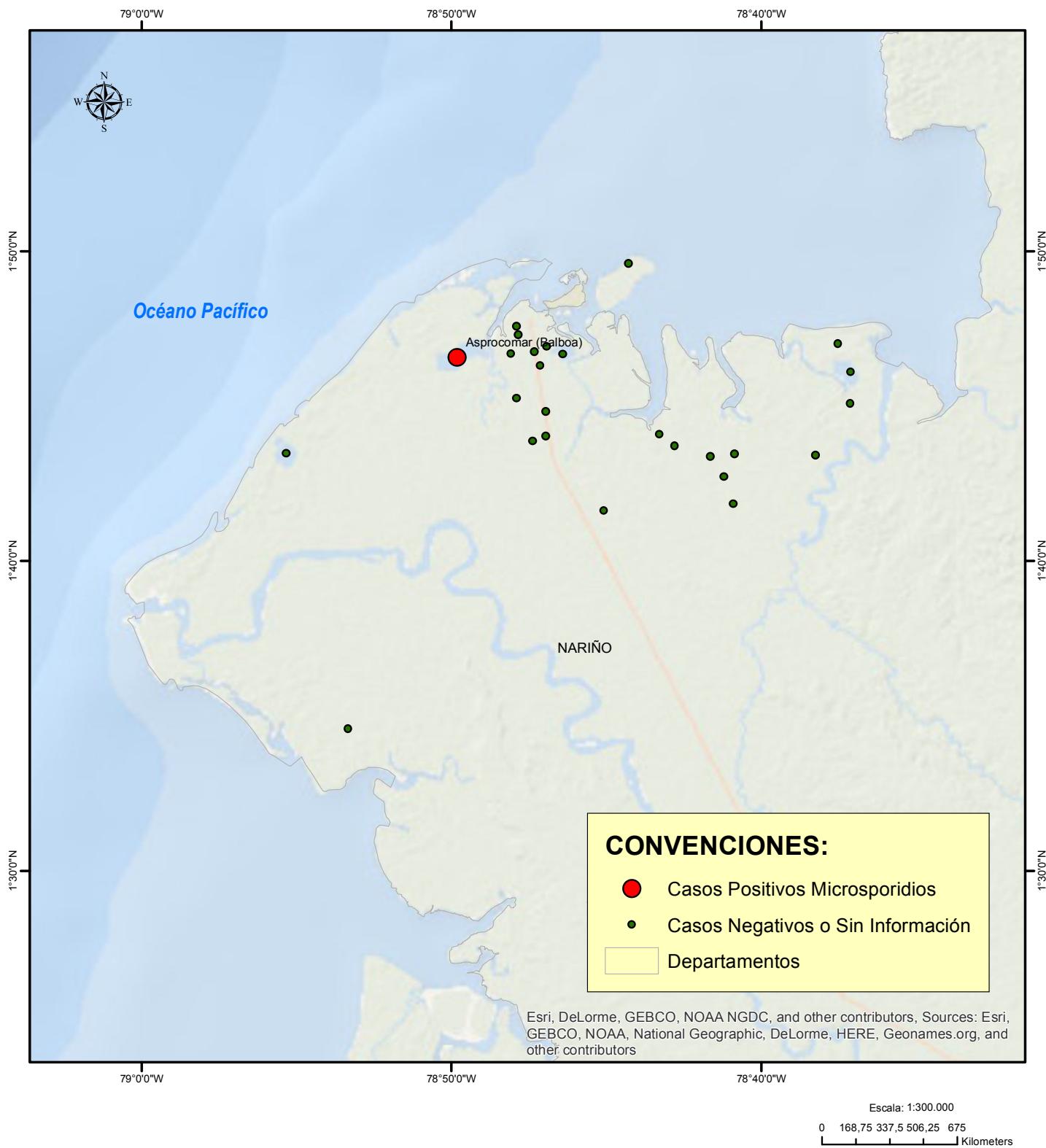
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado Responsable"

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia

Mapa 26. Histórico Microsporidiosis en el Pacífico

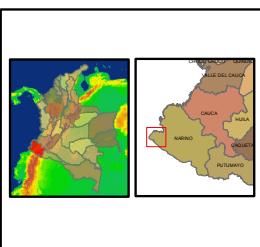


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE MICROSPORIDIOS - REGIÓN PACÍFICA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA Y PESCA
"Agricultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura y Pesca de Colombia

Haplosporidiosis

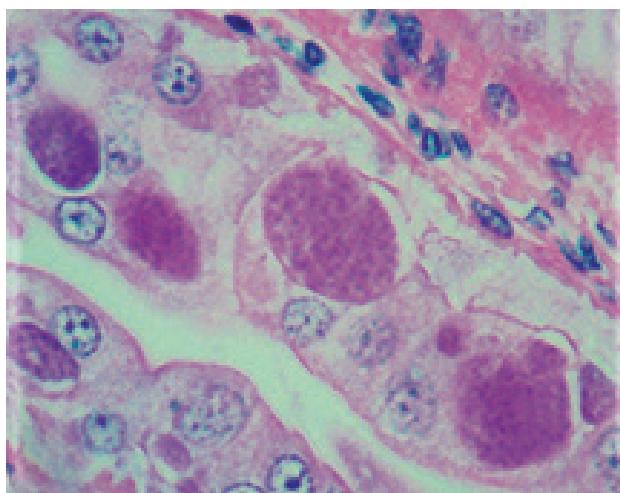


Figura 45. Observación microscópica de *Haplosporidios* spp. afectando tejidos.

Agente etiológico

Los parásitos *Haplosporidios* spp., causan la enfermedad conocida como haplosporidiosis. Recientemente se ha propuesto que los haplosporidios se clasifiquen en el orden Sporozoa como protozoarios del phylum Ascetospora, clase Stellatosporea. En camarones peneidos, los haplosporidios (**Figura 45**) se presentan ocasionalmente afectando el hepatopáncreas.

Signos cínicos

Los camarones que presentan haplosporidiosis se caracterizan por no consumir alimento. No hay signos clínicos asociados en camarones afectados por esta enfermedad, sin embargo a nivel de finca se observa que las poblaciones afectadas no se alimentan adecuadamente. Esto se refleja en una disminución del crecimiento y alto factor de conversión alimenticia al final del ciclo de cultivo.

La haplosporidiosis es una enfermedad que se presenta en zonas tropicales y subtropicales donde se cultiva camarón y moluscos.

Especies hospederas susceptibles

Hay muy pocas especies asociadas como patógenos de camarón y la mayoría son

patógenos de moluscos. Especies de cangrejos azul *Callinectes sapidus*, *Pandalus* spp., langosta europea *Carcinus maenas*, y especies de penaeidos como *P. vannamei* y *P. monodon* (Nunan *et al.*, 1997).

Estadios susceptibles en el hospedero

Camarones peneidos juveniles y adultos en piscinas de engorde son susceptibles a la infección por estos microorganismos.

En camarones peneidos, el órgano blanco es el hepatopáncreas. No se conocen vectores de este patógeno. El ciclo de vida del haplosporidio fuera del hospedero es desconocido. El mecanismo de transmisión es directa de hospedero a hospedero sin que haya necesidad de hospedero intermediario.

Mortalidad y morbilidad

El *Haplosporidium nelsoni* ha sido la especie que se ha asociado a infecciones en camarones peneidos. Se pueden presentar mortalidades crónicas en camarones afectados. La Haplosporidiosis se presenta en cultivos acuícolas de agua dulce y marinos. Las altas salinidades se consideran favorables para la patogénesis de esta enfermedad.

Evolución de la Haplosporidiosis en Colombia

En Colombia, la haplosporidiosis se ha presentado solamente en el Atlántico con una muy baja frecuencia de solamente ocho casos.

Mapa 27. Histórico Haplosporidiosis en el Caribe

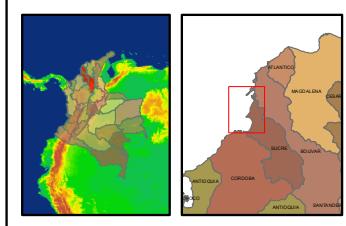


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



MAPA HISTÓRICO ENFERMEDAD DE HAPLOSPORIDIOS - REGIÓN CARIBE

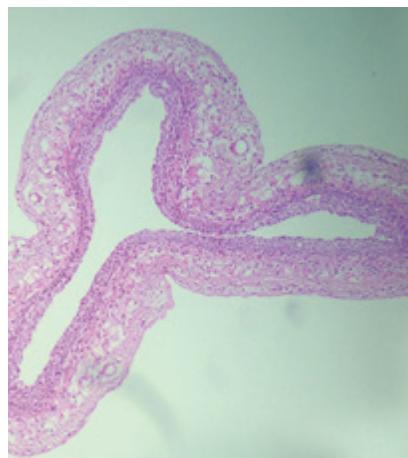
ABRIL DE 2015



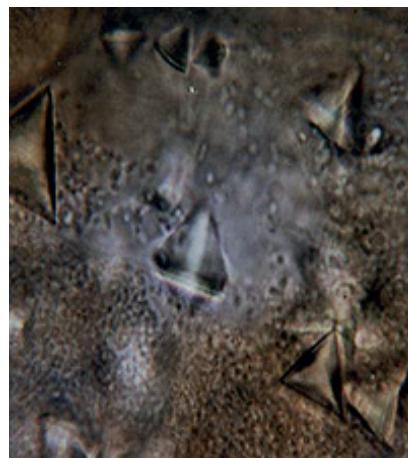
AUNAP
Asociación Colombiana
de Acuicultura y Pesca

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

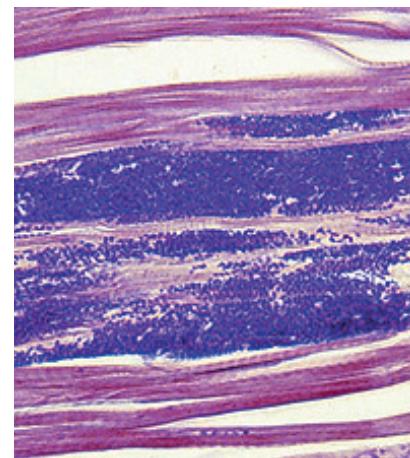
Cortes histológicos de las enfermedades



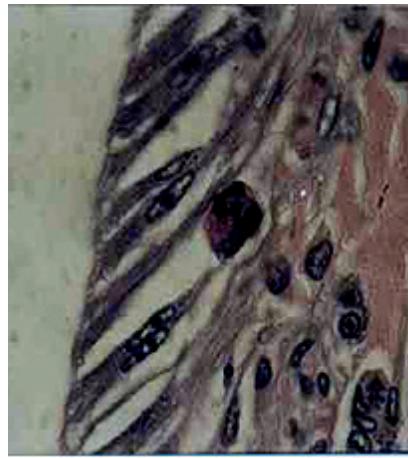
EH



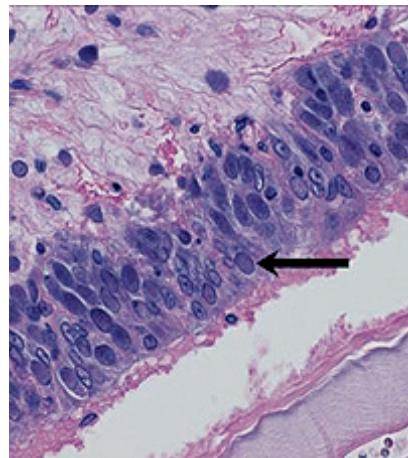
BP



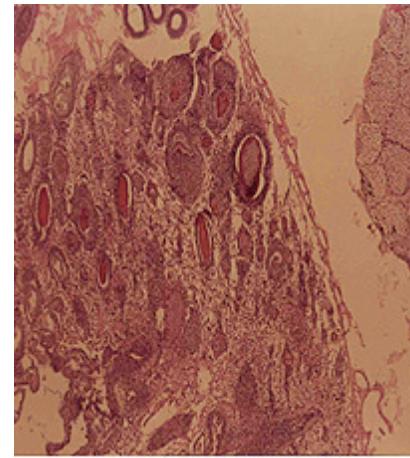
Microsporidios



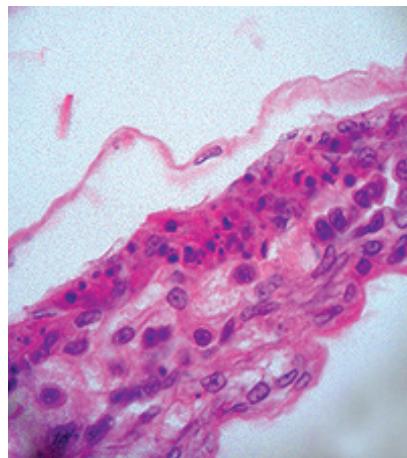
Spiroplasma



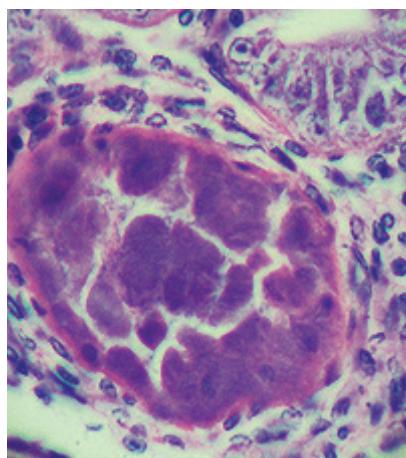
WSSV



Vibrosis



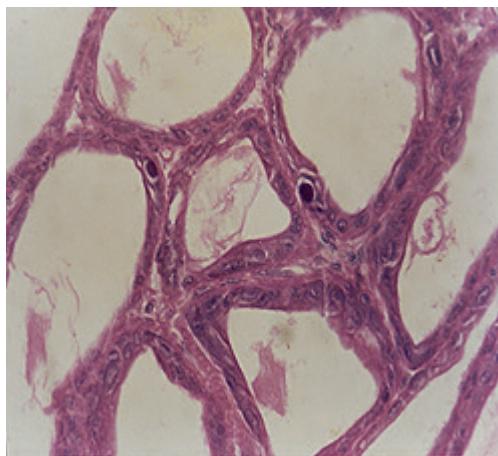
TSV



NHP

Figura 46. Observación microscópica de las diferentes enfermedades que afectan al camarón.

Descripción de las láminas



HPV

EH: Enteritis Hemocítica: Se observa infiltración hemocítica en un corte transversal del intestino posterior. H&E 40 X.

BP: Baculovirus penaei: Se observan cuerpos de oclusión en forma tetraédrica en análisis en fresco. 400 X.

MICROSPORIDIOS: Se observan las esporas de microsporidio en tinción de Giemsa. El color morado tiñe las esporas de este patógeno. 100 X.

ESPIROPLASMA: Se observan agregados hemocíticos encapsulados entre el epitelio cuticular y el tejido conectivo. H&E 400 X.

WSSV: Virus de la Mancha blanca: Se observan los cuerpos de inclusión intranuclear basofílicos en epitelio cuticular. H&E 100 X.

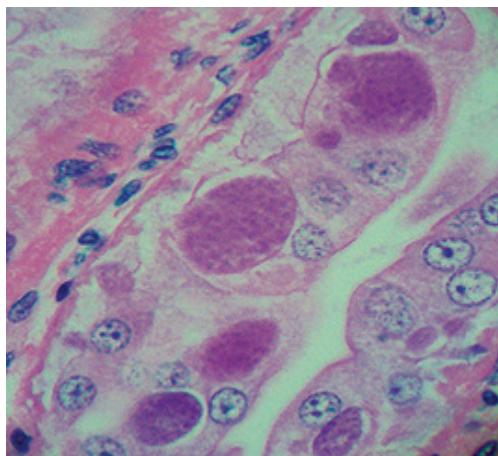
VIBRIOSIS: Corte transversal del HP. Se observa infiltración hemocítica con nódulos hemocíticos melanizados en túbulos hepatopancreáticos. H&E 40X.

TSV: Virus síndrome del Taura. Corte de estómago. Se observa picnosis y cariorrexis en epitelio cuticular del estómago. H&E 200 X.

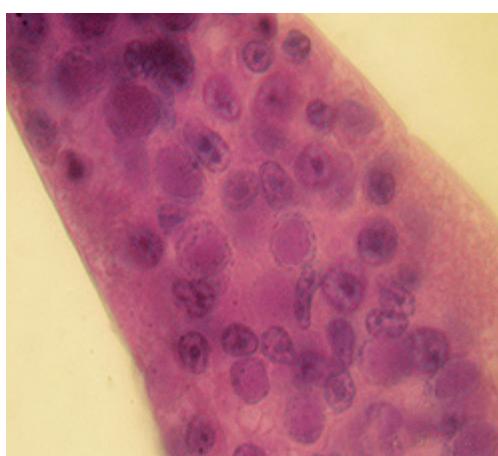
NHP: Hepatopancreatitis necrotizante. Corte transversal del HP donde se observa una masa basofílica en el lumen que corresponde a masas bacterianas. H&E 400 X.

HPV: Parvovirus hepatopancreático: Corte transversal de HP. Se observa un cuerpo de inclusión intranuclear basofílico en el epitelio cuticular de los túbulos del HP. H&E 100X.

HAPLOSPORIDIOS. Corte transversal de HP. Se observa masas eosinofílicas en el epitelio cuticular de los túbulos del HP que corresponden a esporas de haplosporidios. H&E 400 X.



Haplosporidios



IHHNV

IHHNV: Infección hipodérmica, y hematopoyética viral. Corte de branquia en tinción rápida de H&E. Se observan cuerpos de inclusión intranuclear tipo Cowdry tipo A. 100 X.

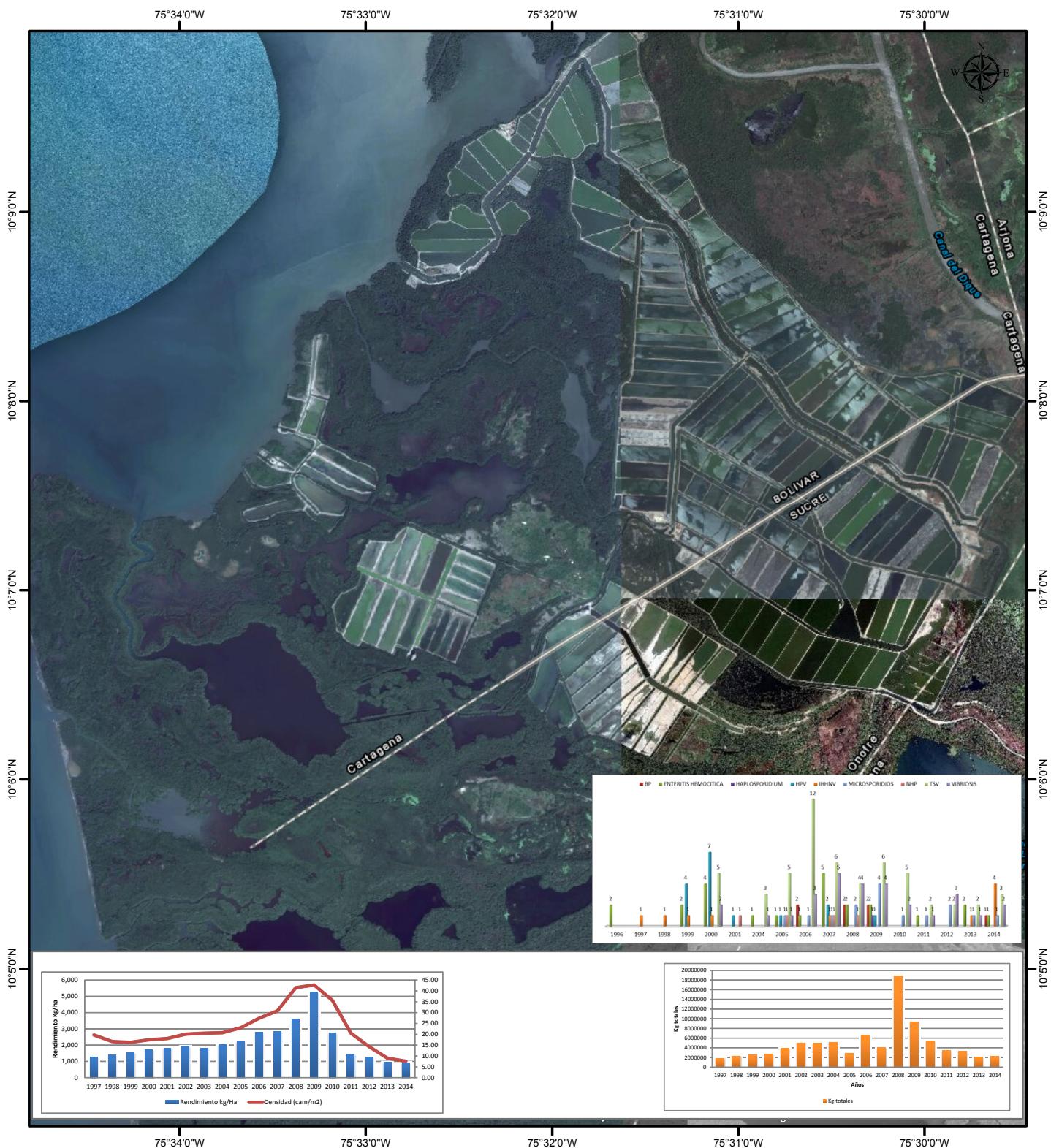


Capítulo 4. Información por finca: Datos productivos y sanitarios

Para actualizar la información del sector camarónicultor dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG) se incluyó la representación histórica de producción y sanidad de cada una de las fincas activas: Esta representación se hizo con imágenes satelitales de cada una de las camaroneras que se encuentran operando, sobre las que se colocaron los gráficos de producción anual (Total Kg de camarón entero cosechado), el rendimiento promedio (Kg/ha) asociado a datos de densidad y el número de casos reportados de cada una de las patologías que se han identificado en Colombia, agrupados por año.

Se hace claridad en que el mayor número de casos reportados para una empresa determinada, no significa que haya tenido un mayor número de enfermedades, sino que probablemente envió un mayor número de muestras. Por ello, es importante mantener monitoreos sectoriales que no les representen costo a los productores, porque esta es la única manera de obtener datos comparables (véase mapas a continuación).

Mapa 28. Finca Océanos

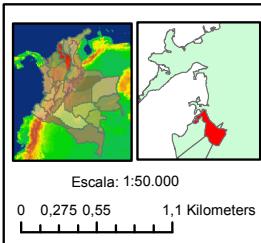


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA OCEANOS SA

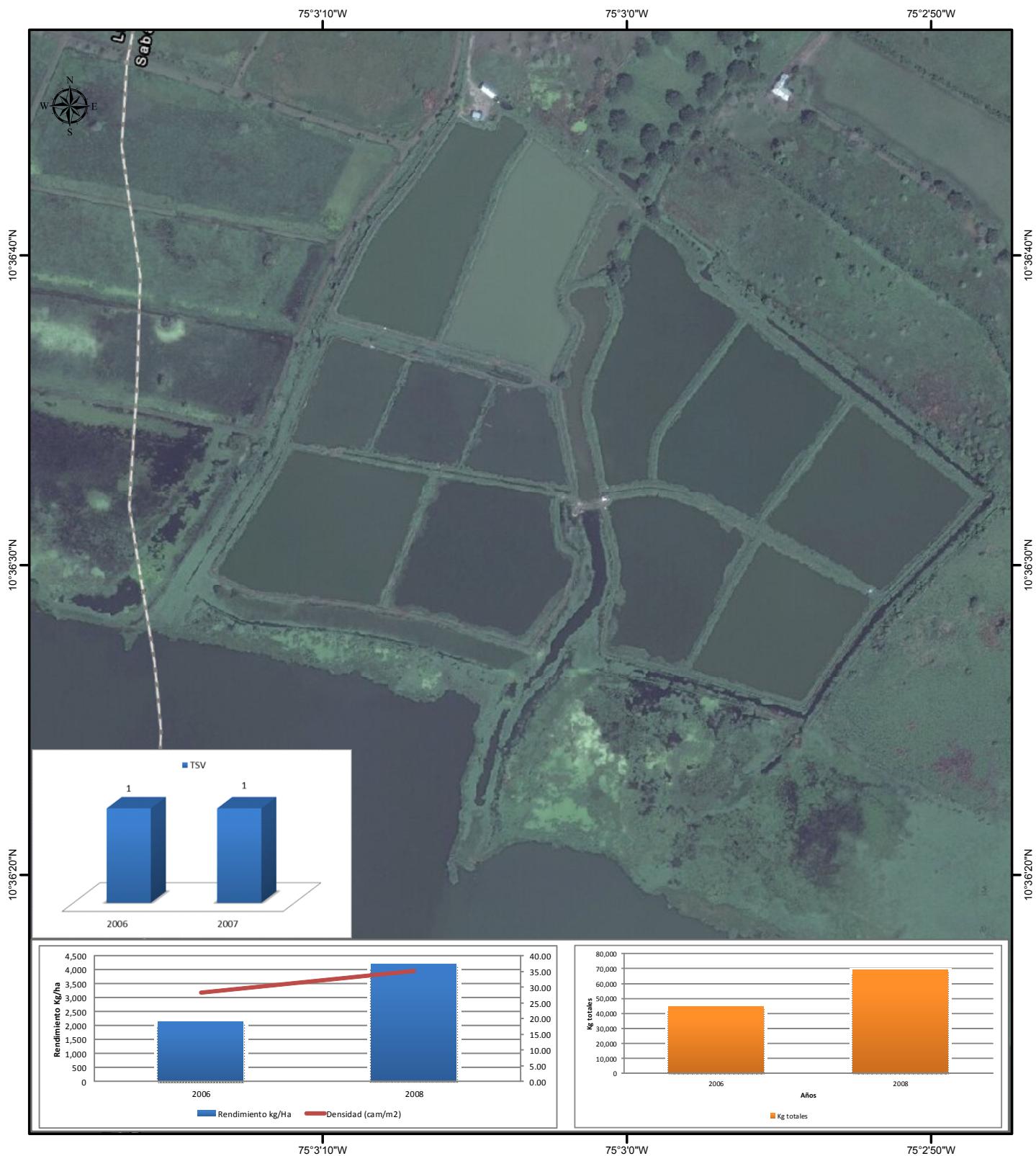
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA Y PESCA
"Agricultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 29. Finca Guájaro – El Silencio

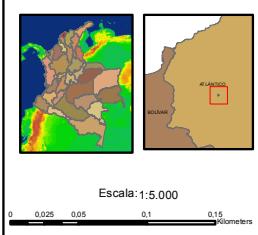


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA EL GUÁJARO SECCIÓN EL SILENCIO

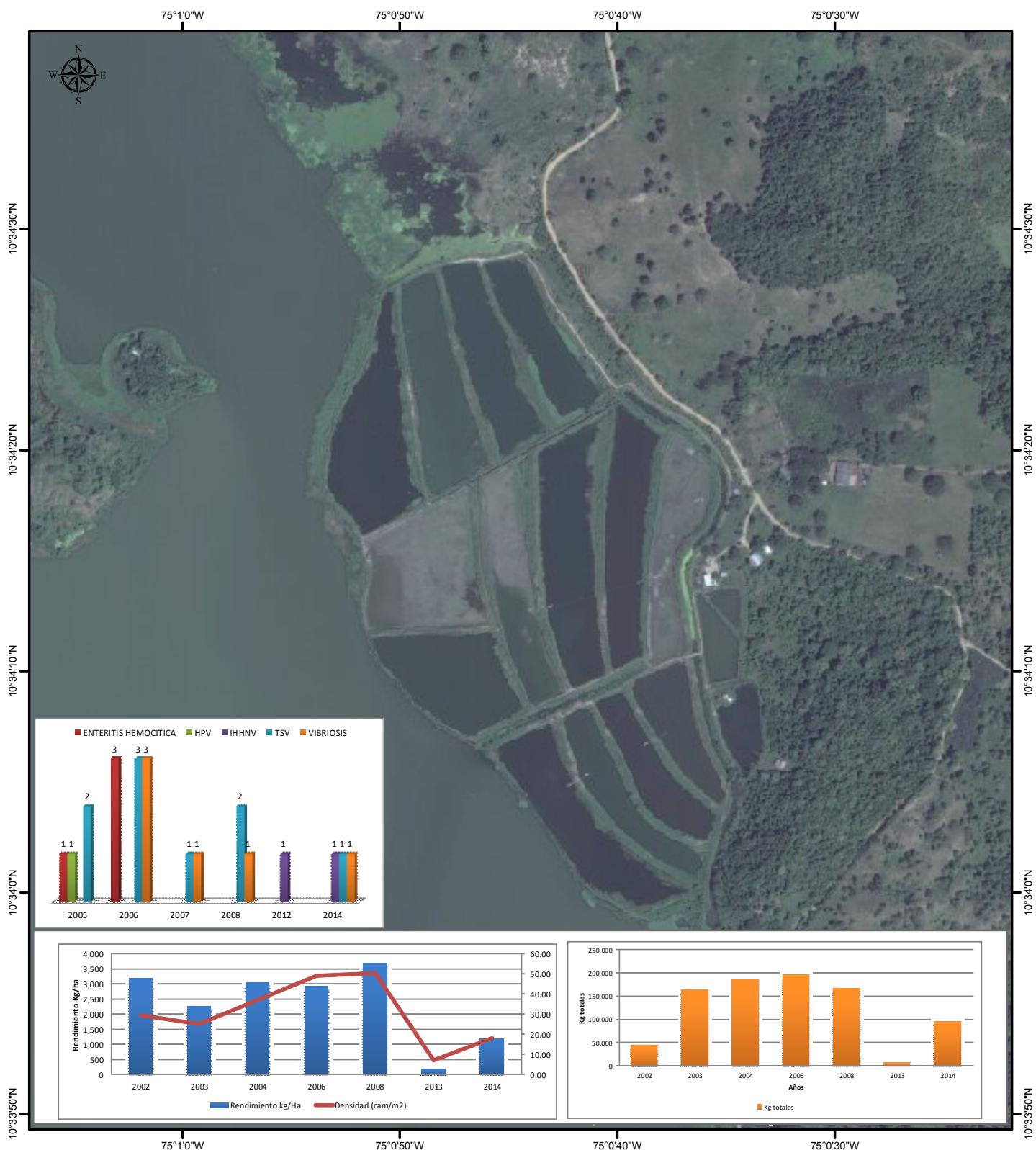
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE AGROPECUARIAS Y RÍO
"Agricultura y Precio con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Agricultura de Colombia

Mapa 30. Finca El Guájaro / Productividad

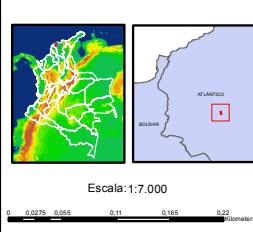


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base: IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA EL GUAJARO

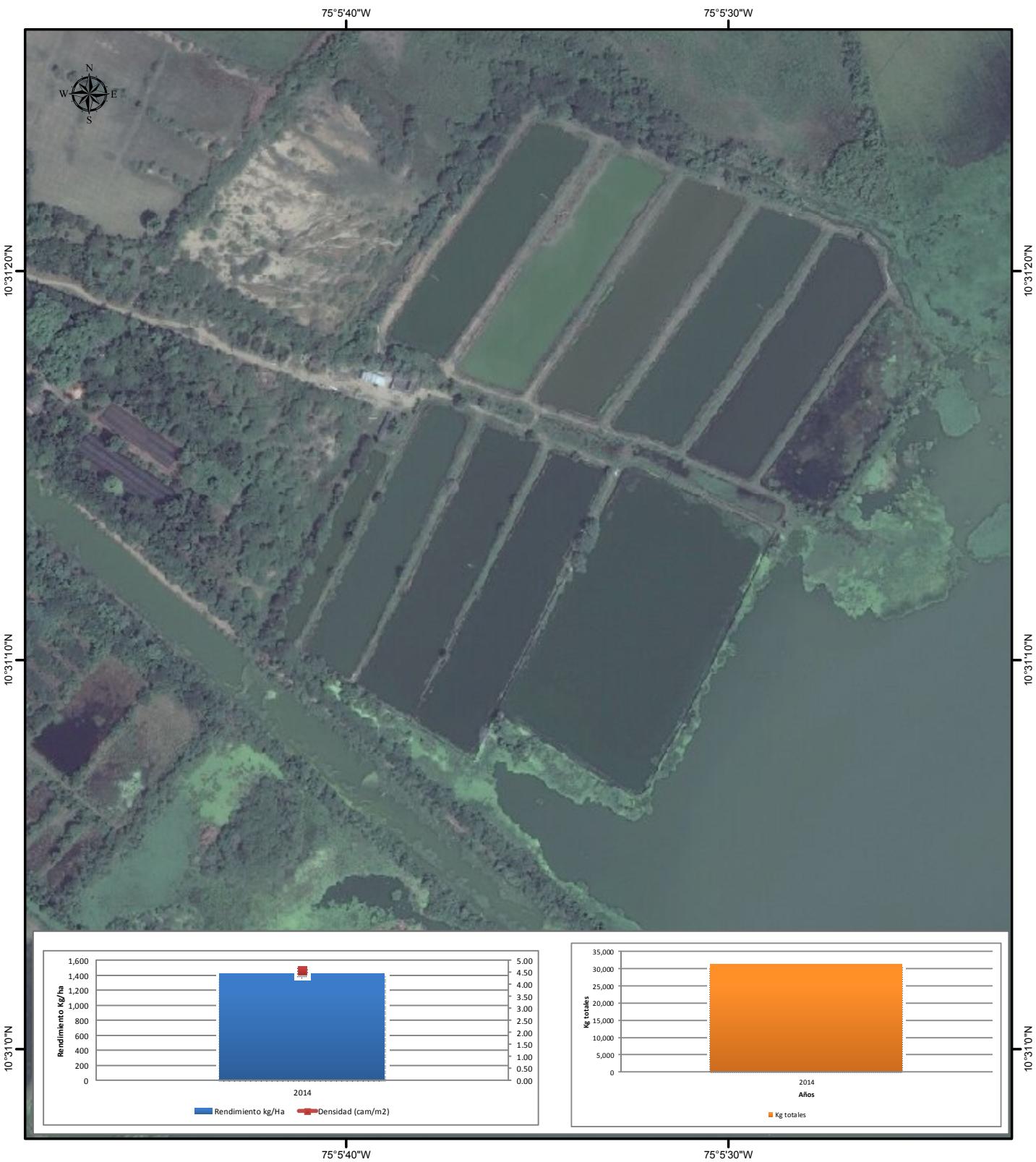
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 31. Finca Los Gallitos / Productividad

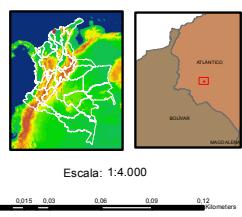


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA LOS GALLITOS

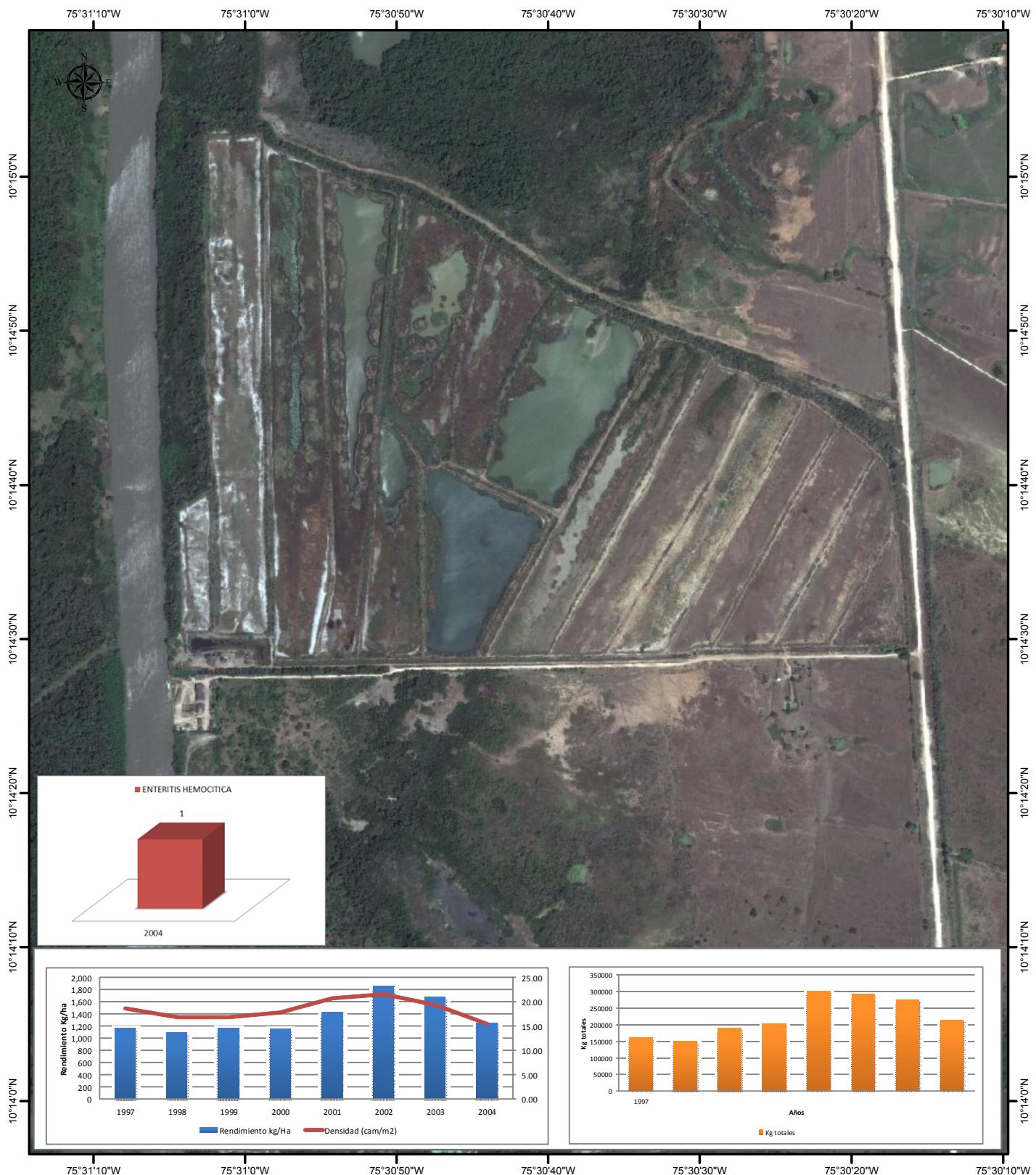
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 32. Finca Agromarina Santa Ana

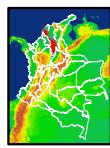


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



Escala: 1:10,000

0 0.04 0.08 0.16 0.20 0.24 Kilómetros

REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA AGRICOLA SANTA ANA

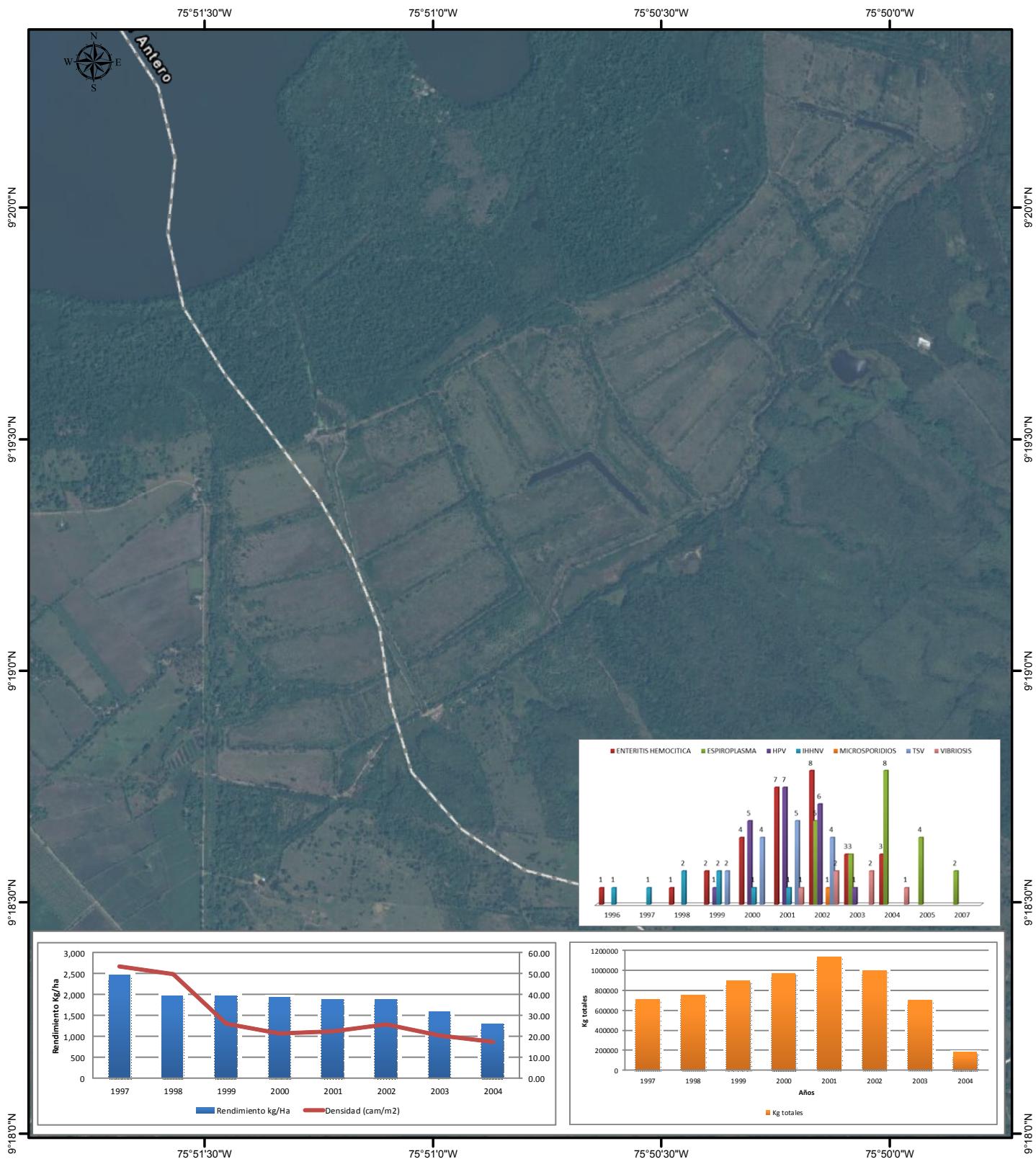
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA FINCA
"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 33. Finca Agrosoledad / Productividad / Enfermedades

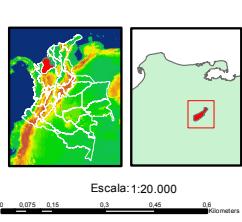


Fuente Cartográfica:

Llevantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA AGROSOLEDAD

ABRIL DE 2015

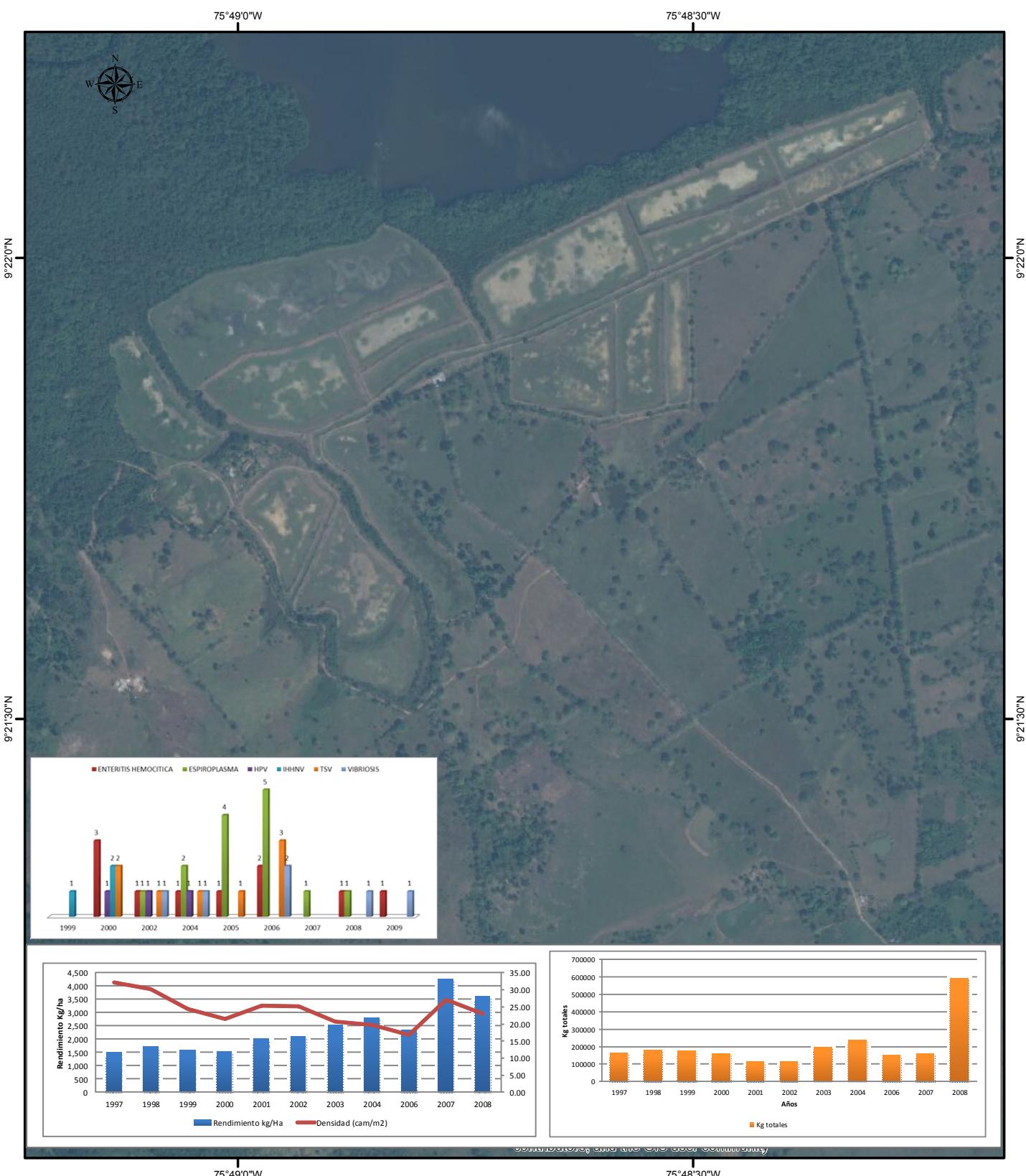


AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pesca con Responsabilidad"



CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 34. Finca Agrotijó

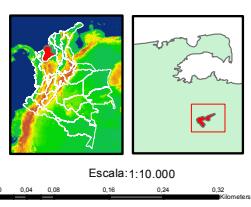


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA AGROTIVO S.A

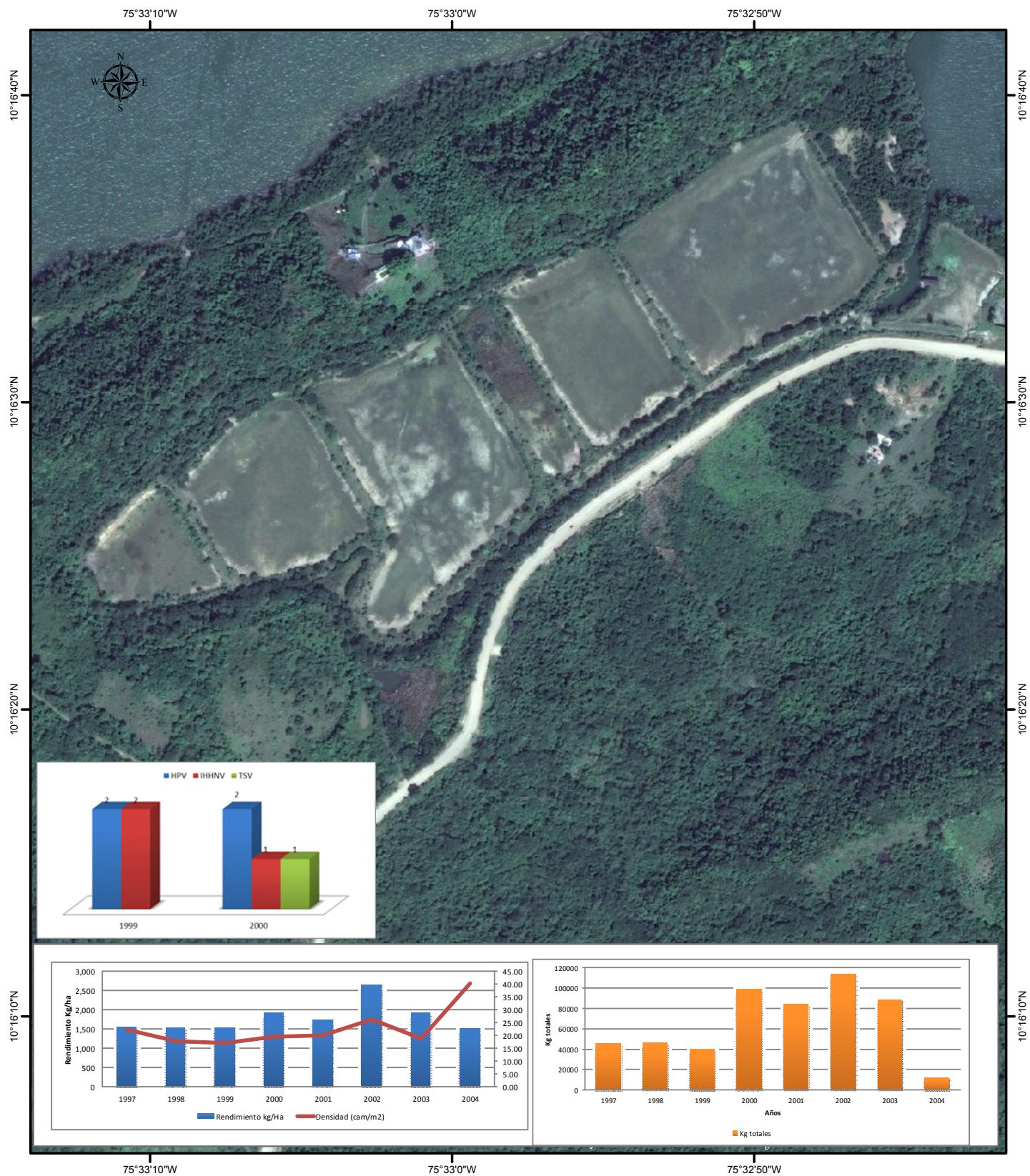
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 35. Finca AMC

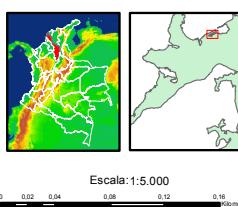


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degreee

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

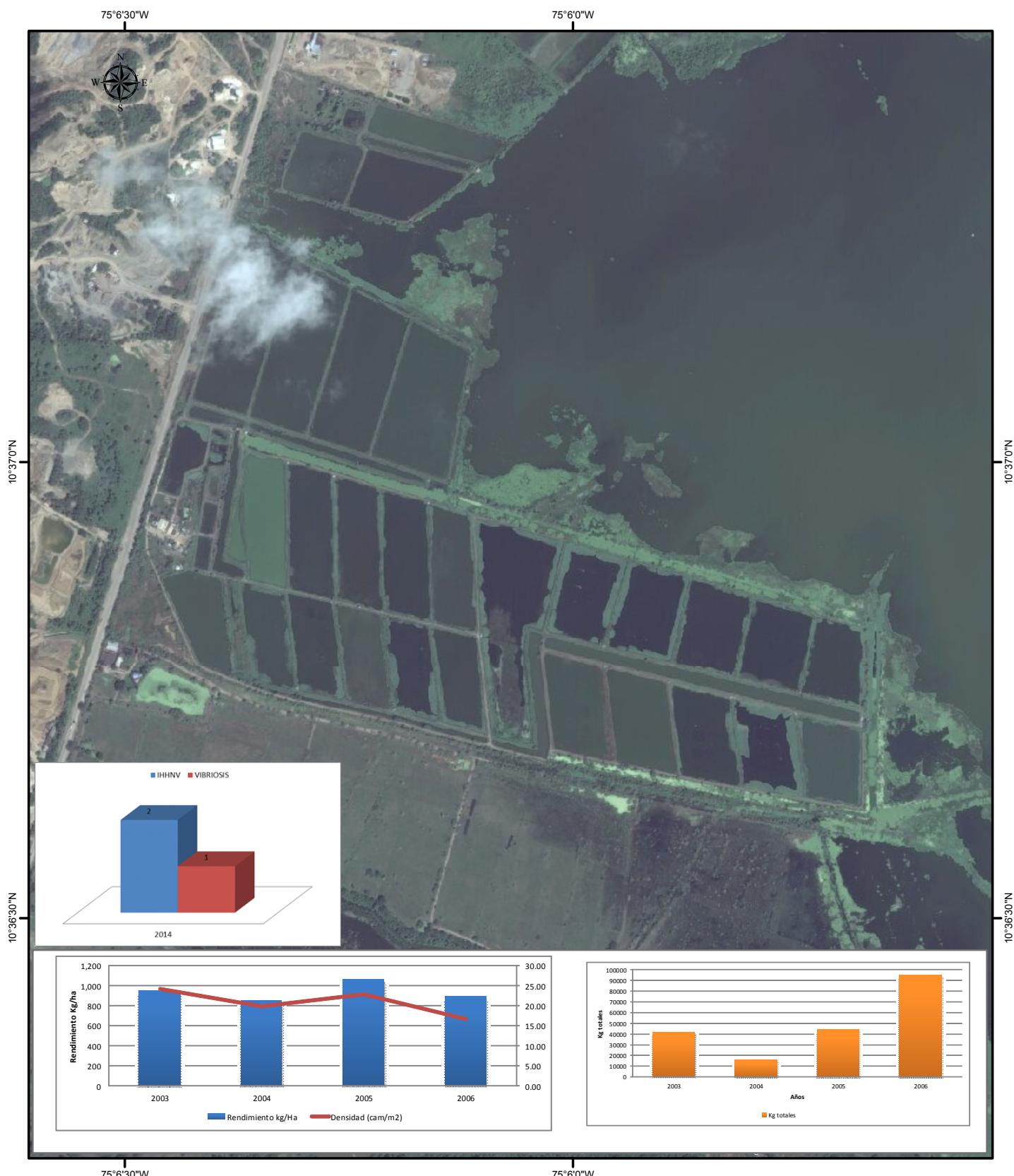


REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA AMC

ABRIL DE 2015



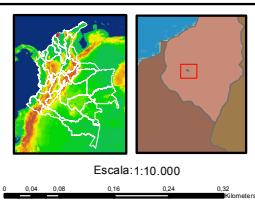
Mapa 36. Finca Acuaprimavera



Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA ACUAPRIMAVERA

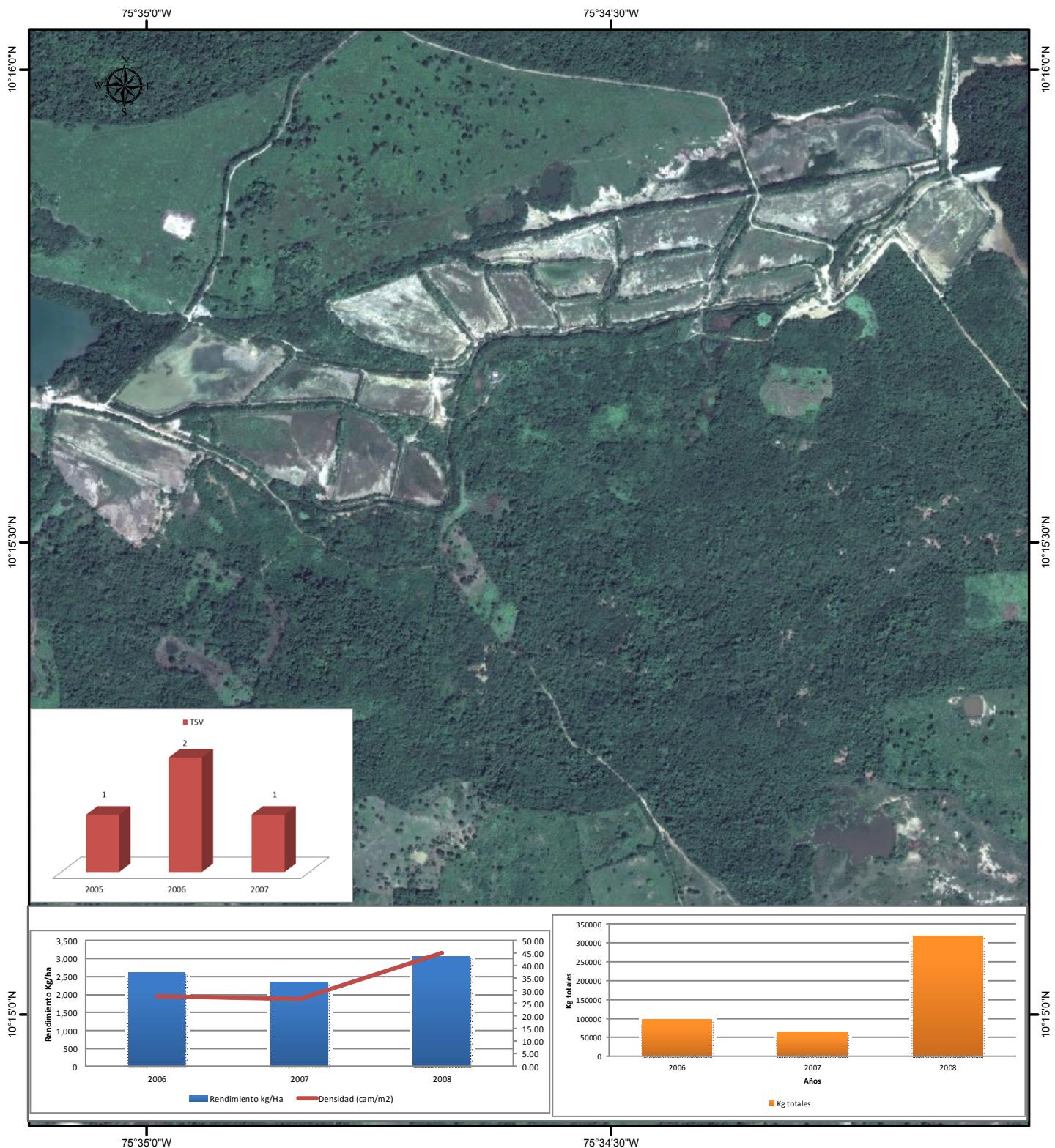
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 37. Finca Ararca

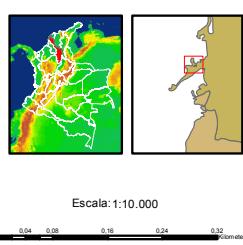


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA ARARCA

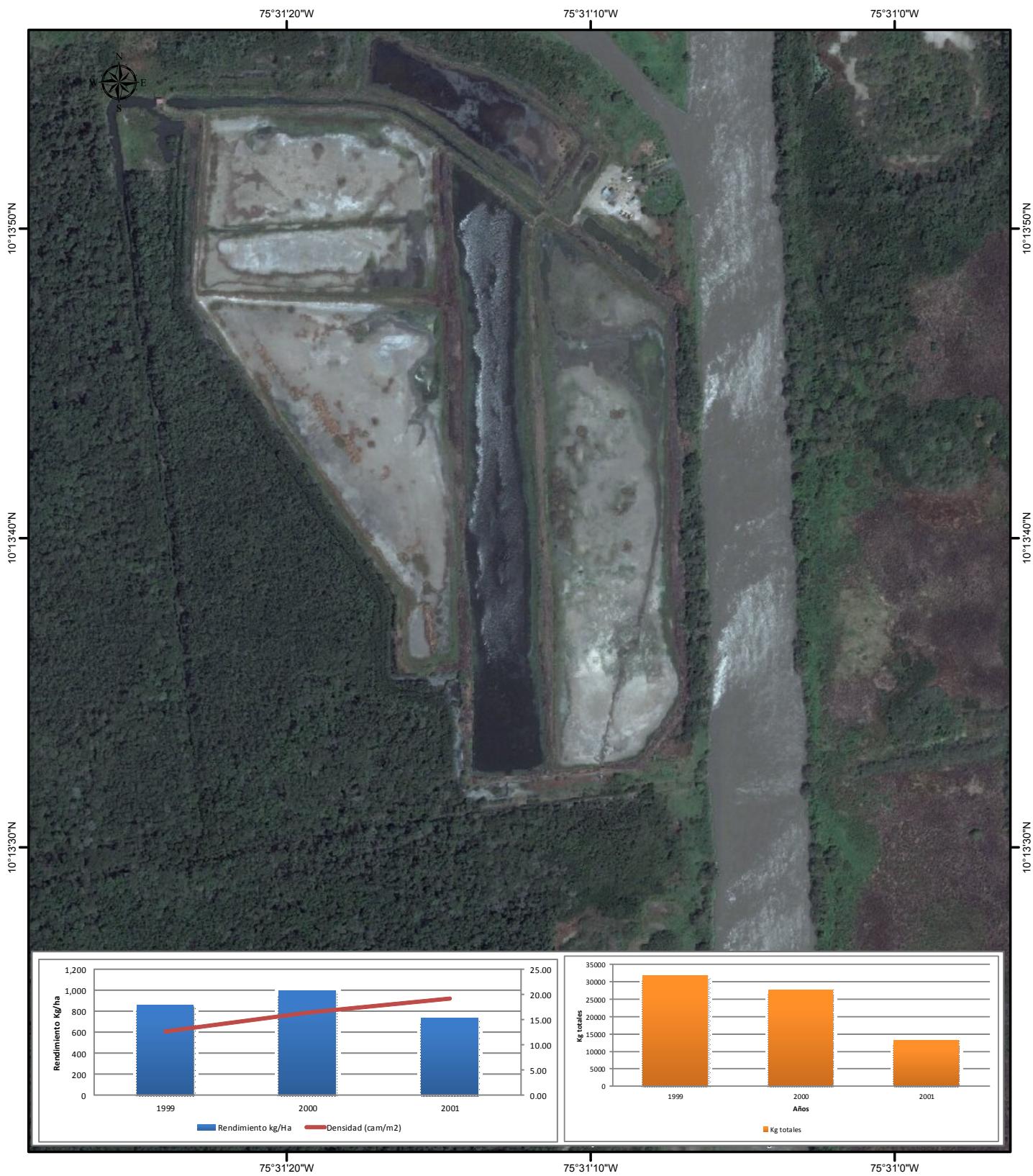
ABRIL DE 2015



AUNAP
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 38. Finca Biomar

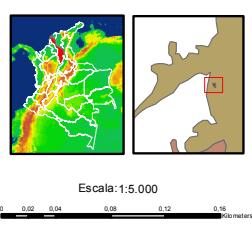


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Várela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA BIOMAR

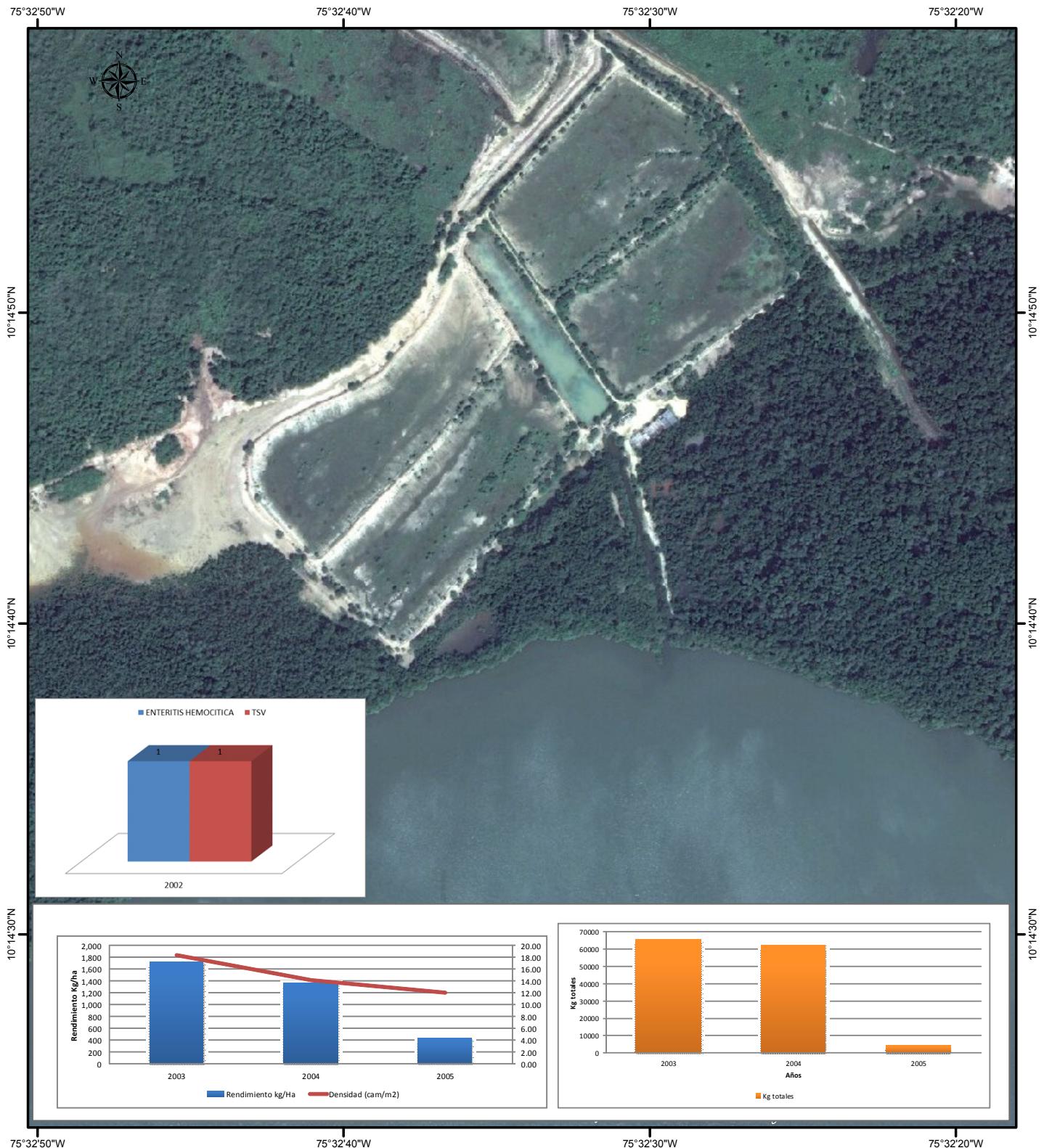
ABRIL DE 2015



AUNAP
Autoridad Nacional de la Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación en la Acuicultura de Colombia

Mapa 39. Finca Camarones de Barú

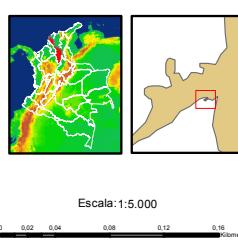


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA CAMARONES DE BARÚ

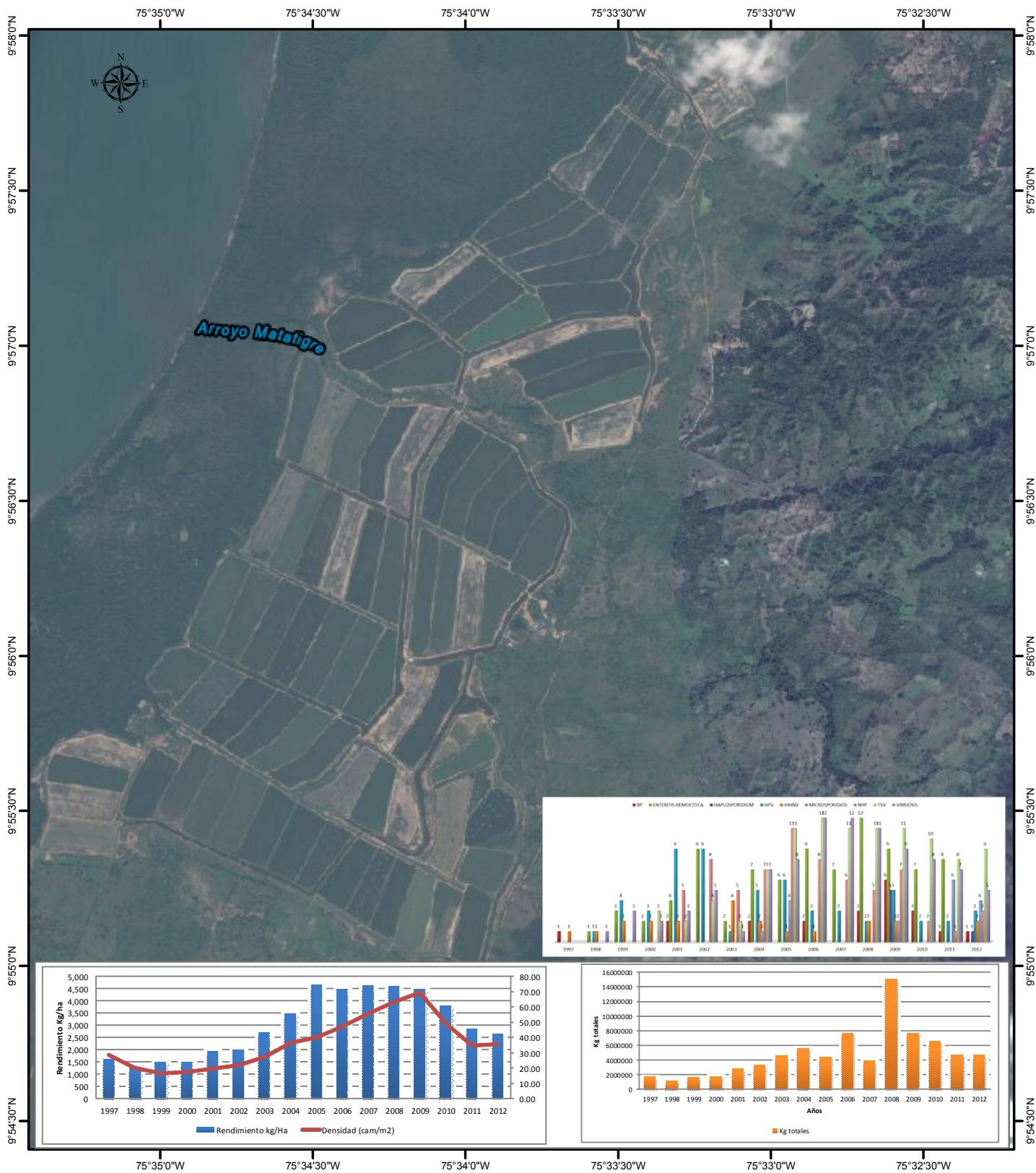
ABRIL DE 2015



AUNAP
Autoridad Nacional
de Acuicultura y Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 40. Finca Cartagenera

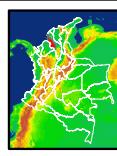


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



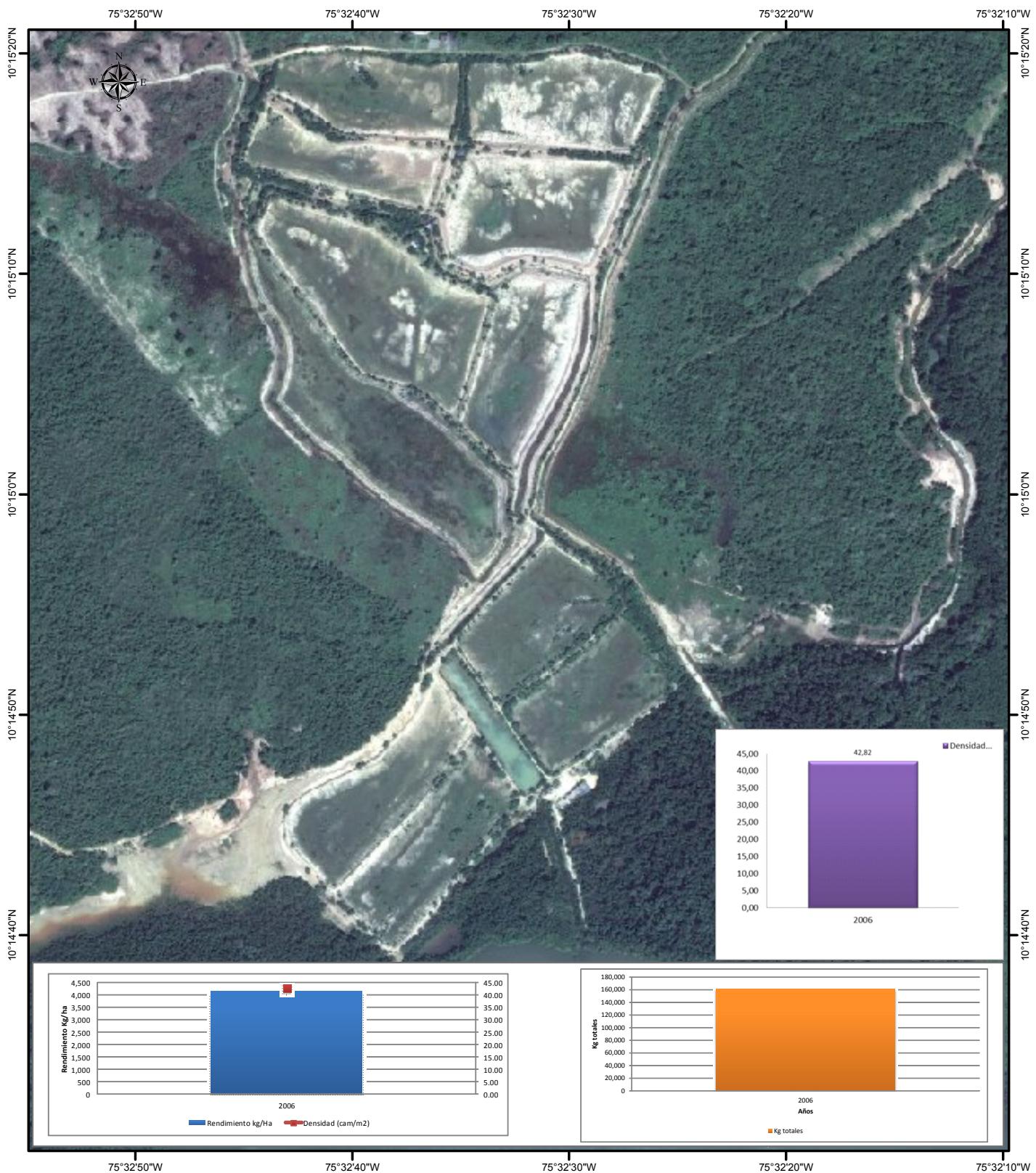
Escala: 1:30.000



AUNAP
Autoridad Nacional
de Acuacultura y Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 41. Finca Cultimarininos

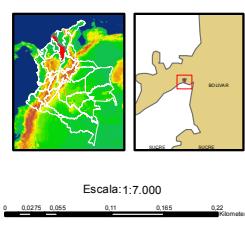


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA CULTIMARINOS

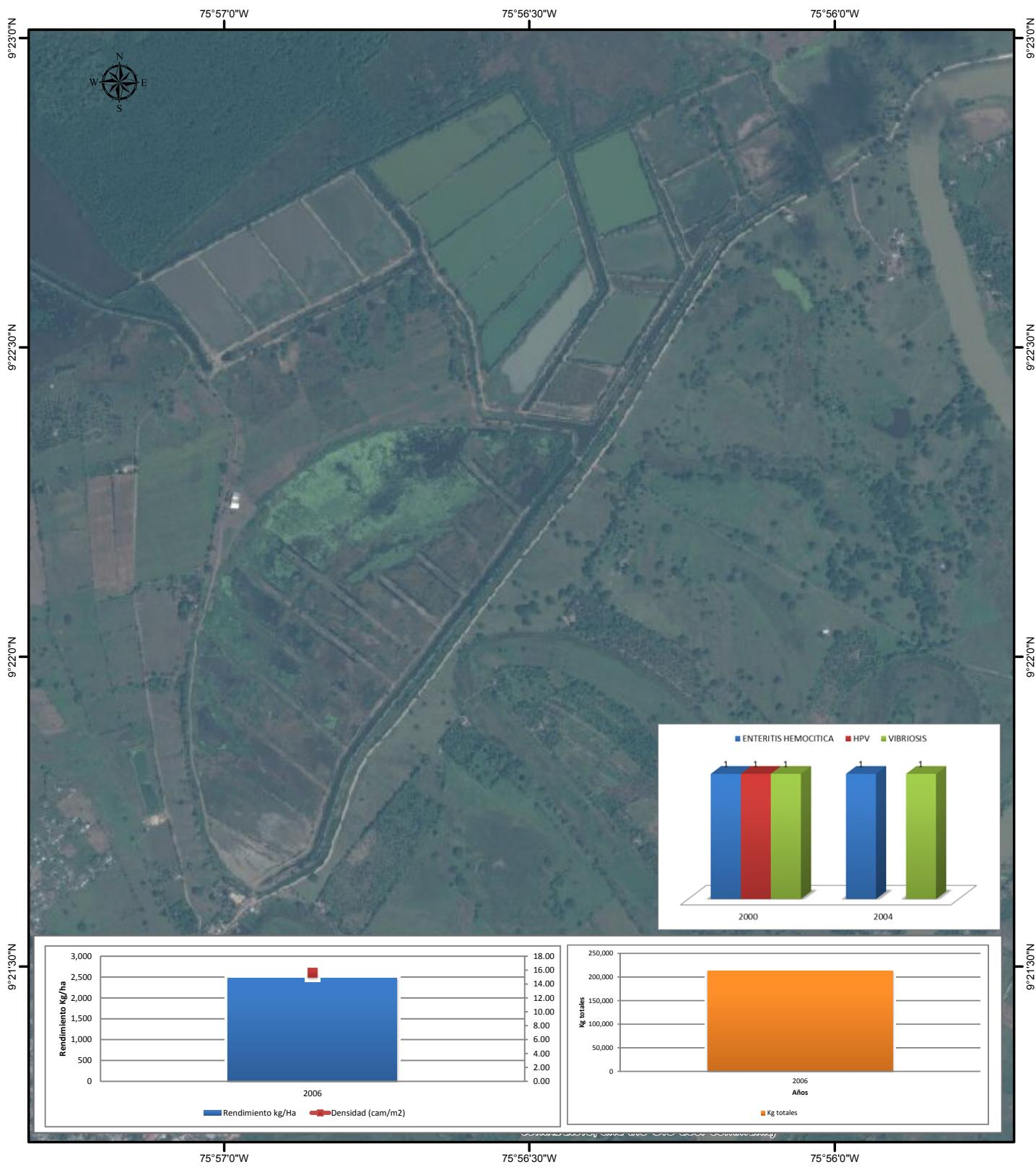
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE AGROINDUSTRIA Y PESCA
"Agricultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 42. Finca Hidromar

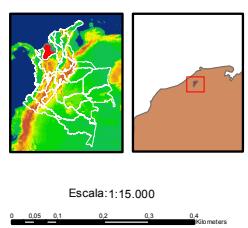


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA HIDROMAR

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE AGRICULTURA Y PESCA
"Agricultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 43. Finca Maragro

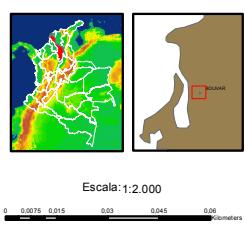


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA MARAGRO

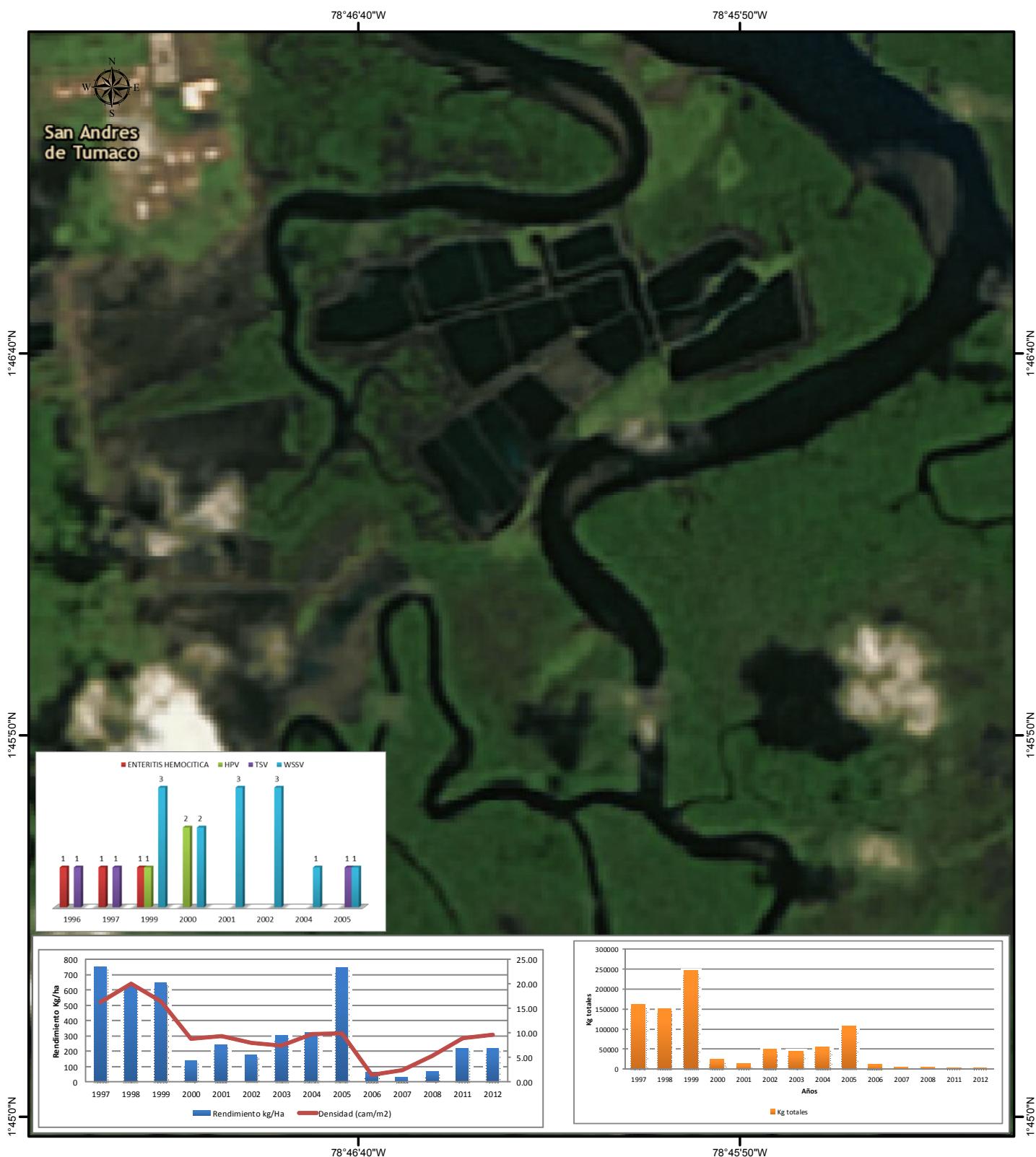
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE AQUACULTURA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 44. Finca Agromarina Tumaco

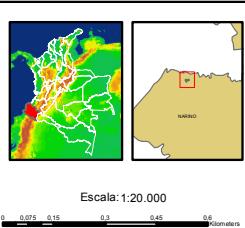


Fuente Cartográfica:

Llevantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - AGROMARINA TUMACO

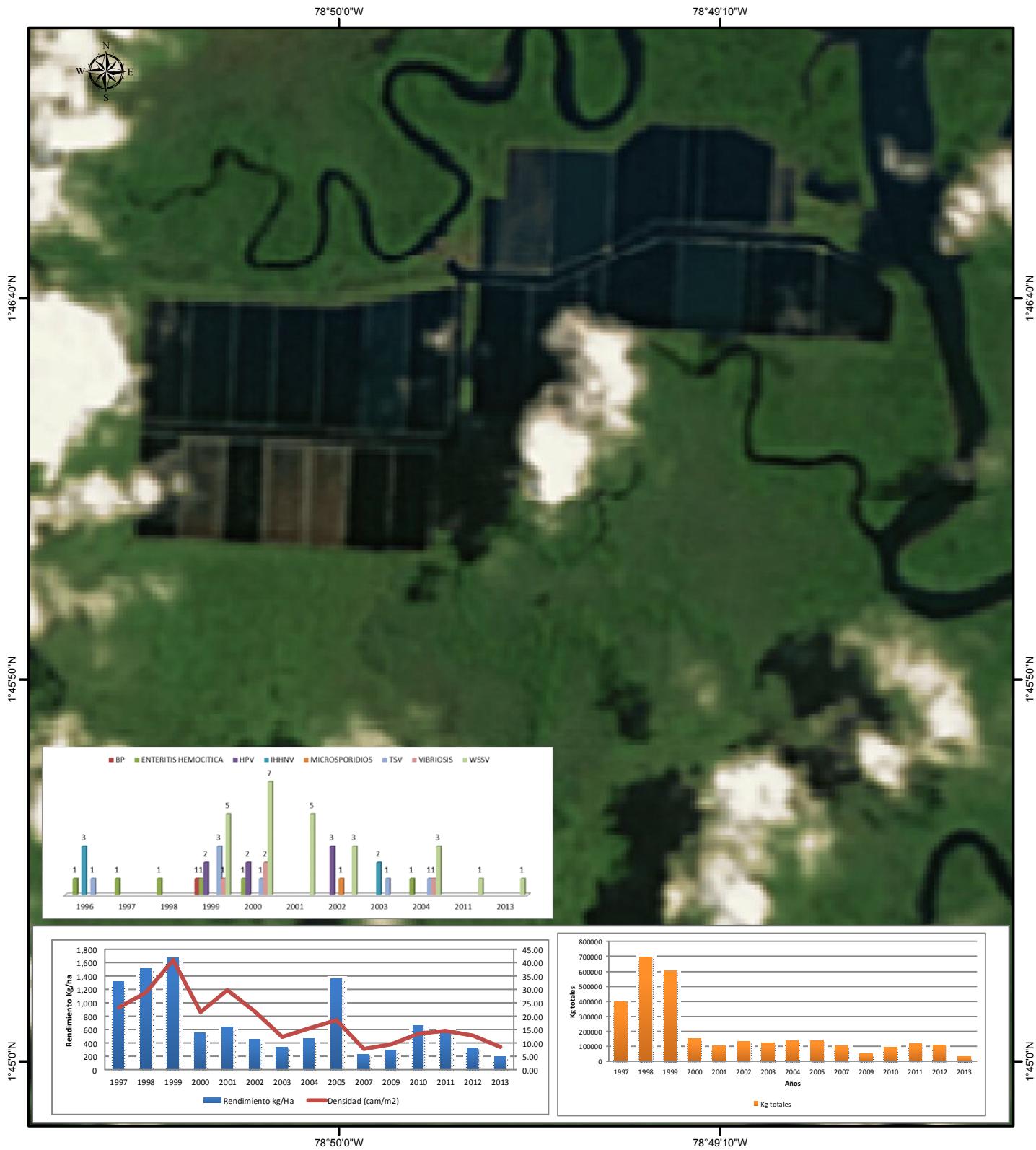
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUACULTURA Y PESCA
Acuacultura y Pescado con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 45. Finca Balboa

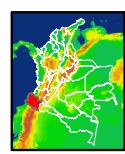
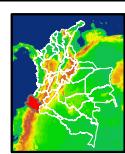


Fuente Cartográfica:

levantamiento en campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



Escala: 1:20.000
0 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 Kilometers

REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD FINCA ASPROCOMAR (BALBOA)

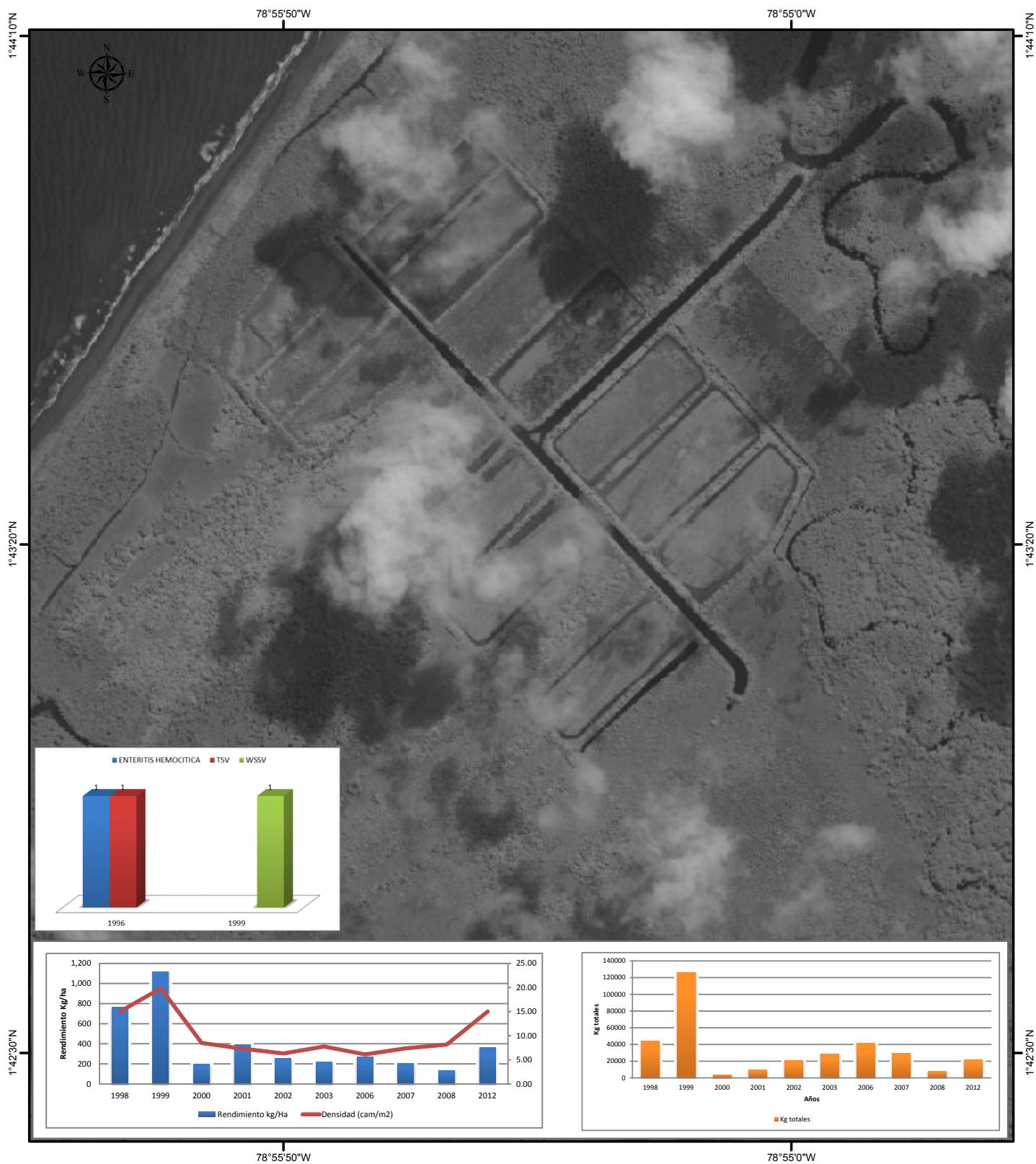
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Peso con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

Mapa 46. Finca Guinulero



Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.

Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984

Datum: D_WGS_1984

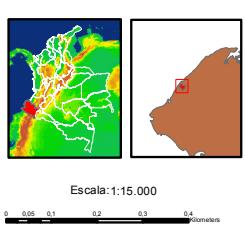
Prime Meridian: Greenwich

Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS

Diseño, Elaboración y Digitalización:

Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

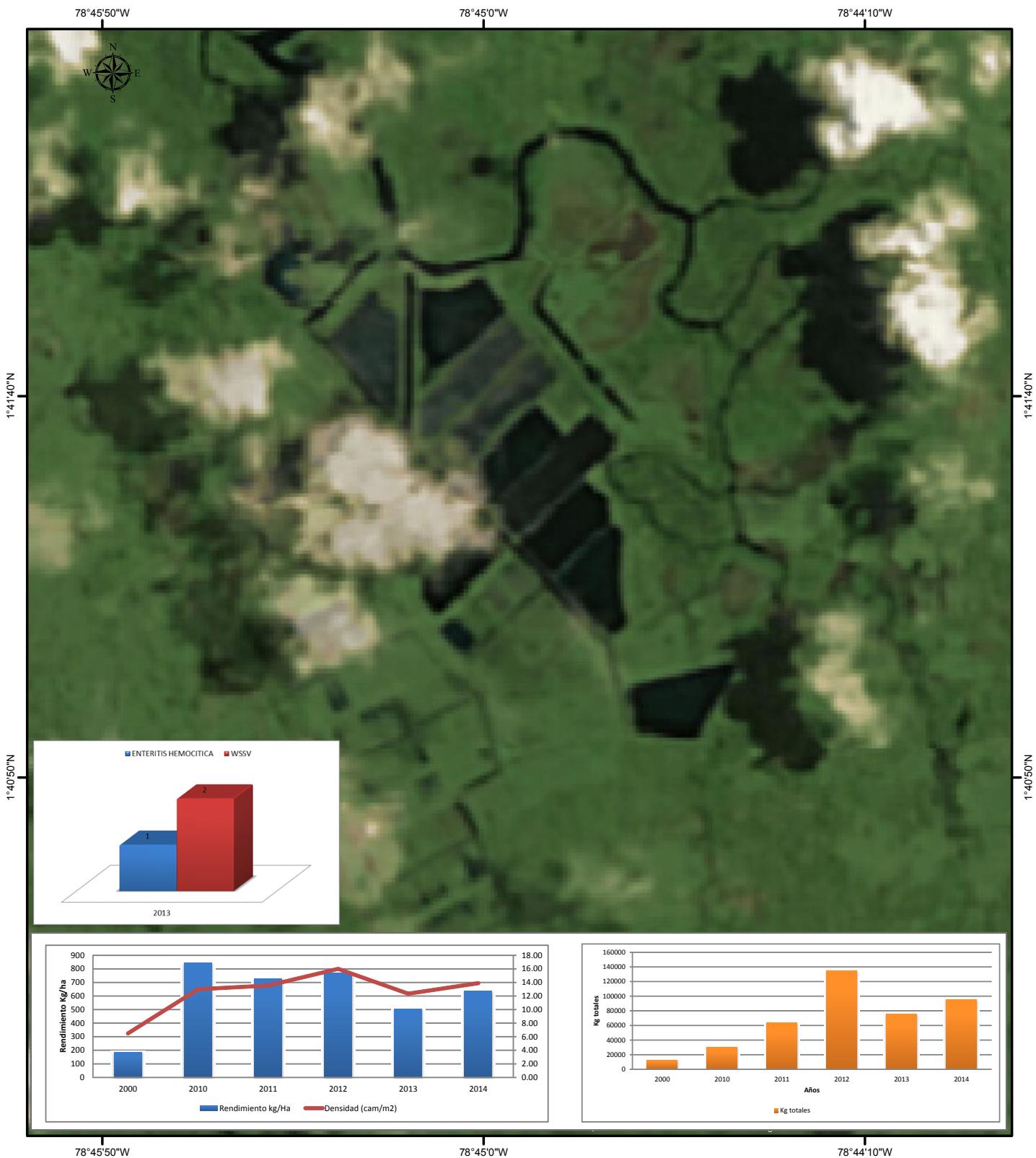


REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA GUINULERO

ABRIL DE 2015



Mapa 47. Finca Proamar

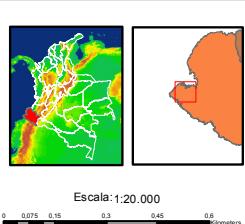


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA PROAMAR

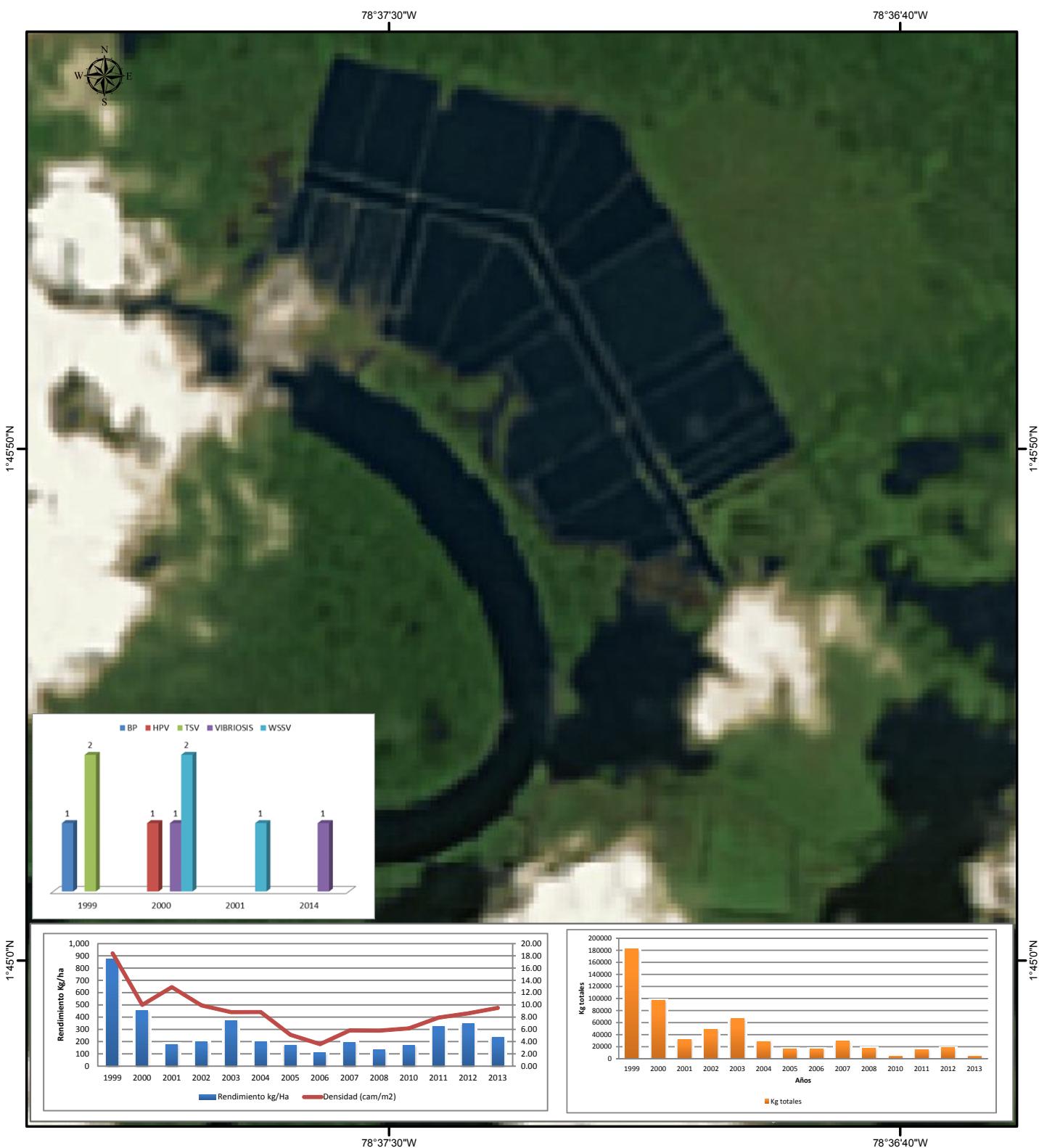
ABRIL DE 2015



AUNAP
AGENCIA NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 48. Finca Produmar

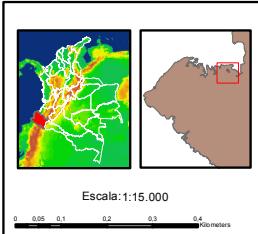


Fuente Cartográfica:

levantamiento en campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín

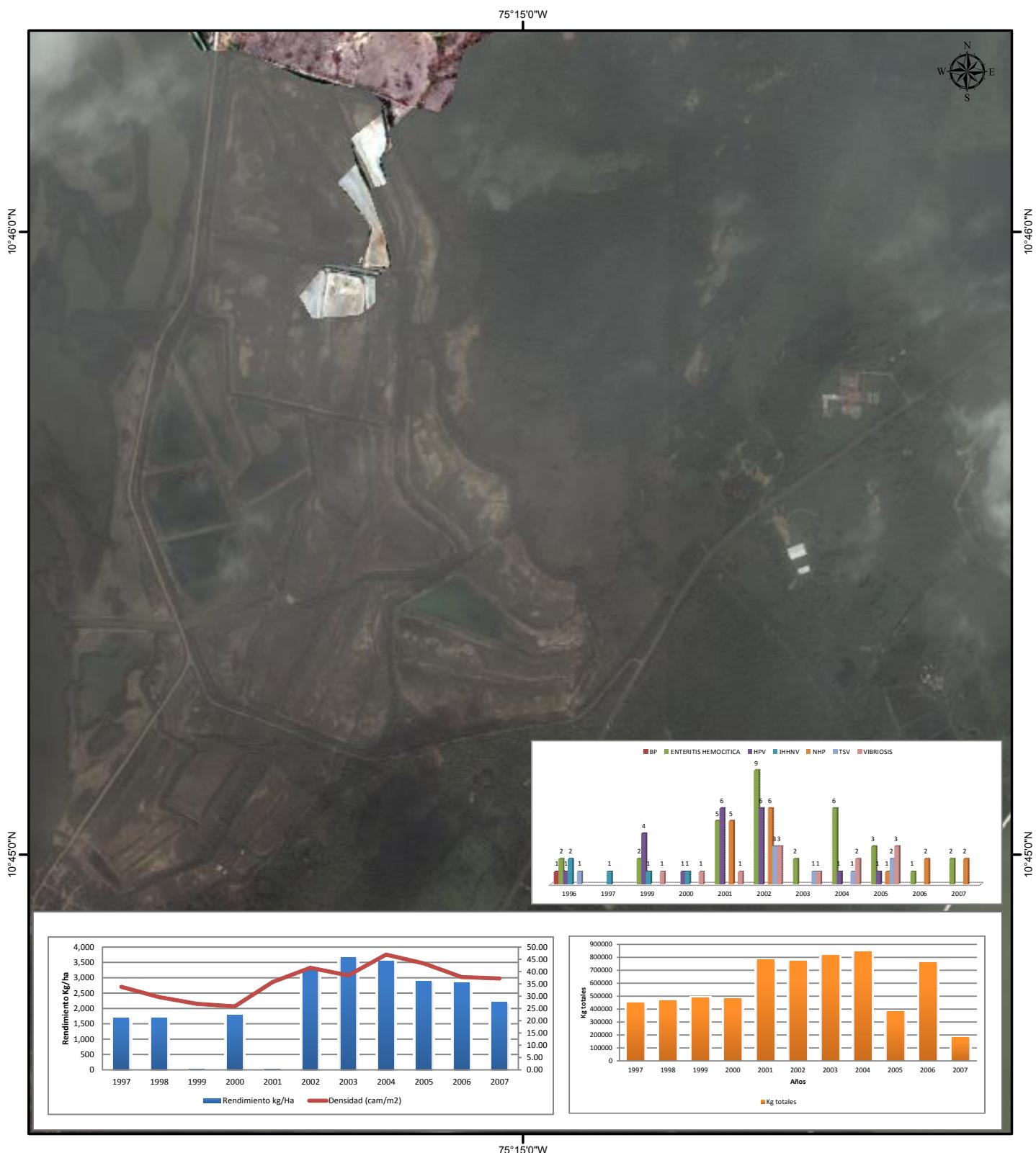


REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA PRODUMAR

ABRIL DE 2015

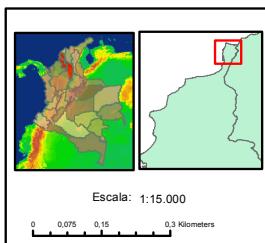


Mapa 49. Finca Acuacultivos del Caribe



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA AQUACULTIVOS DEL CARIBE

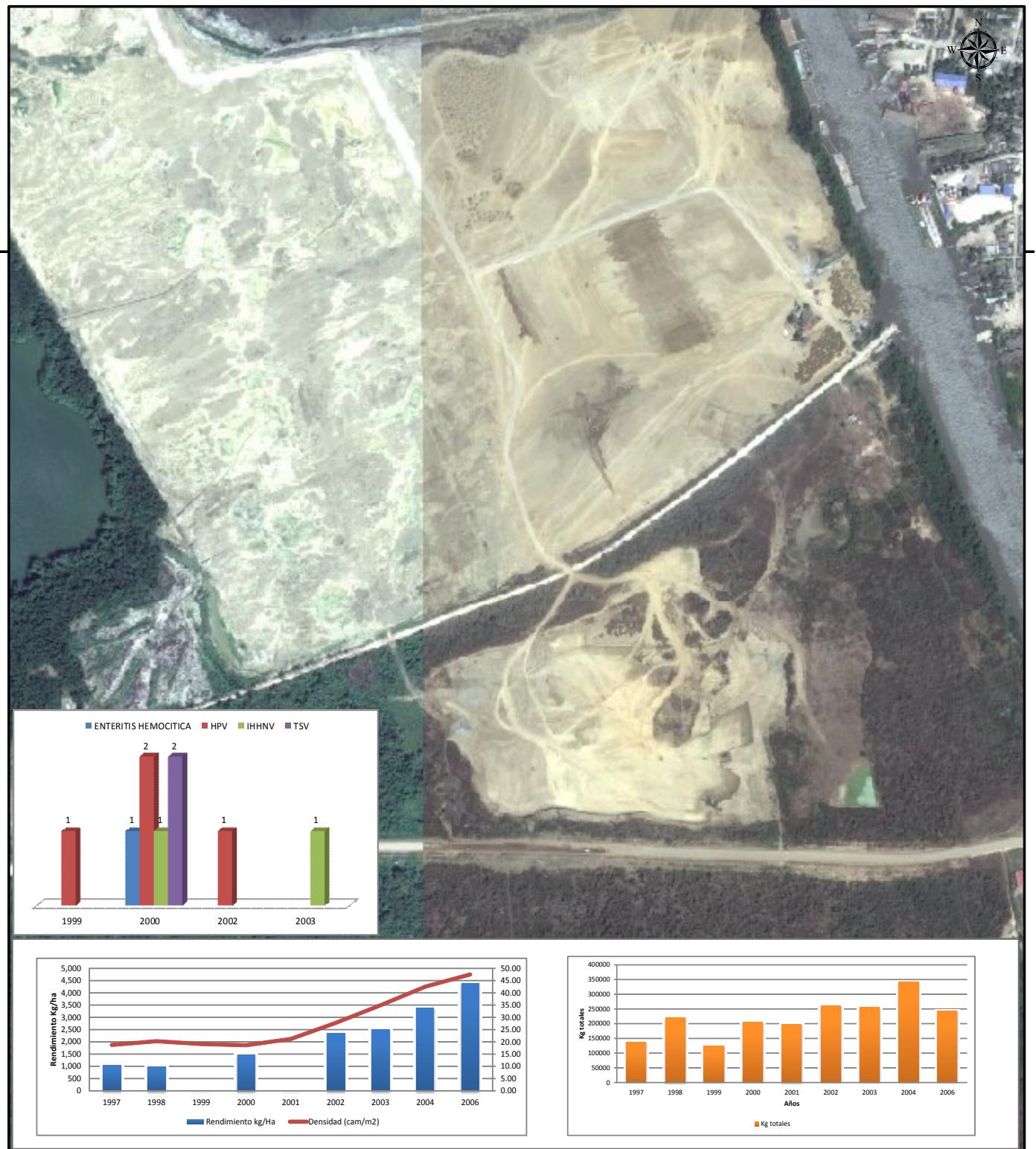
ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUACULTURA
"Acuacultura y Pescas con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

Mapa 50. Finca Barú Shrimp

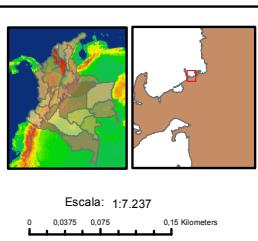


Fuente Cartográfica:

Leyentamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
José Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



REPRESENTACIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD - FINCA BARÚ SHRIMP

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia



Capítulo 5.

Selección de sitios potenciales para el cultivo de camarones

Lista general de criterios a tener en cuenta para la selección

Criterios

- Acceso al agua
- Calidad del agua
 - Marinas
 - Continentales
- Topografía
- Uso del suelo
- Calidad de suelos
- Facilidades logísticas
- Acceso (vías)
- Energía eléctrica
- Distancia a puertos y centros de insumos
- Recurso humano
- Zonas de conservación (Parques naturales, bosques de mangle, y reservas indígenas)
- Mercado
 - Nacional
 - Exportación

Descripción de Criterios

Acceso al Agua

Para toda actividad acuícola y de cultivo de camarón, el insumo más importante es el agua. El acceso al agua es el primer aspecto a considerar al planificar la ubicación de una explotación acuícola y/o camaronera. En Colombia, tanto en el Caribe como en el Pacífico existe disponibilidad de aguas marinas y estuarinas a lo largo de sus costas con algunas variaciones en cuanto a la calidad de agua, pero en términos generales ideales para el buen desarrollo del cultivo de Camarón. La principal diferencia entre las dos costas radica en el rango de variación de nivel del agua entre baja y alta mar de las mareas el cual es mucho más acentuado en la costa Pacífica alcanzando cambios de nivel de hasta 2 metros comparado con la costa Caribe con tan solo 40 cm de oscilación. Esta condición de fluctuación de marea se debe considerar al momento de ubicar y desarrollar un cultivo de camarón.

En el caso de la costa Caribe, el acceso es más estable y constante y por tanto la disponibilidad del agua para poder bombearla a las piscinas de producción es constante durante las 24 horas. Por el contrario en la costa Pacífica la disponibilidad del agua sólo se da por algunos cortos períodos de tiempo cuando la marea sube por tanto es necesario gestionar correctamente las horas de bombeo en función de las mareas.

Otras fuentes de agua diferentes a las marinas que en algunos casos presentan condiciones favorables para los camarones, son las aguas continentales que se encuentran alojadas en ciénagas, lagos y represas colindantes a los principales ríos que atraviesan la geografía nacional.

En este caso, la disponibilidad del agua está sujeta a las variaciones interanuales del nivel del agua de cuerpos de aguas continentales según la graduación de las estaciones de invierno y verano a lo largo del año. Antes de confirmar un sitio para construir un cultivo de camarón al borde de aguas continentales es primordial conocer en base a datos estadísticos de por lo menos 10 años de antigüedad, las variaciones históricas del nivel de agua y calcular con cierta certeza la ubicación del puesto de bombeo y la altura de bombeo para cualquier época del año.

En cuerpos de agua continentales de poca profundidad es probable que durante el verano el nivel del agua se aleje cientos de metros de la costa impidiendo captar el agua durante los meses que dura el verano. Antes de decidir la localización del cultivo es aconsejable realizar una batimetría del cuerpo de agua a fin de poder estimar la posibilidad de tener acceso al agua durante todo el año. En caso que la disponibilidad del agua no se logre durante todo el año es posible guardar el agua dentro del cultivo de camarón mediante la tecnología de recirculación, la cual permite recircular el agua del cultivo varias veces previendo un área de tratamiento de aguas con la aplicación de aireación mecánica que mantenga su calidad durante el ciclo de cultivo.

El uso de aguas subterráneas también se constituye en una opción para el cultivo de camarón tierra adentro. Debido a que la disponibilidad del agua es limitada, los cultivos son más pequeños y en general utilizan la tecnología de recirculación con cero recambios de agua y una mayor intensificación de la producción. La disponibilidad y calidad del agua de pozo es muy variable por lo tanto se recomienda antes de iniciar la planificación de un cultivo realizar un estudio geoeléctrico que defina a qué profundidad se encuentra la fuente de agua, volumen estimado y su calidad en términos de la concentración sales y minerales disueltos (conductividad)

Realizar un análisis del perfil iónico del agua de pozo antes de considerar el inicio de las inversiones es necesario para confirmar si el equilibrio y la cantidad de iones cumplen con los requerimientos de calidad de agua para el cultivo de camarón (Ver criterio calidad de agua). En caso de que algunos iones estén por debajo de los rangos óptimos es posible complementarlos adicionándolos de manera artificial al agua de cultivo.

En algunos casos es recomendable no utilizar el agua de pozo directamente en los estanques de cultivo, se aconseja bombear el agua inicialmente a un reservorio y por medio de la aireación mecánica se liberan gases tóxicos que podrían afectar la supervivencia de los camarones.

Calidad del Agua

Aguas marinas y estuarinas:

Los parámetros de calidad de agua presentes en las aguas marinas y estuarinas de las costas colombianas son propicias para el desarrollo del cultivo de camarón. La ubicación de ambas costas en la franja tropical garantiza aguas con temperaturas cálidas que oscilan entre los 26 a 31 °C ideales para el crecimiento óptimo de los camarones. Durante la época lluviosa que va desde mayo a noviembre se registran las mayores temperaturas del agua en el año, con rangos que varían entre 29 y 31 generando las mejores tasas de crecimiento de los camarones del orden de 1,2 g/semana. Por el contrario en la época seca de diciembre a abril las temperaturas del agua descienden a 26 y 27 °C, se reportan menores crecimientos del orden de 0,8 g/semana.

Las aguas estuarinas ubicadas en la franja costera cerca a la desembocadura de los ríos se caracterizan por tener una salinidad inferior a la salinidad del agua marina pura (35 UPS) producto de la mezcla entre ambas aguas. La alta carga de nutrientes aportada por los ríos al momento de llegar al mar y mezclarse propicia un aumento de la productividad primaria (producción de fitoplancton), y secundaria (producción de zooplancton) favoreciendo la productividad de los cultivos de camarón mediante el aporte de alimento vivo muy bien aprovechado por los camarones durante las primeras semanas de cultivo.

Aguas Continentales

Gracias a su condición de eurihalino, el camarón blanco del Pacífico (*P. vannamei*) es capaz de soportar y adaptarse a un rango muy amplio de salinidad que puede variar entre 0,5 y 60 UPS. Por esta razón es posible cultivarlo tierra adentro utilizando aguas continentales de ciénagas de muy

baja salinidad hasta zonas secas como el norte de La Guajira donde en la época de verano gracias a la evaporación la salinidad del agua alcanza las 60 UPS.

Aunque los cultivos de camarones se iniciaron utilizando aguas marinas y/o estuarinas, hace poco más de una década en varios lugares del mundo se realizaron las primeras pruebas de cultivo de camarón en agua de muy baja salinidad o próxima a cero, obteniendo en algunos casos resultados negativos y en otros resultados positivos. Profundizando en el contenido de iones, analizando el perfil iónico de las aguas de baja salinidad encontraron que las aguas duras y alcalinas, con niveles superiores a 100 mg/L de CaCO₃, es decir ricas en carbonatos de calcio y magnesio, eran a las que los camarones se adaptaban y generaban resultados muy satisfactorios e inclusive en algunos casos superiores a los obtenidos en cultivos de aguas marinas y estuarinas. En cambio, en las pruebas realizadas en aguas blandas, con bajo contenido de carbonatos, el camarón no lograba sobrevivir.

Aguas de pozo profundo

En zonas cálidas de la geografía nacional con alturas sobre el nivel del mar inferiores a 300 metros con presencia acuíferos o aguas subterráneas es posible en algunos casos dependiendo del perfil iónico de las aguas desarrollar un cultivo de camarón. Antes de iniciar la inversión en la construcción de un pozo profundo es recomendable informarse si existen pozos cerca y verificar sus características como profundidad, diámetro, caudal y caracterización de la calidad del agua. En caso que no exista, es posible acceder a la base de datos de INGEOMINAS y/o las Corporaciones Autónomas Regionales que presentan bases de datos con las características de los pozos en cada región del país.

No existe certeza total de las características reales de un pozo profundo hasta que se construye, y sólo luego de ponerlo a operar bombeando agua durante 24 a 32 horas, es posible determinar su funcionamiento futuro en términos de caudal y composición iónica. En caso que la composición iónica no sea perfecta también es posible modificarla artificialmente adicionando algunas sales o iones esenciales, como por ejemplo para aumentar la concentración de potasio indispensable para los procesos de muda del camarón se utiliza el reactivo muriato de potasio (KCl).

Además de verificar la falta de iones, es necesario conocer el exceso de alguno de ellos que debido a su alta concentración pueden resultar tóxicos para los camarones como por ejemplo excesos de hierro (Fe⁺²). Para controlar su efecto tóxico es necesario antes de ingresar el agua de pozo al cultivo almacenarla en un reservorio y con la ayuda de un aireador suministrarle oxígeno durante un periodo de tiempo determinado para precipitarlo y posteriormente filtrar el agua.

Topografía

La topografía del terreno es un factor determinante que afecta directamente el diseño y los costos de construcción de la granja camaronera y además influencia de manera significativa los costos de producción. En terrenos de conformación irregular los costos de producción tienden a ser más altos que en terrenos homogéneos o planos, esto se debe a que los movimientos de tierra son mayores durante el proceso de nivelación de los fondos de los estanques. Por otro lado en ocasiones existen faltantes o en su defecto sobrante de material que deben ser movidos o transportados fuera de la zona de construcción generando sobre acarreos de tierra que aumentan los costos de construcción.

Uno de los costos de producción más relevantes en los cultivo de Camarón corresponde al bombeo de agua que representa entre el 10 y 20 % del costo de producción. En la medida que el terreno es más alto con respecto al nivel del mar o a la fuente de agua, la energía necesaria para subir el agua aumenta proporcionalmente. (**Tabla 13**)

Tabla 13. Potencia necesaria para bombear 1,0 m³/s a diferentes alturas.

Caudal (m ³ /s)	Altura de bombeo (m)	Potencia (KW)	Potencia (HP)	Consumo (gal ACPM/h)	Consumo (KW/h)	Caudal (m ³ /h)
1,0	3,0	49,1	65,8	3,20	65,8	3.600
1,0	5,0	73,6	98,6	4,79	98,6	3.600
1,0	7,0	98,1	131,5	6,39	131,5	3.600
1,0	9,0	122,6	164,4	7,99	164,4	3.600
1,0	11,0	147,2	197,3	9,59	197,3	3.600

El rango de altura de bombeo aconsejable para cultivo de camarón tipo extensivo y/o semi-intensivo es entre 3 y 12 m. Bombear el agua por encima de 12 m es demasiado costoso y afecta significativamente el costo de producción.

Existen grandes extensiones de tierra que bordean el litoral colombiano que se encuentra por debajo de los 12 m de altura sobre el nivel del mar con topografía homogénea que ofrecen el mejor potencial para la producción camaronera. Tal vez la región que más cumple esta condición es el departamento de La Guajira que cuenta con cerca de 10 mil hectáreas de tierras planas a lo largo de la costa Caribe donde la altura de bombeo máxima es de 6 m.

Para los cultivos intensivos y/o súper intensivos que se caracterizan por utilizar bajos recambios de agua y mucha aireación mecánica, la topografía del terreno es mucho menos importante y por consiguiente afecta en menor medida el costo de producción.

Uso del suelo

Al momento de emprender el desarrollo de un proyecto camaronero es importante considerar el costo de la tierra. Los costos de construcción de la infraestructura para un cultivo semi-intensivo incluyendo estanques de producción, canales elevados, canales de drenaje, obras civiles, equipos de bombeo son elevados y rondan los \$40 millones por hectárea de espejo de agua.

Por otra parte, en ciertas zonas aptas para la camaronicultura, pueden existir conflictos por el uso del suelo que condicionan el precio de la tierra o que definitivamente impiden la construcción de un nuevo proyecto. En las zonas del litoral que tienen vocación turística y/o Urbanística los precios de la tierra son demasiado altos al punto que superan varias veces el costo de construcción de la infraestructura.

El precio óptimo debe ser aproximadamente el 30% de costo de adecuación de la infraestructura con el fin que el tiempo de retorno de la inversión sea inferior o igual a 10 años. Por lo general las tierras más económicas que cumplen con los criterios de sitios potenciales son las tierras desérticas cerca del mar como las de La Guajira que prácticamente no tiene ninguna otra vocación diferente que la acuacultura o como las del área cercana a Tumaco en donde el desarrollo agroindustrial y turístico es incipiente.

Menos económicas pero dentro del rango de precios se encuentran las tierras de vocación agrícola y pecuaria carentes de infraestructura, las cuales se encuentran alrededor de la mayoría de cuerpos de agua continentales y cerca al mar en los departamentos de Sucre, Córdoba y el Urabá antioqueño.

Calidad de suelos

La calidad del suelo afecta el desarrollo de una granja camaronera en dos aspectos 1- el primero relacionado con la construcción de la infraestructura (canales, diques y obras civiles entre otros), y 2 - en el aspecto productivo en donde el tipo del suelo afecta los parámetros técnicos y económicos del cultivo.

Desde el punto de vista constructivo, los suelos ideales son los franco arcillosos y franco limo arcillosos (**Figura 47**) debido a su gran capacidad de compactación favoreciendo la conformación de diques y canales estables que demandan poco mantenimiento. Los suelos franco arenosos y arenosos son de difícil compactación y en zonas áridas donde la vegetación es escasa existen muchos problemas de erosión y filtración.

En cultivos desarrollados con el uso de aguas continentales de baja salinidad, las construcciones con suelos arenosos son más factibles debido al crecimiento de la vegetación, la cual amarra los diques controlando muy bien la erosión y el desplazamiento de material.

En la medida que el suelo pasa de arcilloso a arenoso, las especificaciones de los diques y canales varían. En suelos Arcillosos se pueden construir diques con pendiente de 1 a 1, por el contrario en suelos predominantemente

arenosos las pendientes son menores del orden de 1 a 2, lo cual implica un mayor volumen de movimiento de tierra por sección de dique incrementando el costo.

Los suelos arcillosos son más impermeables evitando pérdidas de agua por filtración afectando positivamente el costo de bombeo, en cambio los estanques construidos en suelos arenosos pueden perder hasta el 20% de su volumen de agua por filtración en 24 horas. Una forma de mitigar el efecto de la filtración es agregar arcilla disuelta en agua al estanque, la cual poco a poco va saturando los espacios entre los granos de arena frenando el paso del agua.

Durante el ciclo de producción del camarón que toma entre 90 y 120 días se va acumulando materia orgánica en el fondo de los estanques. En estanques con suelos arcillosos la oxidación de la materia orgánica es deficiente debido a la poca penetración del oxígeno a través de la arcilla generando problemas de calidad de fondos los cuales se tornan anaeróbicos y afectan el desempeño de los camarones. En este aspecto productivo los suelos de tipo arenoso presentan mayor espacio entre las partículas, son más permeables al oxígeno favoreciendo los procesos aeróbicos de oxidación de la materia orgánica ofreciendo un ambiente más saludable para los camarones.

Los suelos en zonas de manglar o donde en el pasado existían bosques de mangle se caracterizan por ser muy ricos en materia orgánica en estado de descomposición anaeróbica y presentar niveles de pH muy ácidos. En este tipo de suelos es importante tratarlos con altas dosis de Hidróxido de Calcio Ca(OH)_2 antes de iniciar el ciclo de cultivo.

En el caso de los estanques que tienen cubierto el fondo con plástico negro tipo geomembrana (liner HDPE) utilizados generalmente en los cultivos de alta densidad, la naturaleza del suelo no afecta significativamente la infraestructura ni los resultados técnicos del cultivo debido al aislamiento físico que existe entre el suelo y el agua.

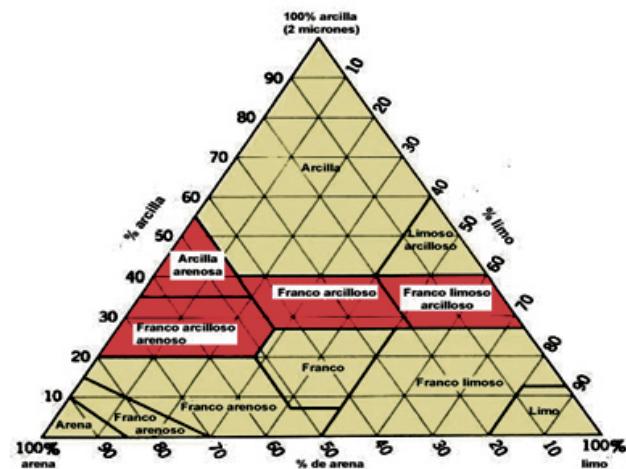


Figura 47. Triángulo textura del suelo.

Facilidades logísticas

Vías de acceso

Como la mayoría de las actividades agrícolas, los cultivos de camarón dependen para su correcto funcionamiento vías en buen estado preferiblemente pavimentadas que permitan el ingreso del personal, insumos y la salida de los productos durante cualquier época del año. Particularmente, en la operación diaria de un cultivo de camarón existe una dinámica muy fuerte entre ingreso de insumos y salida de productos debido a que el negocio se basa en la transformación de proteína de baja valor económico a una de mayor valor.

Durante el inicio de la actividad camaronera en el país, en los años 80, la mayoría de los cultivos se instalaron en zonas apartadas de difícil acceso en donde los costos de transporte y logística no afectaban significativamente la rentabilidad del negocio debido a la coyuntura de precios altos. En un escenario como el actual de precios bajos los sobrecostos de transporte le restan competitividad al cultivo por tanto las nuevas inversiones deben ubicarse al pie o muy cerca de vías primarias y secundarias.

El caso del departamento de La Guajira también ofrece la ventaja de tener una vía primaria que cruza el departamento de sur a norte paralela a la línea de la costa a tan solo dos Km del mar, ofreciendo un buen acceso a la mayoría de los sitios potenciales.

Energía eléctrica

En la medida que los cultivos de camarón se van tecnificando e intensificando requieren incorporar mayor número de equipos de bombeo y aireación que preferiblemente puedan ser accionados por motores eléctricos en lugar de motores Diesel que generan mayor contaminación y costos de mantenimiento.

En cultivos semi-intensivos con densidades de siembra que van desde 15 a 30 camarones por metro cuadrado, se utilizan aireadores hasta 6 HP por hectárea como aireación de intervención aplicada generalmente en horas de la noche para controlar que los niveles de oxígeno no disminuyan en la madrugada.

En cultivos intensivos con densidades de siembra superiores a los 100 camarones por m², la aireación funciona las 24 horas del día y alcanza una potencia de entre 20 y 30 HP por hectárea. En este caso la calidad del servicio eléctrico debe ser muy confiable para evitar pérdidas económicas considerables. Es aconsejable contar con generadores de respaldo en los cultivos dependientes de la aireación eléctrica.

Los costos de conexión a una línea de media tensión de 13.200 voltios no son muy altos, pero en la medida que el área destinada para el cultivo se encuentre muy distante de la línea de media tensión los costos se incrementan a razón de \$25 millones por kilómetro de línea a instalar. Con el objetivo que este rubro no impacte muy fuerte los costos de inversión se recomienda ubicar el cultivo a máximo 4 Km del punto de conexión. Esta medida de distancia de conexión puede variar en función del tamaño del cultivo.

Distancia a puertos y centros de insumos

La distancia a los puertos y centros de insumos, es un factor que afecta el costo de operación.

Plantas de procesamiento

La existencia de plantas de proceso, con personal calificado, cercanas al área de cultivo, le da ventajas en la parte de comercialización y calidad del producto, al cultivador, porque este parámetro se debe tener en cuenta.

Laboratorios de larvicultura.

La cercanía a centros de producción de post larvas es un parámetro importante para seleccionar el sitio de cultivo. Una empresa grande superiores a 500 hectáreas de espejo de agua pueden integrarse verticalmente e incluir dentro de su plan de inversión la construcción de un laboratorio de producción de larvas que cubra sus necesidades, optimizando sus costos de producción.

En cambio, los cultivos de menor tamaño que no pueden mantener un laboratorio de producción de larvas y están obligados a comprar larvas a diferentes proveedores que se encuentren en sus respectivas regiones. Para un cultivador pequeño, un trayecto demasiado largo le encarece sustancialmente el costo de la semilla.

Recurso Humano

El sector camaronero nace en los años 80 y alcanzan a formar parte cerca de 30 empresas entre fincas de producción y laboratorios de larvicultura. A mediados de la década del 2.000 cuando se produce la “tormenta perfecta” que consistió en la caída simultánea de los precios internacionales del camarón y la devaluación del peso, el 90% de las empresas quiebran quedando una gran cantidad de personas que llevaban trabajando por más de dos décadas en los diferentes eslabones de la cadena cesantes.

Una parte de estas personas migraron al exterior y otra parte aun reside en el país, pero se dedica a otros oficios. Paralelamente, universidades como la de Córdoba, La Guajira y el Servicio Nacional de aprendizaje – SENA, siguen formando jóvenes técnicos en Acuacultura que conforman un recurso humano especializado para la reactivación del sector camaronero.

Zonas de conservación

Desde el punto de vista legal, en zonas de Parques Naturales Nacionales, bosques de mangle, la actividad camaronera no se puede desarrollar. Es incompatible por su naturaleza de actividad productiva agropecuaria.

En zonas de resguardos indígenas es posible desarrollar proyectos tipo comunitarios, siempre y cuando cuenten con el acompañamiento del Estado colombiano.

Metodología para la selección de zonas con potencial para el cultivo de camarón.

En las últimas décadas, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han revolucionado el desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de diferentes medios. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como bases de datos geográficas, han evolucionado rápidamente ligados al crecimiento de las tecnologías de la información, ofreciendo e integrando cada vez más aplicaciones técnicas para la gestión y procesamiento de los datos espaciales en el software. http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/urbanoter/sig/Manual_SIG_UT.pdf

Cuando surgió la iniciativa de impulsar la Reactivación de la camaronicultura en Colombia y se firmó entre CENIACUA y AUNAP el Convenio de Cooperación de Actividades Científicas y Tecnológicas No. 00167 de 2014, uno de los aspectos de mayor importancia fue que al final del proyecto quedaran delimitadas las zonas de mejor potencial para el desarrollo del cultivo de camarón y que los nuevos proyectos que se desarrolle se basen en esta información para tomar las decisiones correctas. Por ello se escogió como herramienta de decisión el uso de un Sistema de Información Geográfico que involucrara las variables descritas en el capítulo anterior.

Proceso de implementación del S.I.G.

Recopilación de información secundaria

Para la identificación de las zonas potencialmente aptas para el cultivo del camarón en Colombia, se utilizó información base (vías, ríos, ciénagas y embalses, límites administrativos) y temática (puertos marítimos, línea de costa, resguardos indígenas, reservas forestales, parques naturales, comunidades negras y manglares) a escala 1:100.000, obtenidas a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Modelo Digital de elevación para Colombia de 30 m de resolución espacial, obtenido a través del Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe (CIOH). Se utilizó para estandarizar la información el Sistema de Coordenadas Geográfica con datum WGS_1984 (**Figura 48**).

Procesamiento de Datos

A través de herramientas de información geográfica (operaciones de distancia, clasificación, sobreposición y, principalmente, aplicación de las Técnicas de Evaluación Multicriterio) se procesaron y analizaron los datos obtenidos considerando las variables y criterios establecidos por expertos del sector.

- Con el modelo de elevación digital se clasificó e identificaron las zonas con alturas menores a 15 metros lo cual, permitiría contar con disponibilidad de agua ya sea mediante método natural (gravedad) o mecánico (bombeo).
- Se aplicó un área de influencia de 2 Km. (buffer) a la línea de costa, ciénagas y embalses que cumplieron con la condición de alcalinidad y dureza, así como también a las vías principales.
- Para verificar las facilidades logísticas se aplicó un área de influencia de 10 Km sobre las vías principales y 200 Km a los puertos marítimos para garantizar el transporte terrestre y portuario de los insumos y/o productos.
- Para que las zonas obtenidas no entraran en conflicto de uso y disponibilidad del suelo, se excluyeron las zonas especiales como reservas forestales, parques naturales, zonas de manglar, resguardos indígenas y comunidades negras.

Otras consideraciones más específicas se tuvieron en cuenta para sitios especiales.

En síntesis, se crearon capas (mapas) con criterios generales, los cuales se fueron traslapando con otros, basados en criterios cada vez más específicos hasta cumplir con todas las capas o criterios considerados. La **Tabla 14** contiene un listado con una explicación sencilla acerca de cómo se calificaba cada uno de los criterios para hacer la toma de decisiones.

Algunos de estos criterios son inamovibles para aceptar o descartar un área determinada, por ejemplo, no puede hacerse una finca si la fuente de agua más cercana está a 20 kilómetros o si la altura de bombeo es de 30 metros, salvo que se trate de pequeños proyectos super-intensivos con tecnología de cero recambio, que se pueden ubicar en todo el territorio nacional.

Pero hay otros criterios que se pueden manejar o que se deben analizar con mayor profundidad y empleando parámetros más específicos para hacer la toma de decisión. Un ejemplo, es el caso de La Guajira, en donde hay amplias zonas adecuadas para el cultivo pero que corresponden a resguardos indígenas. En estas pueden desarrollarse proyectos en asocio con la comunidad. Otro caso es el de Tumaco, el cultivo puede desarrollarse en las zonas de tierra firme que están entre los esteros que son característicos de la costa Pacífica. En el borde de estos esteros siempre hay

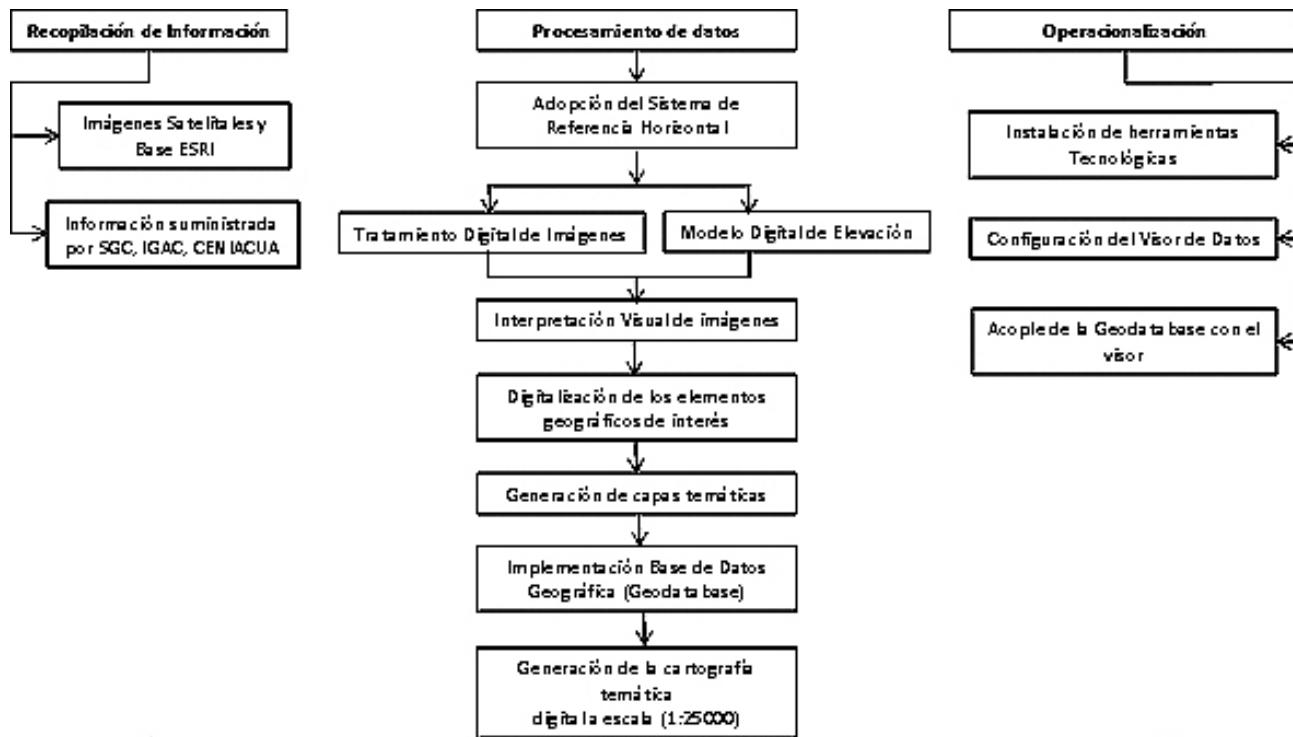


Figura 48. Diagrama de flujo del proceso de selección de zonas potenciales.

Tabla 14. Variables consideradas para definir áreas potenciales.

CAPA/VARIABLE	ÁREA POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAMARÓN	ÁREA NO ADECUADA PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO
Acceso de agua	con acceso	sin acceso
Calidad de agua	Adeuada para el camarón	No adecuada para el camarón
Alcalinidad ciénagas y embalses	>100 ppm	<100 ppm
Accesibilidad de agua a no más de 2 kilómetros	Distancia a la fuente de agua inferior a 2 Km	Distancia a la fuente de agua superior a 2 Km
Cobertura ciénagas	Extensión >2000 ha	Extensión <2000 ha
Vías pavimentadas	Con vías principales	Sin vías principales
Manglares	Cobertura limitada en área costera	Cobertura amplia en la línea cobertura
Parques Naturales colombianos	Fuera del área de parques	Dentro del área de parques
Reserva forestal	Fuera de la reserva	Dentro de la reserva
Resguardos indígenas	Fuera de los resguardos	Dentro de los resguardos

mangle, pero el cultivo puede desarrollarse en los terrenos posteriores y solo se requiere intervenir el área del canal de entrada, haciendo después siembras compensatorias. Este permiso puede obtenerse con la autoridad ambiental que le competta la zona si se hace un planteamiento bien sustentado.

Hay que recalcar que para definir las zonas potenciales se analizaron no solo las costas sino también los cuerpos de agua dulce que se encontraban en zonas de una altitud máxima de 300 msnm, para no llegar a pisos térmicos con temperaturas por debajo de 26 °C, que limitan el crecimiento del camarón. Además se tuvo en cuenta que tuvieran áreas superiores a 3000 hectáreas de espejo de agua. Como se mencionó antes, se estableció como pauta para considerar adecuado un cuerpo de agua dulce, que este tuviera una alcalinidad superior a 100 mg/L para que el camarón no tenga problemas con su balance iónico. Estos cuerpos de agua se tomaron en consideración debido a las experiencias exitosas de la última década.

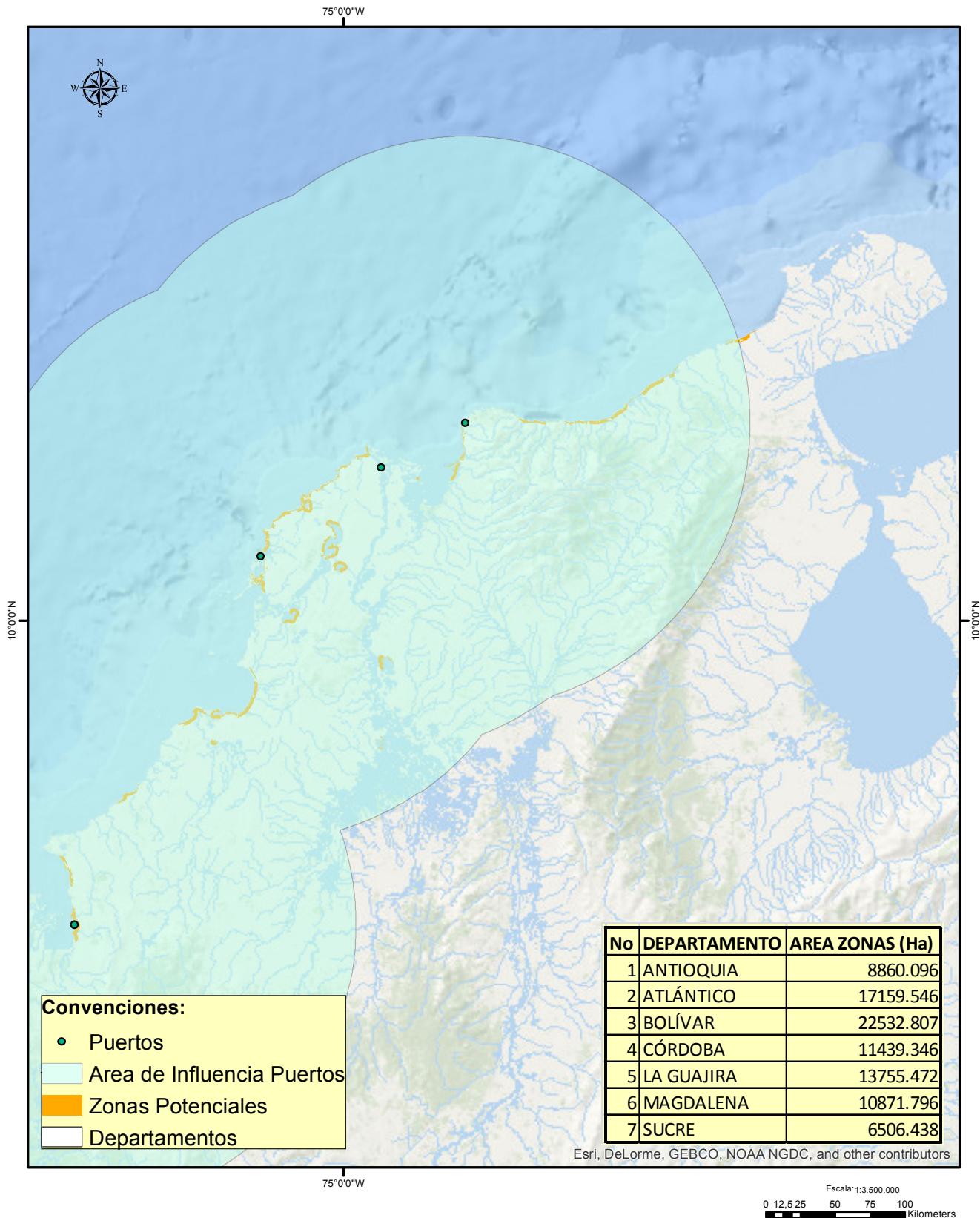
Con estos parámetros quedaron descartados todos los cuerpos de agua del interior del país. Solo se encontraron los criterios deseados en algunas ciénagas del Bajo Magdalena. En la **Tabla 15** se presentan los valores de alcalinidad total de los cuerpos de agua continentales aptos para cultivo de Camarón.

Tabla 15. Cuerpos de agua con condiciones óptimas en términos de alcalinidad para el cultivo del camarón en Colombia.

Nombre del cuerpo de agua	Alcalinidad (mg/L)
Ciénaga de Ayapel	120
Ciénaga El Totumo	203
Ciénaga Grande de Santa Marta	100
Ciénaga del Jobo	100
Ciénaga de María La Baja	101
Ciénaga Zárate	180
Ciénaga Grande o Magangue	140
Ciénaga de Lorica	200
Embalse del Guájaro	264

A continuación se presentan los mapas empleados para la toma de decisiones. El resultado final del estudio está plasmado en los mapas de zonas potenciales para cada costa. En el siguiente aparte se describirán brevemente las zonas seleccionadas.

Mapa 51. Zona potencial en el Caribe

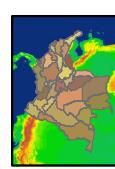


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

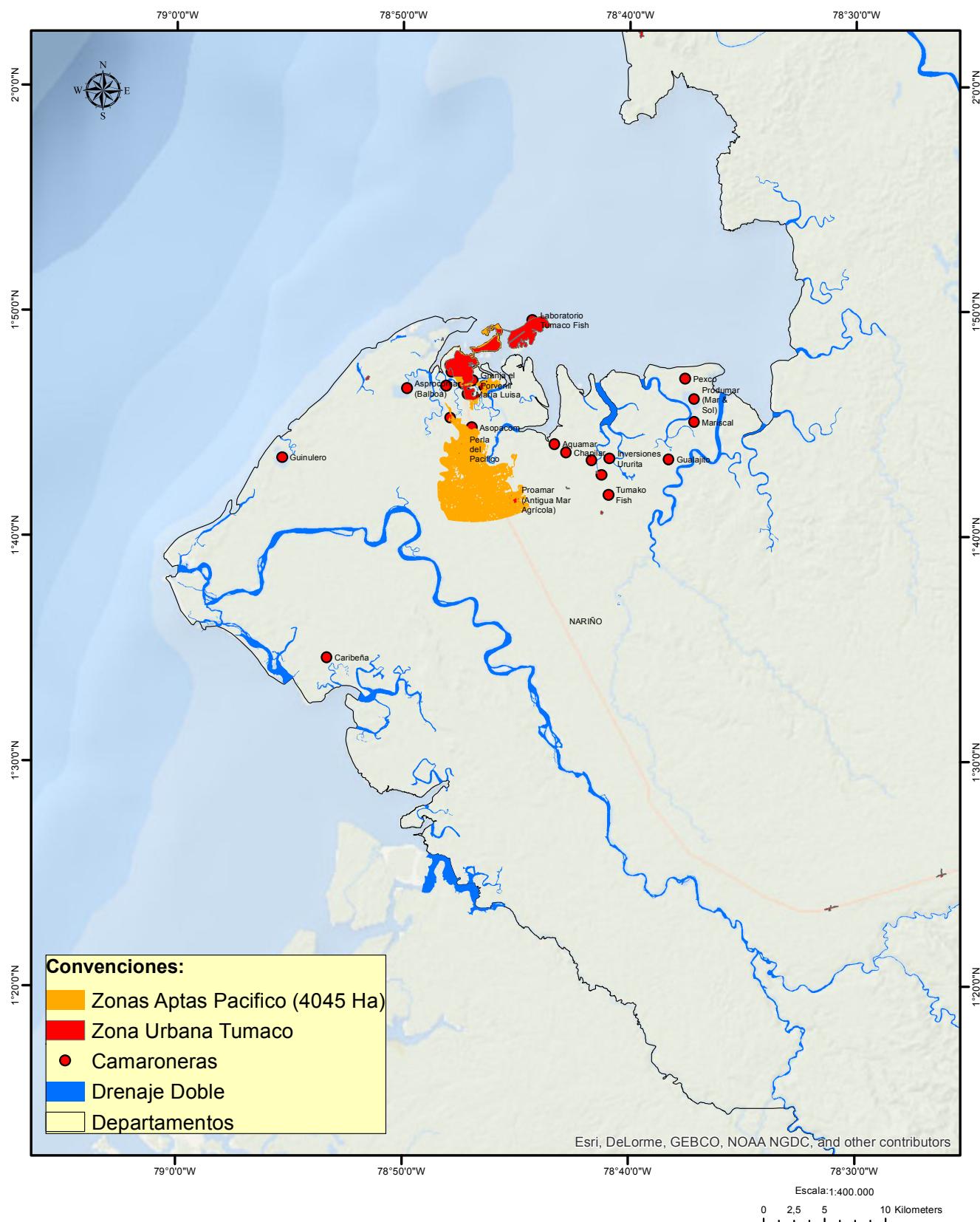


**MAPA ZONAS POTENCIALES CULTIVO CAMARÓN
REGIÓN CARIBE**

ABRIL DE 2015



Mapa 52. Zona potencial en el Pacífico

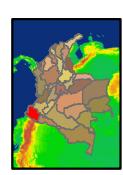


Fuente Cartográfica:

Llevantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



**MAPA ZONAS POTENCIALES CULTIVO CAMARÓN
REGIÓN PACIFICA**

ABRIL DE 2015



Sitios Potenciales

Costa Caribe

La costa Caribe, además de tener amplias áreas que adecuadas para el cultivo tiene en general, algunas ventajas importantes para el desarrollo del cultivo de camarón, como por ejemplo:

- **Puertos**

Colombia, geográficamente, es un país muy bien ubicado con puertos importantes en ambas costas, proximidad al canal de Panamá que permiten unas excelentes conexiones internacionales tanto para la importación de insumos como para la exportación de nuestros productos. Las ineficiencias se generan principalmente en el transporte de las mercancías entre y hacia el interior del país debido a la aun precaria infraestructura vial del país. Definitivamente en la costa Caribe es donde se pueden obtener las mejores eficiencias logísticas gracias a la presencia de tres grandes puertos de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta y un cuarto puerto en Turbo en fase de construcción. Cualquier cultivo que se desarrolle en la costa Caribe no estará más distante de cualquiera de estos cuatro puertos por más de 100 km permitiendo transportar, procesar y exportar el producto con gran facilidad.

- **Plantas de proceso**

Por lo general, el camarón de cultivo se comercializa congelado y en diferentes presentaciones con valor agregado que van desde camarón entero, cola, cola pelada y deveñada, Camarón crudo o cocido, etc., los cuales son destinados a diferentes mercados tanto nacional como de exportación. En la costa Caribe, las plantas de proceso se encuentran concentradas en la ciudad de Cartagena muy cerca al puerto marítimo. En total existen 4 plantas certificadas para exportación con capacidad de procesar cerca de 85 toneladas día (**Tabla 16**). Cartagena es una ciudad equidistante de cada uno de los extremos de la costa Caribe.

Tabla 16. Capacidad de procesamiento de camarón entero en la costa Caribe colombiana.

Nombre Planta de Proceso	Volumen proceso Camarón Entero (Ton/día)
C.I. Océanos	30
C.I. Zeus inv.	30
C.I. Antillana	15
C.I. Acuapanama	10
Total	85

Laboratorios de producción de larvas de camarón

En la costa Caribe existieron cerca de trece laboratorios activos, en este momento solo están activos dos laboratorios, pero en caso que el sector camaronero se reactive es posible poner en operación algunos de ellos con relativa facilidad.

ÁREAS POTENCIALES POR DEPARTAMENTO

Departamento de La Guajira

Se detectaron 13.755 hectáreas aptas para cultivo de camarón. A pesar que el departamento es uno de los más planos y con mayor línea de costa de Colombia, el área de ocupación de los resguardos indígenas es muy amplia reduciendo significativamente el área libre disponible. Aunque se mencionó antes la posibilidad de hacer proyectos en asocio con las comunidades indígenas, para efectos de este estudio, estas no fueron consideradas.

Una de las principales ventajas del área seleccionada en La Guajira es que el uso del suelo es muy limitado para el desarrollo de otros sectores de la economía, debido a las condiciones extremas del clima caracterizado por falta de agua dulce y un clima muy seco. Esta condición favorece la compra de tierra a precios más económicos reduciendo los costos de inversión. Además el acceso a vías primarias (**Figura 49**) (Fuente: http://www.icde.org.co/web/guest/galeriam_invias). e infraestructura eléctrica, cercanía a puertos como el de Santa Marta es muy favorable. En la zona seleccionada

estaba ubicada Bioguajira, un proyecto de tamaño mediano y otros dos cultivos que actualmente están inactivos.



Figura 49. Mapa vial del departamento de La Guajira.

Departamento del Magdalena

Se seleccionaron 10.871 hectáreas divididas entre el costado nororiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta y la laguna de Zarate ubicada al costado de Plato, Magdalena. Las tierras aptas al borde de la Ciénaga Grande se extienden entre el Municipio de Ciénaga y el corregimiento de Sevillano justo por debajo de la zona Bananera. El tipo de agua es estuarina caracterizado por la mezcla entre el agua de mar que ingresa a la ciénaga por la "Barra" y el agua dulce proveniente de los afluentes que bajan de la Sierra Nevada. Buen acceso a vías pavimentadas y fluido eléctrico. El costo de la tierra es bajo debido a que la mayoría de los terrenos son salitrales no aptos para la agricultura, aunque hay algunos inconvenientes con las titulaciones. En la actualidad existe un cultivador artesanal activo. La ciénaga de Zarate de aproximadamente 5.000 hectáreas de espejo de agua presenta valores de alcalinidad de 180 mg/L.

Departamento del Atlántico

El departamento del Atlántico es, en toda la costa Caribe, el que cuenta con mejor red de vías y distribución del fluido eléctrico (**Figura 50**) (Fuente: http://www.icde.org.co/web/guest/galeriam_invias). Además, Barranquilla, la ciudad capital, es un excelente sitio de acopio de insumos.

Área seleccionada: 17.159 ha. Prácticamente la mayoría de la costa del departamento del Atlántico fue seleccionada como apta para el cultivo, pero se debe descartar en su mayoría debido a que son tierras muy costosas por su vocación turística y urbanística. La única zona del litoral que escapa por el momento a los precios altos se encuentra en los límites con el departamento de Bolívar cerca de los corregimientos de Lomita Arena y Galerazamba. En esta zona se encuentran Acuacultivos del Caribe



Figura 50. Red vial del departamento del Atlántico.
Las zonas potenciales para el cultivo se observan encerradas en círculos.

una camaronera de 150 ha. actualmente inactiva. Por el lado de aguas continentales el Embalse del Guájaro de 16.000 hectáreas de espejo de agua actualmente concentra la mayoría de los cultivos en el departamento con 5 empresas funcionando que suman 170 ha de espejo de agua. El agua se caracteriza por ser dura y alcalina con valores de 269 mg/L. También hay que señalar que existen buenas vías y tendido eléctrico.

Otro cuerpo de agua continental compartido entre el departamento del Atlántico y Bolívar es la ciénaga del Totumo, muy bien ubicada, la cual reporta uno de los más altos niveles de dureza y alcalinidad de todos los cuerpos de agua analizados con rangos ideales para el cultivo de camarón. Excelentes vías de acceso. La única limitante radica en su reducido tamaño de alrededor 1.000 hectáreas de espejo de agua, lo cual limita la disponibilidad de agua y el tamaño de los cultivos. Su uso puede ser viable si se emplean tecnologías como las del bagre en Estados Unidos, que implican un consumo mínimo de agua.

Departamento de Bolívar

Área Seleccionada: 22.533 ha. Similar a la situación del departamento del Atlántico, la franja litoral seleccionada está ubicada en zonas donde la presión de la expansión de la ciudad de Cartagena cambia la vocación de los suelos y por consiguiente eleva los precios.

Hacia el interior del departamento cerca de los Montes de María, la Ciénaga de María La Baja de 3.500 hectáreas de espejo de agua y niveles de alcalinidad de 101 mg/L se encuentran tierras con potencial para el cultivo de camarón. La ciénaga está muy bien ubicada, cerca de Cartagena y cuenta con buena infraestructura logística de apoyo.

Departamento de Sucre

Área seleccionada: 6.506 ha. La zona seleccionada está ubicada en el Golfo de Morrosquillo que se extiende desde Berrugas hasta Coveñas. Si bien las tierras son aptas para el cultivo de camarón el uso del suelo se debate entre el turismo y la actividad ganadera. El costo de la tierra es medianamente elevado. Existen vías para acceder a Berrugas y Coveñas pero entre las dos poblaciones en donde se encuentra el área potencial los accesos son muy precarios. Al norte del departamento de Sucre se encuentra Cartagena de Acuacultura de 800 hectáreas de espejo de agua actualmente inactiva.

Departamento de Córdoba

Área seleccionada: 11.439 ha. La zona seleccionada abarca los terrenos colindantes a la ciénaga de Cispata entre San Antero y San Bernardo del Viento. El agua es muy productiva y está influenciada por los aportes del río Sinú generando cambios de salinidad importantes a lo largo del año. En esta zona funcionaron en el pasado Agrosoledad de 300 ha de espejo de agua y Agrotijo (50 ha) e Hidrocultivos (100 ha) y se reportaron las mayores productividades del sector camaronero. Puede ser motivo de preocupación que haya sido la única zona del país en que se presentó el Spiroplasma, una bacteria que causó grandes pérdidas en los cultivos, especialmente en Agrosoledad, que optó por pasar a cultivar peces antes de parar finalmente la operación.

Al interior del departamento se encuentran las ciénagas de Lorica de 4.000 ha y la de Ayapel con 12.000 ha de espejo de agua, las cuales reportaron alcalinidades de 200 y 120 mg/L respectivamente. Únicamente fueron seleccionados los terrenos colindantes a la ciénaga Lorica por su topografía plana. Se descartaron los terrenos cercanos a la ciénaga de Ayapel por ser muy altos e irregulares.

Departamento de Antioquia

Área seleccionada: 8.860 ha. Se detectaron dos zonas, la primera vecina al municipio de Arboletes en el norte del departamento y la segunda ubicada a lo largo del golfo de Urabá entre Necoclí y Turbo. Actualmente la zona tiene carretera pavimentada nueva favoreciendo el fácil acceso a las

tierras. Únicamente se encuentra una camaronera construida cerca de Turbo actualmente inactiva llamada Cameru. La vocación de la tierra es mayormente agrícola con énfasis en el cultivo del banano aunque hay también amplias zonas dedicadas a la ganadería y reforestación. Debido a las recientes mejoras en vías y la construcción de un nuevo puerto marítimo en Turbo la zona adquiere mejor potencial para el desarrollo de cultivos. El precio de la tierra es medianamente alto.

Costa Pacífica

Dadas las condiciones especiales que caracterizan la Costa Pacífica de Colombia, la superposición de capas definió, únicamente, el área aledaña a Tumaco como sitio potencial para el desarrollo de los cultivos. Sin embargo, la realidad muestra que estas zonas están rodeadas por áreas de manglar, por lo cual se requiere que se hagan estudios puntuales de cada caso.

A pesar de que el criterio de topografía mostró una extensa área con potencial de cultivo a lo largo del litoral pacífico, más del 90% del área se descartó por estar en zonas de reserva forestal y en zonas de manglar. En el área con aptitud en el departamento del Cauca, se observó una zona costera libre de reserva forestal, sin embargo no pudo incluirse como área potencial debido a que no existen vías de acceso que faciliten la operación logística de los cultivos (**Figura 51**). (Fuente: http://www.icde.org.co/web/guest/galeriam_invias).

Departamento de Nariño

La superposición de capas para la costa Pacífica, mostró áreas potenciales para el cultivo de camarón únicamente en el Departamento de Nariño. Estas áreas que suman 4045 hectáreas, están ubicadas en su mayoría, a una distancia de 12 Km del casco urbano de Tumaco que se ajusta al área de influencia de los esteros. La identificación de estas zonas se basó en la información secundaria obtenida del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

Adicionalmente, la presencia de una vía de acceso y la existencia en la zona, de infraestructura de apoyo como laboratorios de maduración, larvicultura, plantas de proceso y personal calificado con una historia de 30 años en la actividad, hacen de la zona de Tumaco una zona ideal para el cultivo del camarón.

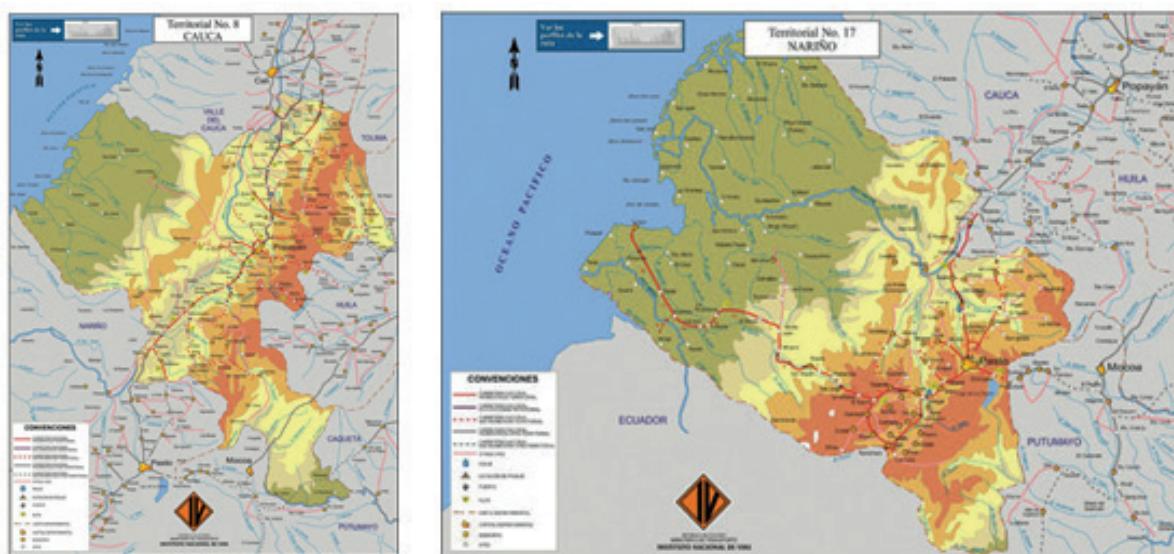


Figura 51. Comparación red vial departamentos del Cauca y Nariño.

Conclusiones

Se contó con una base de información histórica de los últimos 18 años con 12.844 ciclos de cosecha de la industria del camarón en el país, lo que permitió realizar un análisis representativo de las principales variables productivas, ampliando así el conocimiento y las bases de datos que ahora hacen parte del SEPEC (Sistema del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano).

Al ver la información de la industria en ambas costas nacionales, es evidente que la costa Caribe aporta el 78,8% de los datos de producción nacional de camarón, por lo que deben intensificarse la actualización, el acopio y el análisis de información de la producción en la costa Pacífica, con el fin de brindar oportunamente asistencia y seguimiento a los productores.

En el año del 2008 se presentaron los picos más altos en producción por área históricamente, debido que los productores aumentaron las densidades de siembra utilizando la misma infraestructura.

En cuanto a las variables de producción, la diferencia para ambas costas es muy significativa, siendo la mayoría más altos para la costa Caribe; existen otras variables que influyeron en estos resultados y que no son objetivo de este capítulo, como la cantidad de productores, influencia de enfermedades, aspectos climáticos, y demás.

Para realizar, el análisis que nos permita comparar entre costas, departamentos, fincas y unidades acuícolas productivas, llámense estanques, piscinas, reservorios, encierros, tanques, etc., es necesario tener en cuenta dos factores: la época climática y el sistema de cultivo.

En la actualidad, la producción de camarón en el país se ha visto disminuida principalmente en la región Caribe, pero se pueden visualizar nuevas oportunidades de reactivación a partir de las experiencias previas, de acuerdo con la época y el sistema de cultivo, utilizando el que mejor

se adapte a la ubicación de las unidades productivas acuícolas. A su vez, se puede considerar la adopción de las técnicas implementadas por los países asiáticos, en los que se manejan menores áreas con alta densidad y sistemas de recirculación, para lograr una mayor rotación en los tiempos de siembra.

Ciertas enfermedades pueden tener un efecto profundo sobre las producciones de camarón, el conocimiento de los factores que las favorecen como son la distribución geográfica, vectores, mecanismos de transmisión, y demás, son esenciales en la prevención control y erradicación. Las enfermedades que encontramos con mayor frecuencia en el país son enteritis hemocítica (21.9%), TSV (19%) y Vibriosis (18.6%)

La historia de las enfermedades en Colombia nos demuestra que el Virus de la Mancha Blanca WSSV ha sido devastador y su presencia exclusiva para la Costa Pacífica colombiana en donde produjo mortalidades cercanas al 100%. Sin embargo, la implementación de diferentes estrategias como son la baja densidad de siembra y el mejoramiento genético de la semilla, han minimizado los brotes de la enfermedad.

La enfermedad más común en el cultivo de camarón en Colombia es la enteritis hemocítica (21.9%), una enfermedad crónica en fincas de engorde de camarón y asociada a temporadas de lluvias en la costa Caribe colombiana.

El virus de Taura se encuentra presente en la Costa Pacífica Colombiana y Atlántica desde los años 1993 y 1994 respectivamente siendo una de las enfermedades más frecuentes (19%). El desarrollo del programa de mejoramiento genético para resistencia al virus del TSV disminuyó en forma significativa el porcentaje de mortalidad.

La Vibriosis es una enfermedad frecuente en el cultivo de camarón de ambas costas Colombianas con un (18,6%) ocupa un tercer lugar en términos de frecuencia de diagnóstico.

El virus de IHHNV está presente tanto en la costa Caribe como en el Pacífico. En la actualidad, mediante técnicas de biología molecular, es posible detectar el ADN del virus pero no se observan signos de enfermedad.

Las condiciones climáticas (altas salinidades y temperaturas) han restringido a la costa Caribe colombiana la presencia de la Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP), siendo el sector productivo más frecuentemente afectado el de la cría de reproductores.

El *Baculovirus penaei* (BP) y el Haplosporideo (HPV) los encontramos en ambas costas, mientras que el Microsporidio sólo se ha reportado en la costa Caribe. Con una tasa muy baja de mortalidad, estos patógenos se presentan generalmente como patógenos secundarios.

El *Espiroplasma* estuvo restringido a la región del bajo Sinú de la costa Caribe desde el 2002 hasta el año 2008, cuando su presencia se vio favorecida por las condiciones de baja salinidad que se presentaron en la época lluviosa.

La implementación del Sistema de Información Geográfica, como herramienta para definir en qué áreas deben hacerse los nuevos desarrollos para cultivar camarón, marca un hito en cuanto

a la planificación futura de la acuicultura en el país. Modelos similares deben desarrollarse para establecer los mejores sitios para el desarrollo de policultivo camarón-tilapia y bocachico que se pueden desarrollar en cuerpos de agua continentales y en zonas costeras de baja salinidad. Así mismo, este sistema (SIG) tiene la ventaja de su dinamismo. Toda variable que se quiera incorporar al modelo puede añadirse posteriormente.

En resumen, una vez desarrollado el SIG, se identificaron 91.123 hectáreas adecuadas para el cultivo en la costa Caribe, distribuidas así: La Guajira 13.755, Magdalena 10.871, Atlántico 17.159, Bolívar 22.233, Sucre 6.506, Córdoba 11.439 y Antioquia 8.860.

En la Costa Pacífica, para proyectos de reactivación y/o expansión del cultivo de camarón, se requieren estudios puntuales debido a la alta presencia de manglares en las áreas potencialmente aptas para el desarrollo de la actividad.

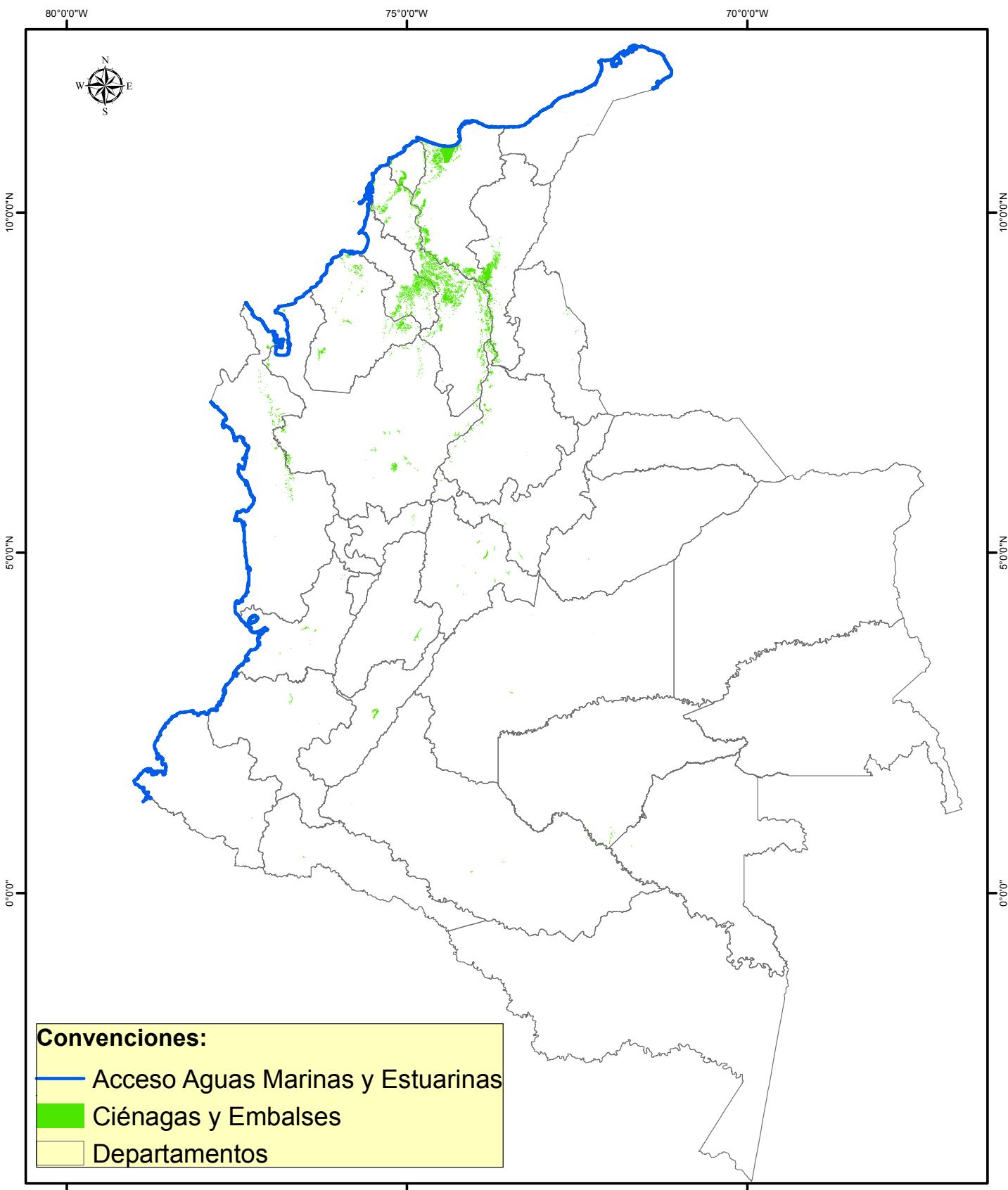
Se identificaron cuerpos de agua continentales que pueden ser aptos para el cultivo del camarón, siempre y cuando tengan rangos de temperatura superiores a 26°C con áreas superiores a 3000 hectáreas de espejo agua y con alcalinidad superior a 100 mg/L.

La información colectada en este Atlas, tanto desde el punto de vista visual como de bases de datos, se puede implementar en un software tipo visor que permita integrar la información productiva con la sanitaria para cada una de las fincas.

Esta herramienta quedará disponible para todos los posibles inversionistas que quieran incursionar en el sector. Para información al respecto, escribir a CENIACUA al correo fmarimon@ceniacua.org o la AUNAP en su región.

MAPAS

**CARTOGRAFÍA UTILIZADA EN EL SISTEMA S.I.G. PARA
DEFINICIÓN DE ZONAS POTENCIALES**



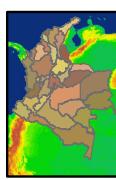
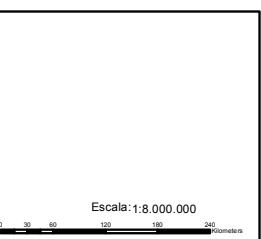
Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín

75°0'0"W

70°0'0"W



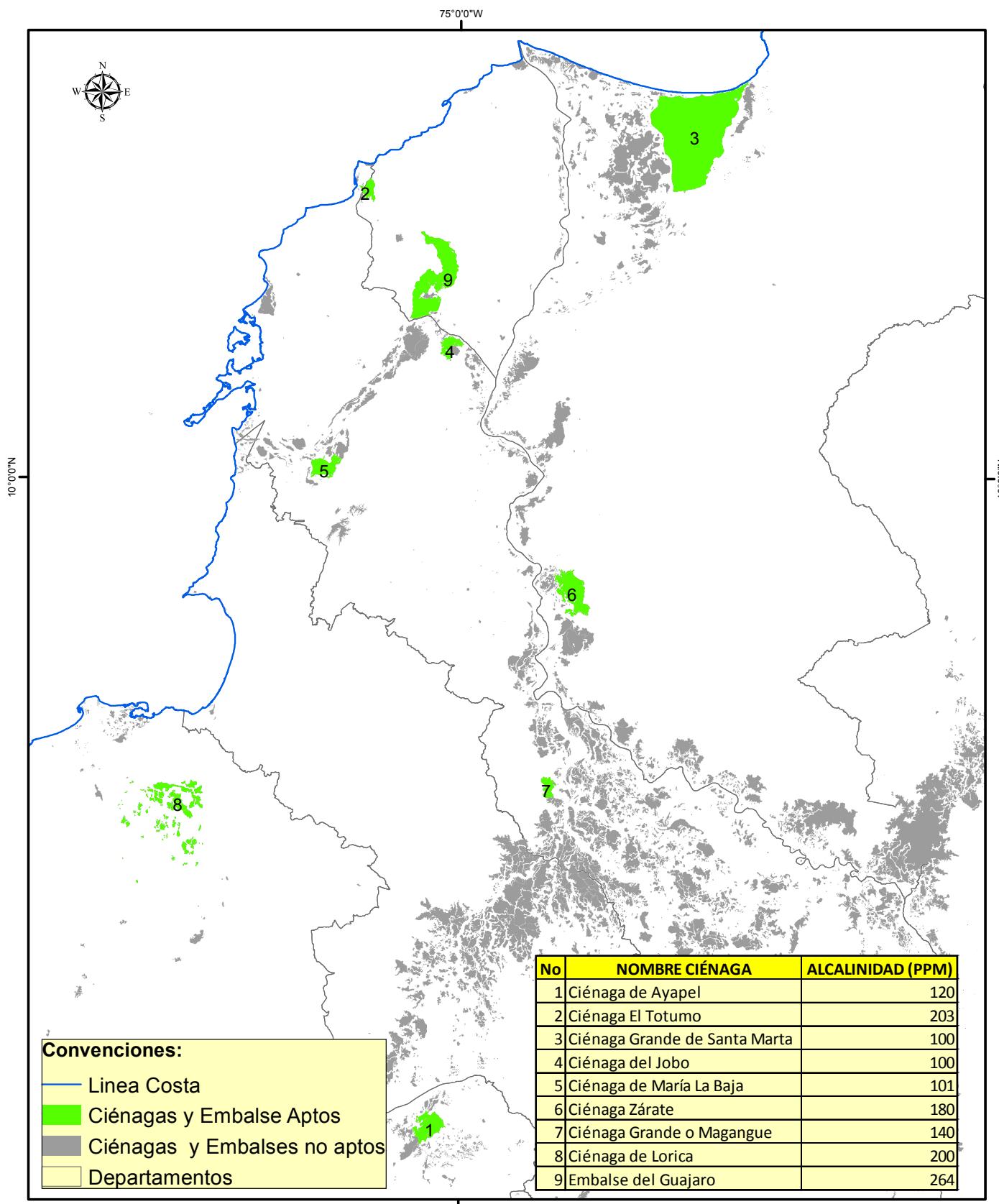
MAPA DE ACCESO AL AGUA

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

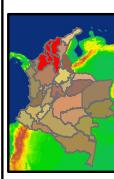


Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

Escala: 1:1,400,000
0 5 10 20 30 40 Kilometers



MAPA CALIDAD DE AGUA

ABRIL DE 2015





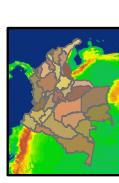
Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín

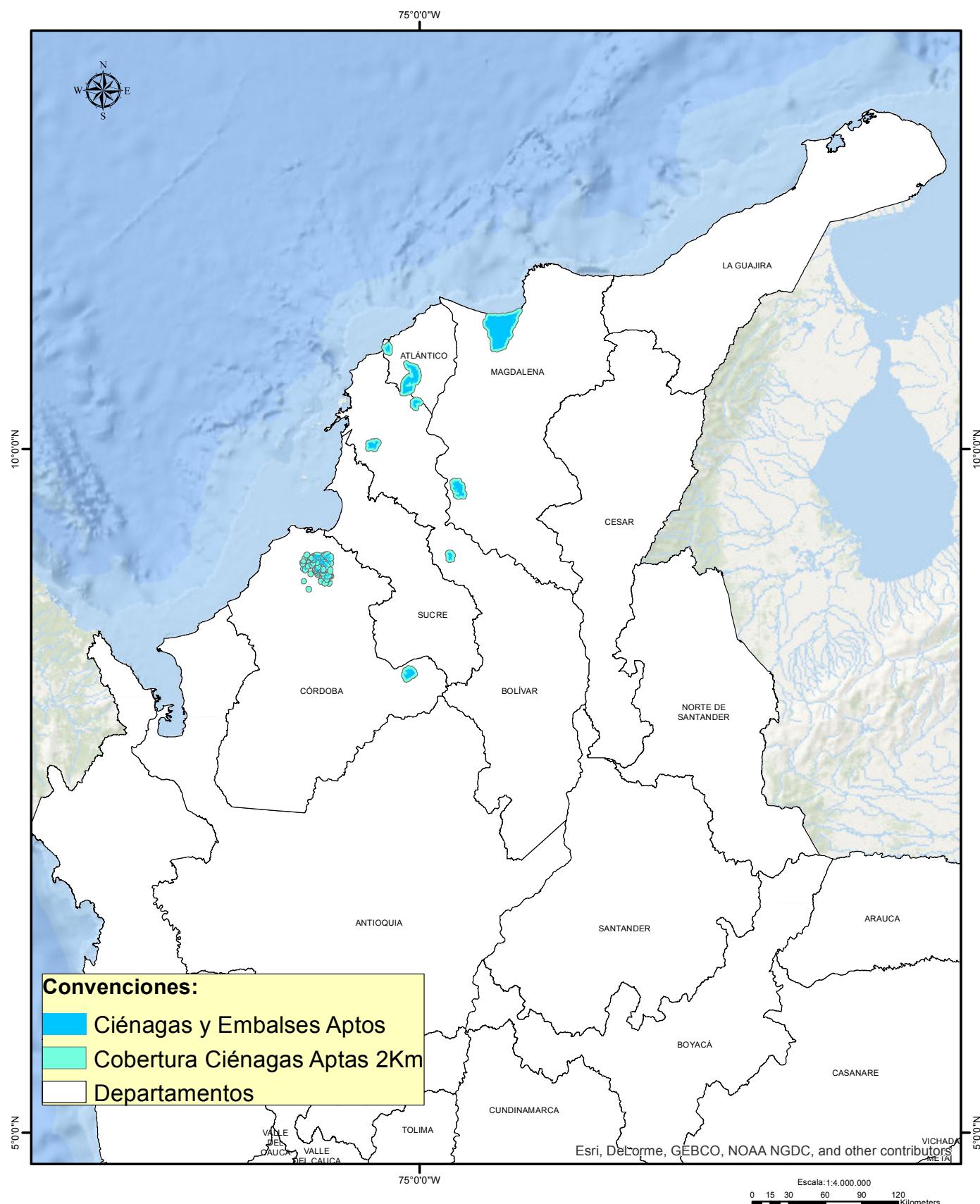
Escala: 1:8.000.000
0 30 60 120 180 240 Kilómetros



ÁREA DE INFLUENCIA DE 2KM DE LA LÍNEA DE COSTA

ABRIL DE 2015



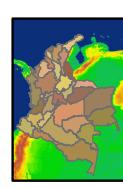


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



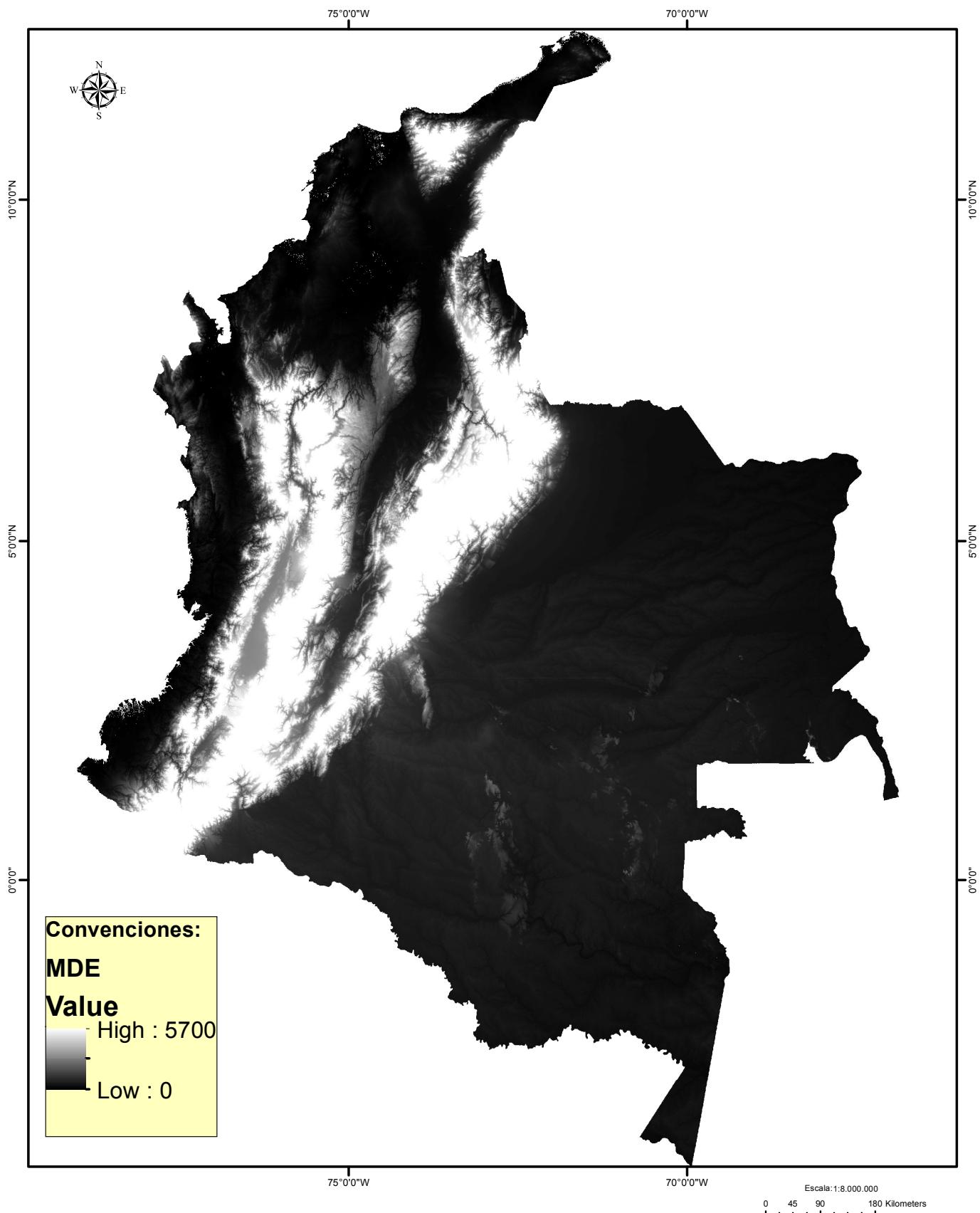
**MAPA ÁREA DE INFLUENCIA 2K DE LAS CIÉREAS
REGIÓN CARIBE**

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia

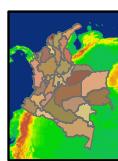


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín



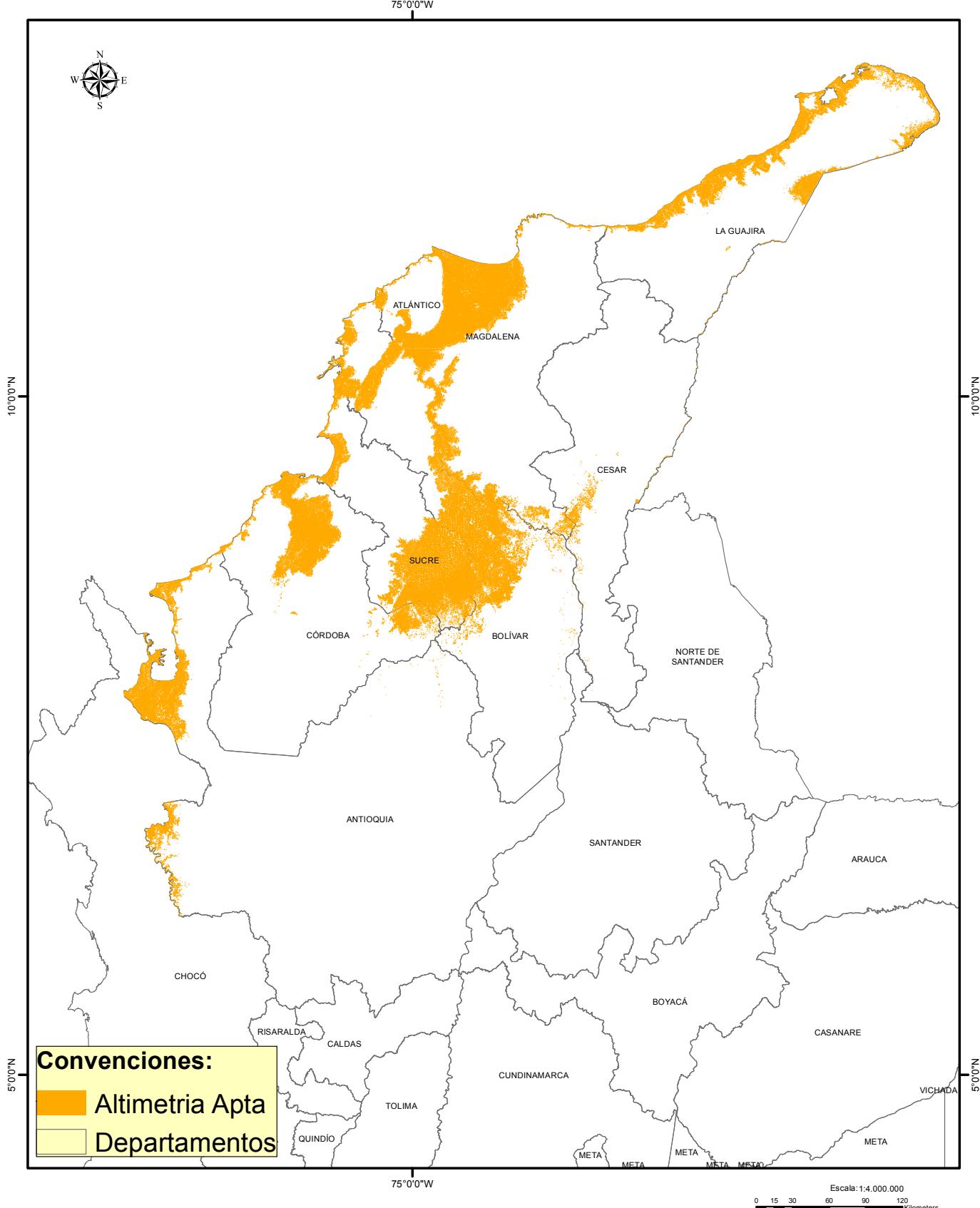
REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LAS ALTIMETRÍAS DE COLOMBIA



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de investigación de la
Acuicultura de Colombia

ABRIL DE 2015

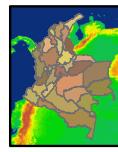


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



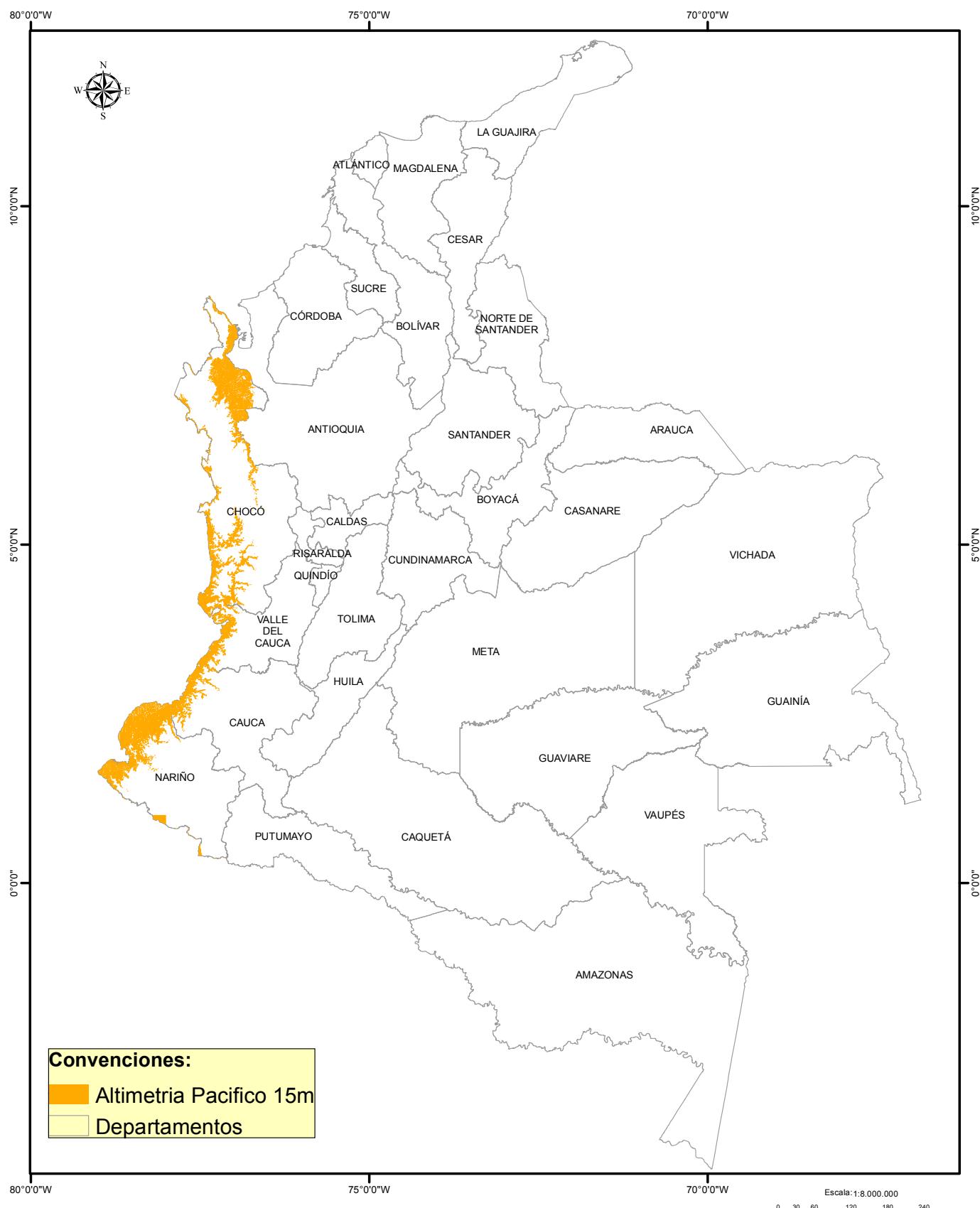
MAPA ZONAS APTAS POR ALTIMETRÍA HASTA 15 METROS
REGIÓN CARIBE

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

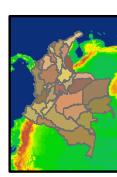


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



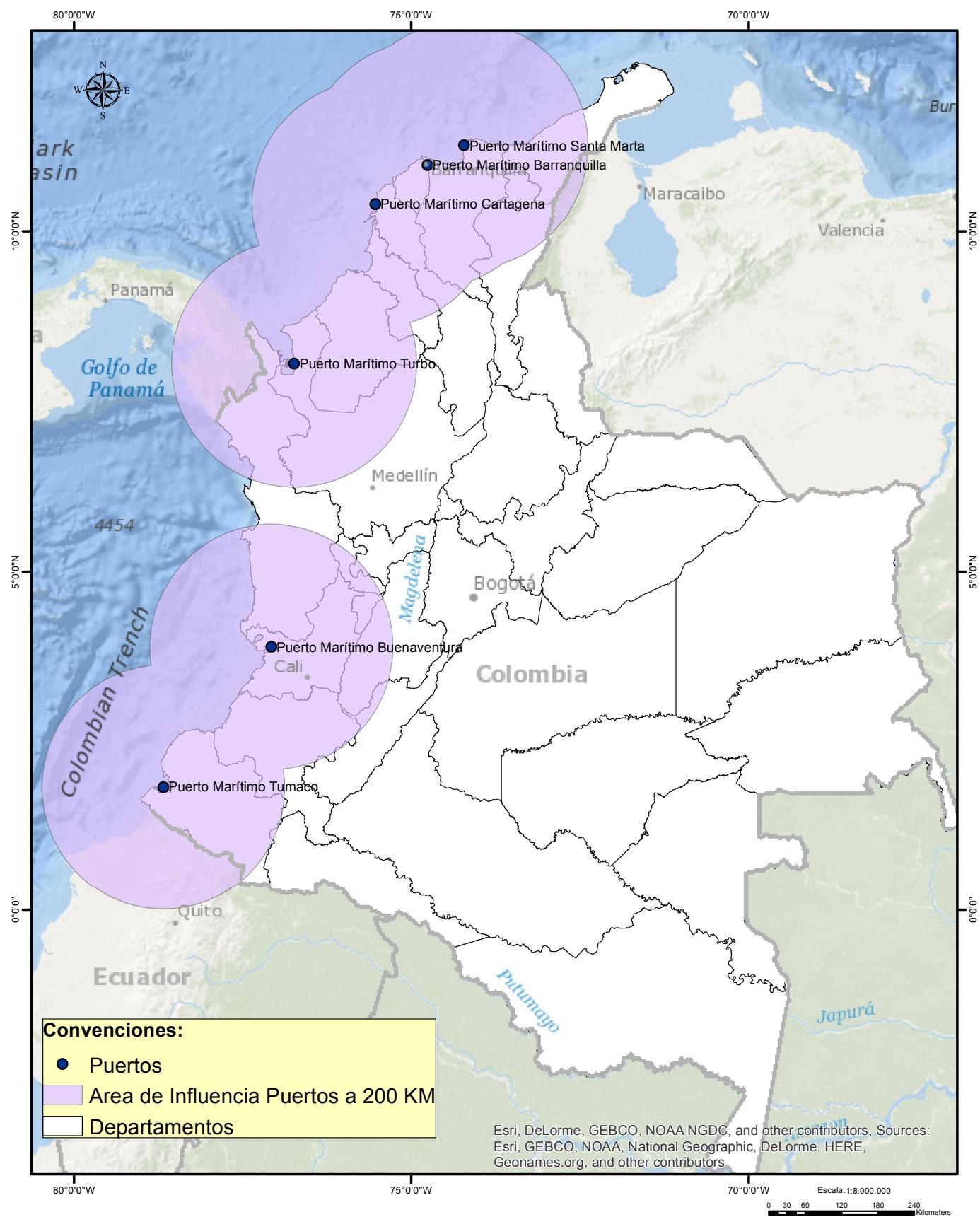
**MAPA ZONAS APTAS POR ALTIMETRÍA HASTA 15 METROS
REGIÓN PACIFICA**

ABRIL DE 2015



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUACULTURA Y PESCA
'Acuacultura y Peso con Responsabilidad'

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuicultura de Colombia

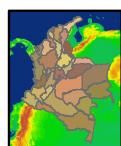


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

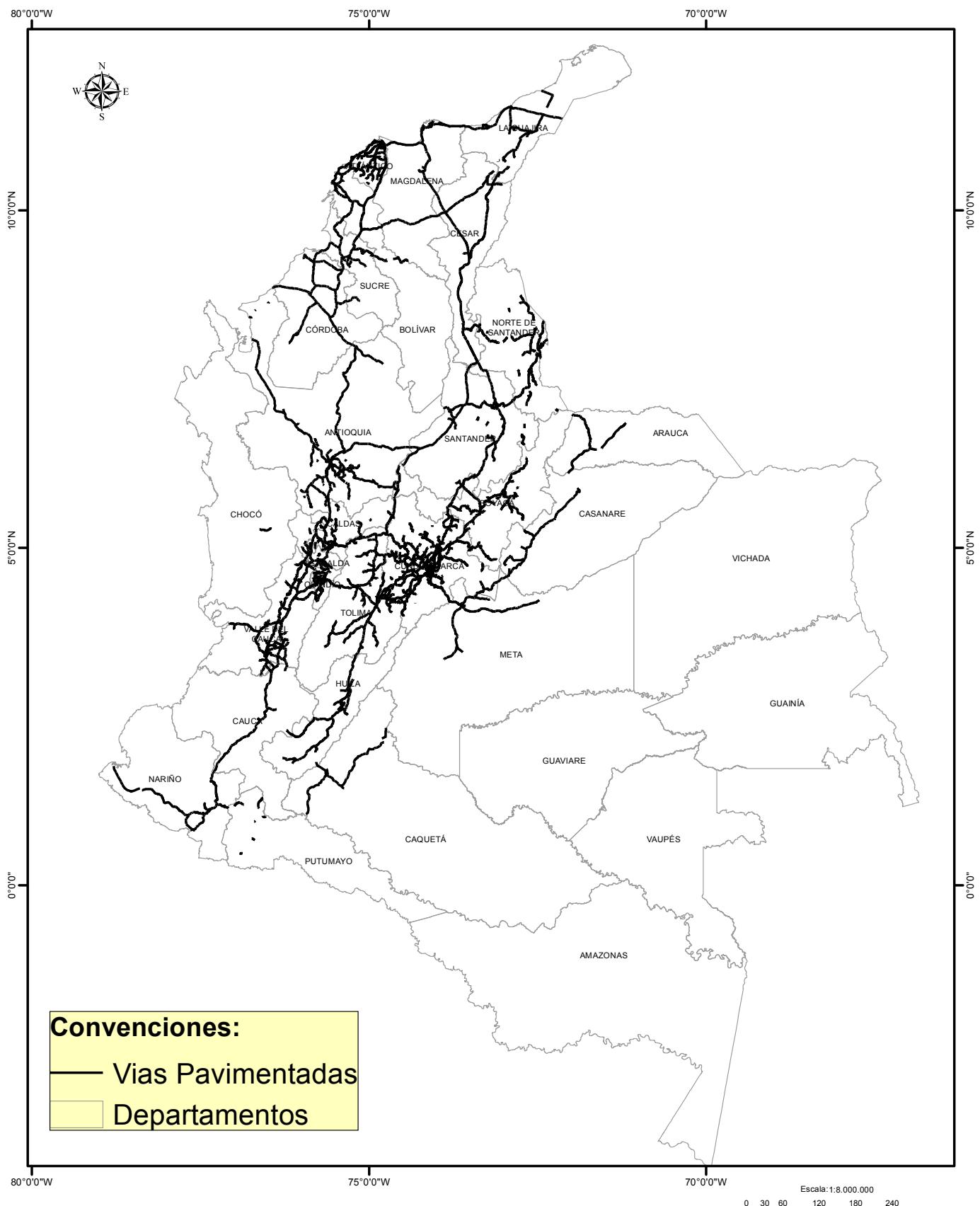
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



COBERTURA ESPACIAL DE 200 KM DE LOS PUERTOS DE COLOMBIA

ABRIL DE 2015



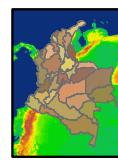


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



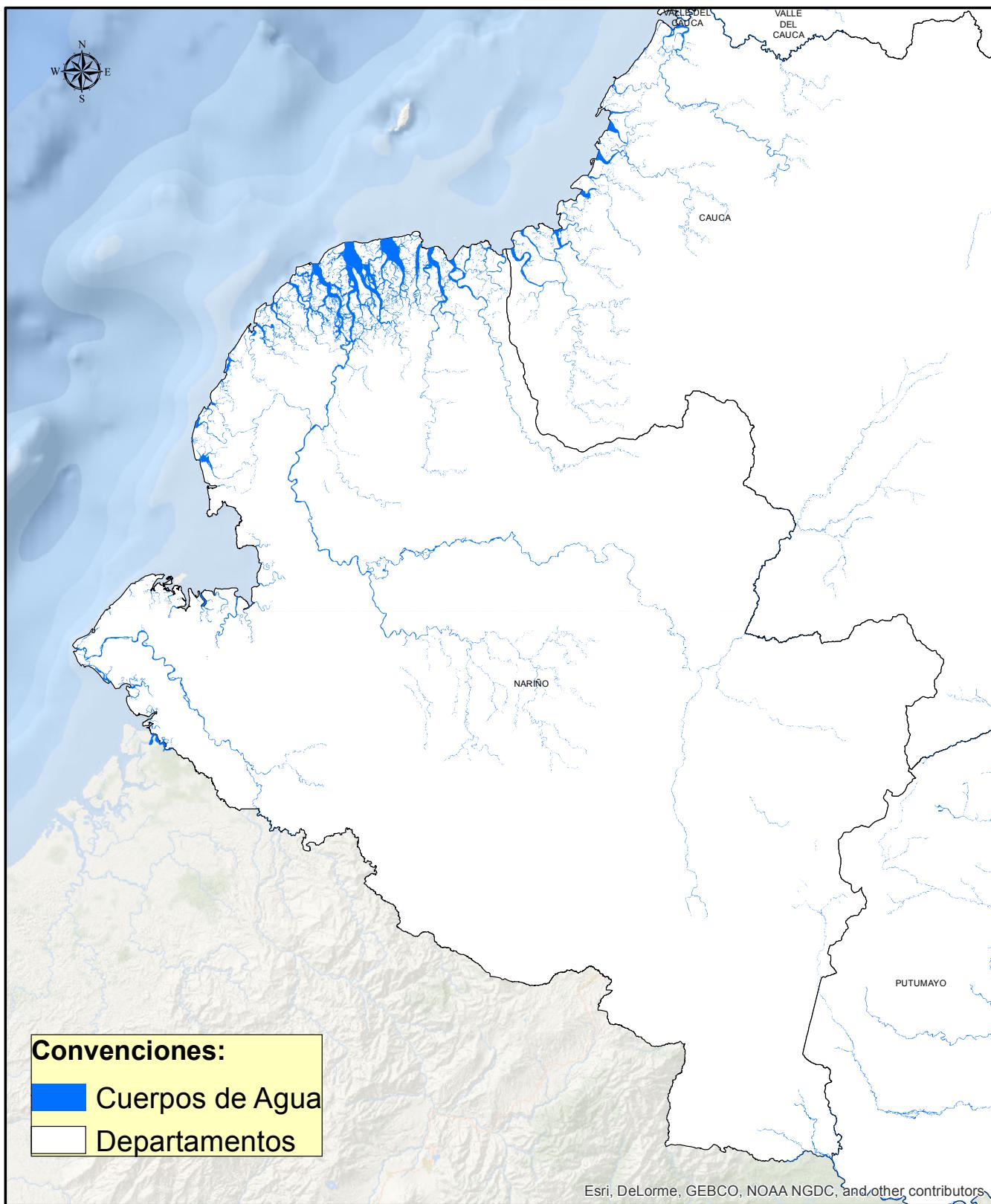
MAPA FACILIDADES DE VÍAS DE ACCESO

ABRIL DE 2015

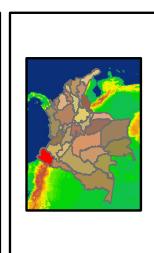


AUNAP
Autoridad Nacional
de Acuacultura y Pesca
"Acuacultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de Investigación de la
Acuacultura de Colombia



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA CUERPOS DE AGUA REGIÓN PACIFICA
ABRIL DE 2015

AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pesca con Responsabilidad"

CENIACUA
Centro de investigación de la Acuicultura de Colombia

Escala: 1:1.439.457
0 5 10 20 30 40 Kilometers

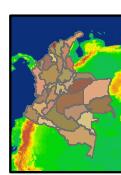


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

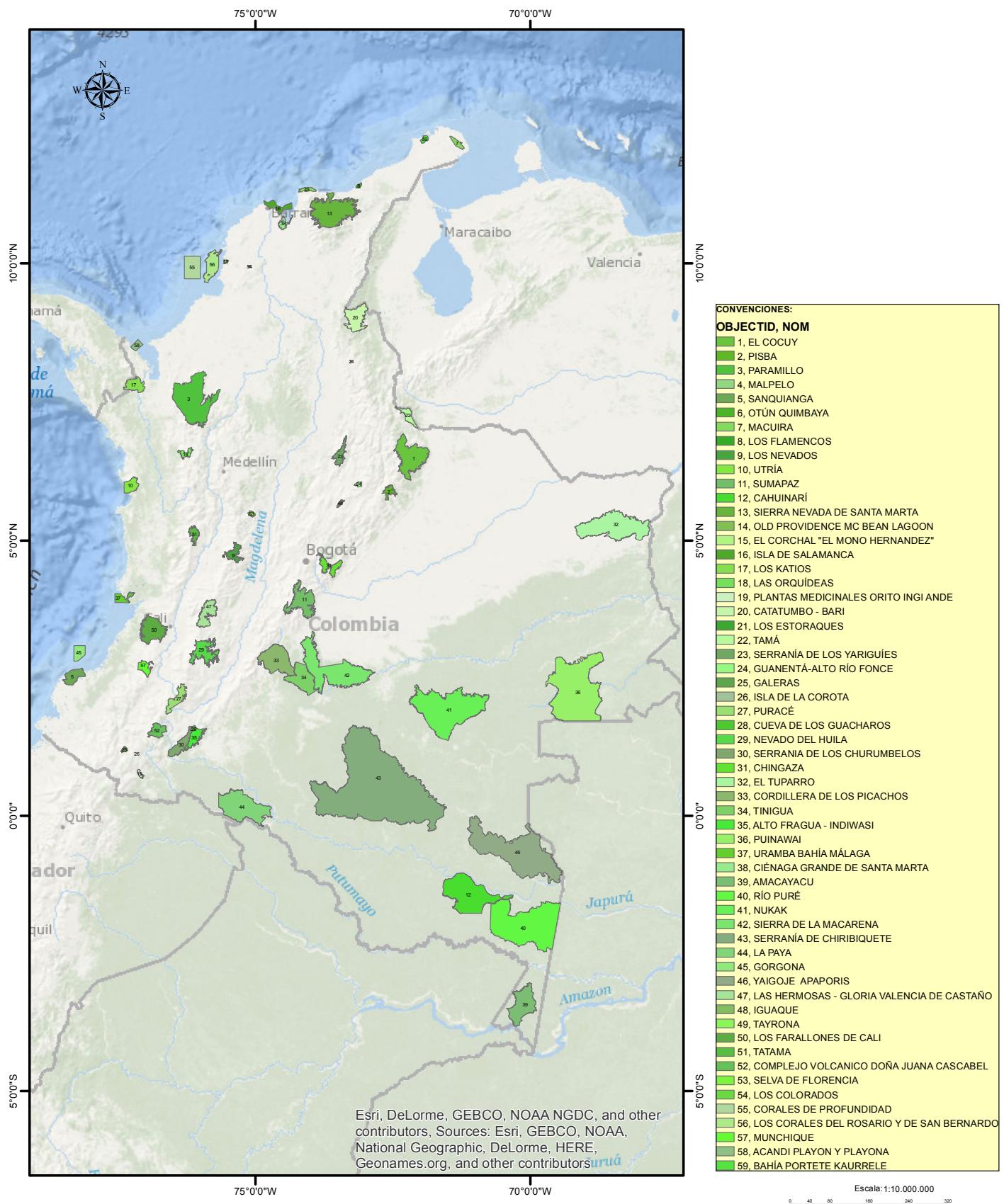
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



COBERTURA DE MANGLAR DE COLOMBIA

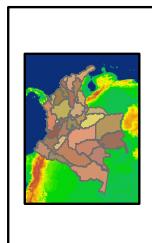
ABRIL DE 2015





Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

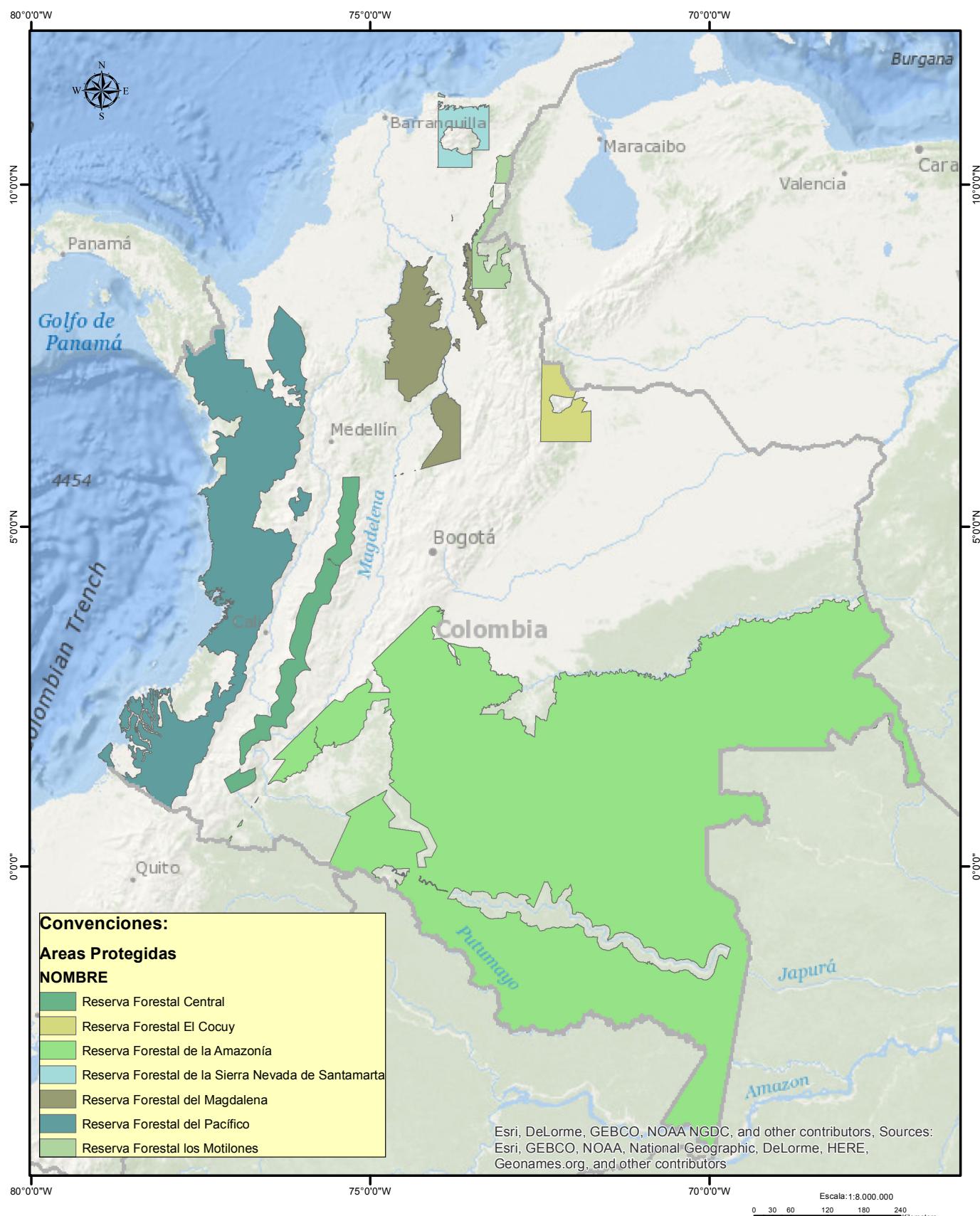


REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LOS PARQUES NATURALES NACIONALES

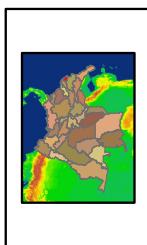
ABRIL DE 2015

AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE AGUAS Y PESCA
Acuicultura y Pesca con Responsabilidad

CENIACUA
Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo, CENIACUA, 2014.
Cartografía Base, IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin

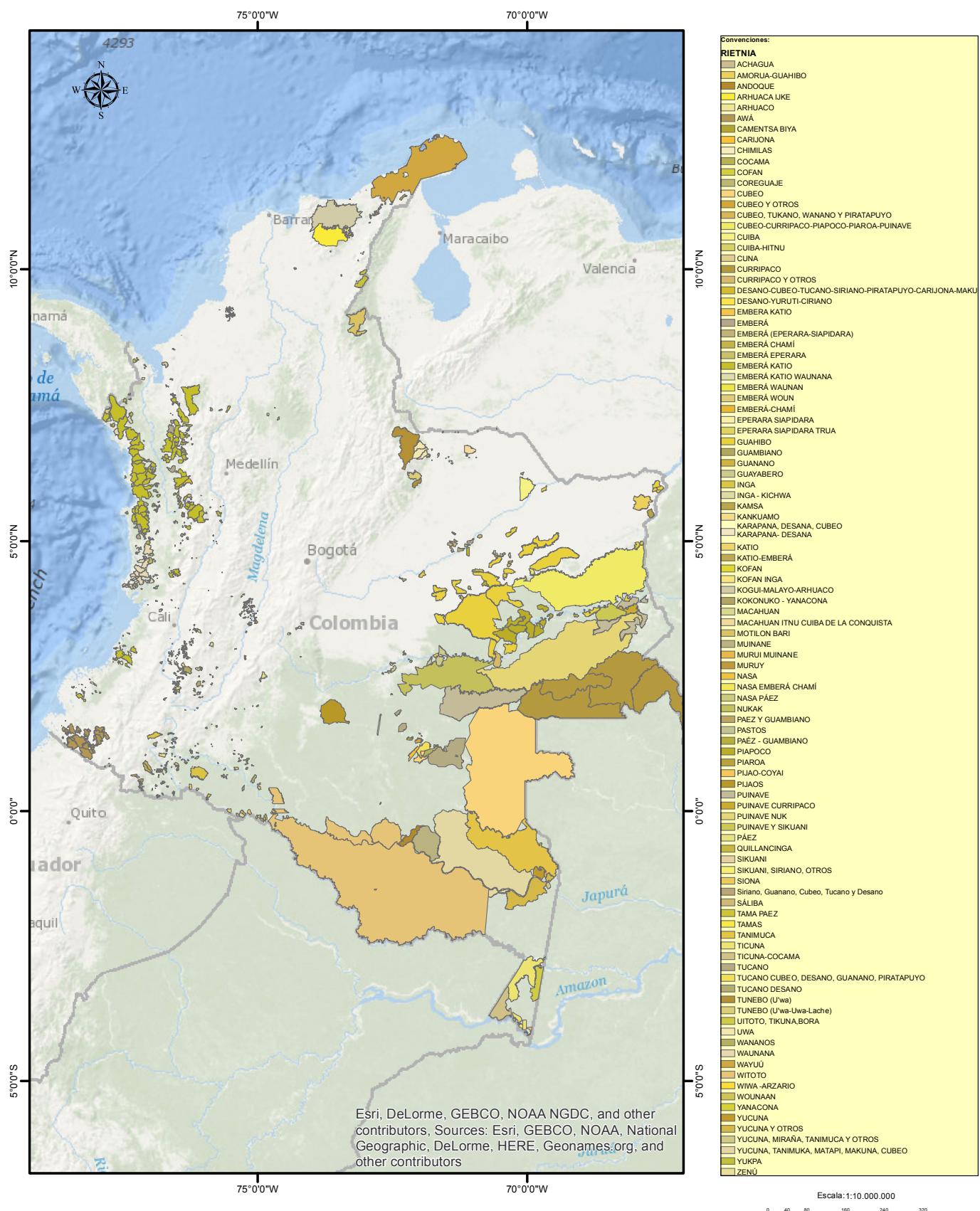


REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LAS ZONAS DE RESERVA FORESTAL

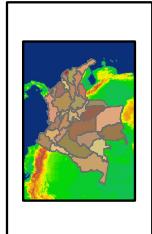
ABRIL DE 2015

AUNAP AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"

CENIACUA Centro de investigación de la Acuicultura de Colombia



Fuente Cartográfica:
Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010
Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquín

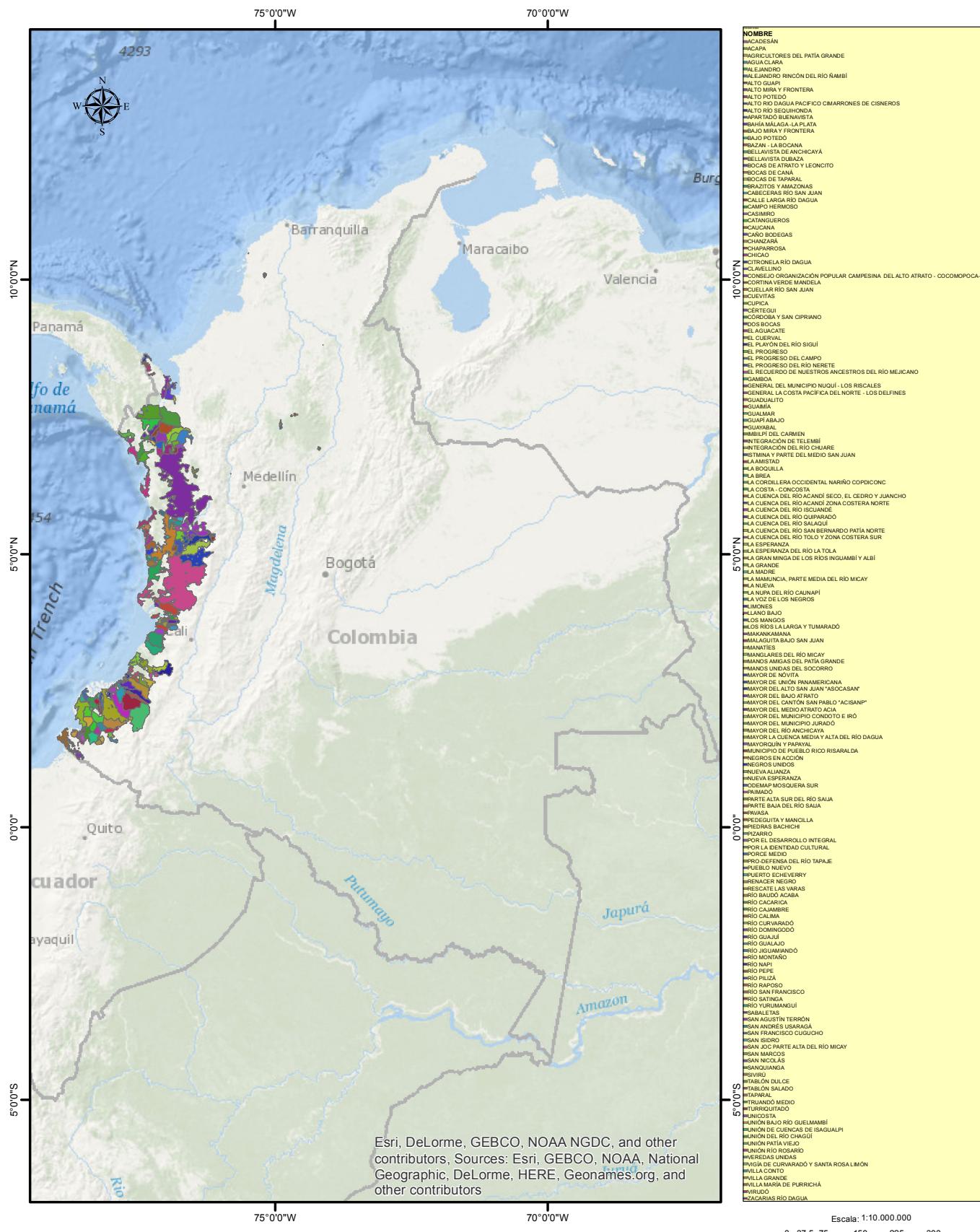


REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LOS RESGUARDOS INDÍGENAS

ABRIL DE 2015

AUNAP
 Asociación Nacional de Acuicultura y Pesca
Acuacultura y Pesca con responsabilidad

CENIACUA
 Centro de Investigación de la Acuacultura de Colombia

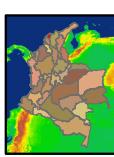


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

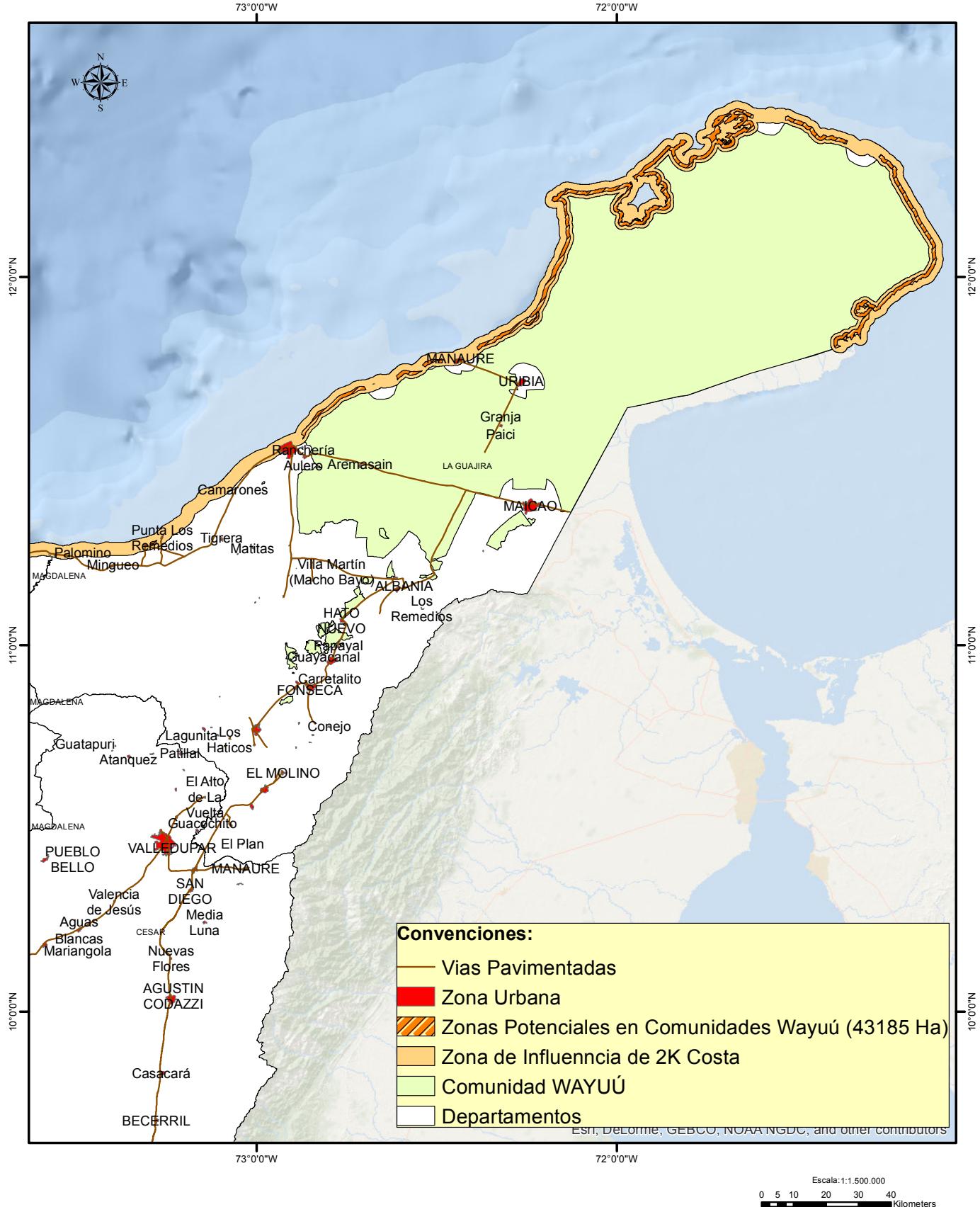
Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LAS COMUNIDADES NEGRAS

ABRIL DE 2015



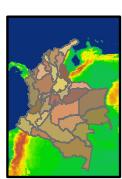


Fuente Cartográfica:

Levantamiento en Campo. CENIACUA, 2014.
Cartografía Base. IGAC, 2010

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Datum: D_WGS_1984
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

Elaborado por: GEOTIG SOLUCIONES SAS
Diseño, Elaboración y Digitalización:
Jose Luis Payares Varela - Camilo Platz Marroquin



MAPA ÁREA DE INFLUENCIA 2K DE LAS CIÉNAGAS
REGIÓN CARIBE

ABRIL DE 2015



"Acuicultura y Pescado con Responsabilidad"



Referencias Bibliográficas

- Aranguren L.F., Briñez B., Aragón L., Platz .C, Caraballo X., Suárez A., Salazar M. (2006). Necrotizing Hepatopancreatitis (NHP) Infected *Penaeus Vannamei* female broodstock: effect on reproductive parameters, nauplii and larvae quality. *Aquaculture*, 258,337-343.
- Aranguren L.F., Salazar M., Tang K. & Lightner D.V. (2013). Characterization of a highly pathogenic strain of TSV from Colombia shrimp culture. *Journal Of Invertebrate Pathology*, 112(1), 68-73.
- Bonami J.R., Trumper B., Mari J., Brehelin M. & Lightner D.V. (1990). Purification and characterization of IHNN virus of penaeid shrimps. *Journal of General Virology*, 71, 2657-2664.
- Bray W.A., Lawrence A.L. & Leung-Trujillo J.R. (1994). The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHNN virus and salinity. *Aquaculture*, 122, 133-146.
- Briñez B., Aranguren F. &, Salazar M. (2003). Fecal samples as DNA source for the diagnosis of necrotizing hepatopancreatitis (NHP) in *Penaeus vannamei* broodstock. *Diseases of Aquatic Organisms*. 55:69-72.
- Brock J.A. & Main K. (1994). A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. Oceanic Institute, Makapuu Point, Honolulu, Hawaii, USA, 241 Pp.
- Brock J.A., Gose R., Lightner D.V. & Hasson K. (1995). An overview on Taura syndrome, an important disease of farmed *P. vannamei*. In: Anonymous Swimming Through Troubled Water. Proceedings Of The Special Session On Shrimp Farming, World Aquaculture, P 84-94.

Brock, J.A. (1997). Special topic review: Taura syndrome, a disease important to shrimp farms in the Americas. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 13, 415–418.

Chang Y.S., Peng S.E., Yu H.T., Liu F.C., Wang C.H., Lo, C.F. & Kou G.H. (2004). Genetic and phenotypic variations of isolates of shrimp Taura syndrome virus found in *Penaeus monodon* and *Metapenaeus ensis* in Taiwan. *Journal of General Virology*, 85, 2963–2968.

Chayaburakul K., Nash G., Pratampipat P., Sriurairatana S., & Withyachumnarnkul B. (2004). Multiple pathogens found in growth-retarded black tiger shrimp *Penaeus monodon* cultivated in Thailand. *Diseases of Aquatic Organisms*, 60, 89–96.

Cock J, Gitterle T, Salazar M & Rye M. (2009). Breeding for disease resistance of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 286, 1-11.

Durand S, Tang K &, Lightner D.V. (2000). Frozen commodity shrimp: potential avenue for introduction of white spot syndrome virus and yellow head virus. *Journal of Aquatic Animal Health*, 12, 128-135.

Erickson H.S., Poulos B.T., Tang K.F.J., Bradley-Dunlop D. & Lightner D.V. (2005). Taura syndrome virus from Belize represents a unique variant. *Diseases of Aquatic Organisms*, 64, 91–98.

Flegelt W. (1997). Major viral diseases of the black tiger prawn (*Penaeus monodon*) in Thailand. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 13, 433–442.

Frelier, P.F., Sis, R.F., Bell T.A. & Lewis, D.H. (1992). Microscopic and ultrastructural studies of necrotizing hepatopancreatitis in pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) cultured in Texas. *Veterinary Pathology*, 29, 269–277.

Garza J.R., Hasson K.W., Poulos B.T., Redman R.M., White B.L. & Lightner D.V. (1997). Demonstration of infectious Taura syndrome virus in the feces of sea gulls collected during an epizootic in Texas. *Journal of Aquatic Animal Health*, 9, 156–159.

Guillan M., Thompson F. & Rodríguez J. (2004). Selection of probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 233(1-4): 1-14.

Hasson K., Lightner D.V., Poulos B., Redman R., White B., Brock J. & Bonami J. (1995). Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: demonstration of a viral etiology. *Diseases of Aquatic Organisms*, 23, 115.

Hasson K.W., Lightner D.V., Mohney L.L., Redman R.M., Poulos B.T. & White B.L. (1999). Taura syndrome virus (TSV) lesion development and the disease cycle in the pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 36, 81–93.

Heres A. (2009). Histopathological, biological and molecular characteristics of the pathogenic *Spiroplasma penaei* isolated from the hemolymph of infected pacific white shrimp, *P. vannamei*. *Thesis Of Doctorate, University Of Arizona*.

Jimenez R., Barniol R., De Barniol L. & Machuca M. (2000). periodic occurrence of epithelial viral necrosis outbreaks in *Penaeus vannamei* in Ecuador. *Diseases of Aquatic Organisms*, 42, 91–99.

Jory D. (2015). Status, issues and perspectives of the global shrimp farming industry: Opportunities for U.S. shrimp producers. Indiana Indoor Shrimp Production Brainstorming Session. Indiana Soybean Alliance, Indianapolis, IN. 104 slides.

King A., Adams M., Carstens E. & Lefkowitz E.J., Eds. (2012). Virus taxonomy, IXth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, Elsevier, Academic Press, London, UK, 797–801.

Krabsetsve K., Cullen B.R. & Owens L. (2004). Rediscovery of the australian strain of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus. *Diseases of Aquatic Organisms*, 61, 153–158.

Lightner D.V. (2011). Virus Diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (The Americas): A Review. *Journal of Invertebrate Pathology*, 106:110-130.

Lightner D.V. (1995). Taura syndrome: an economically important viral disease impacting the shrimp farming industries of the Americas including the United States. Proceedings Of The 99th Annual Meeting US Animal Health Association, Reno, Nevada, USA, 36–52.

Lightner D.V., Redman R.M. & Almada Ruiz E.A. (1989). *Baculovirus penaei* in *Penaeus stylirostris* (Crustacea: Decapoda) cultured in Mexico: unique cytopathology and new geographic record. *Journal of Invertebrate Pathology*, 53, 137–139.

Lightner D.V. (1996). A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Bauton Rouge, LA.

Lightner, D.V., Bell, T.A., Redman, R.M., Mohney, L.L., Natividad, J.N., Rukyani, A., Poernomo, A. (1992). A review of some major diseases of economic significance in penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indopacific. in: Diseases in Asian Aquaculture I. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 57–80.

Lo C.F. & Kou G.H. (1998). Virus-associated white spot syndrome of shrimp in Taiwan: A Review. *Fish Pathoogy*, 33, 365–371.

Maeda M., Itami T., Mizuki E., Tanaka R., Yoshizu Y., Doi K., Yasunaga-Aoki C., Takahashi Y. & Kawarabata T. (2000). Red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*): an alternative experimental host in the study of white spot syndrome virus. *Acta Virologica*, 44, 371–374.

Montgomery-Brock D., Tacon A.G.J., Poulos B., & Lightner D.V. (2007). Reduced replication of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) in *Litopenaeus vannamei* held in warm water. *Aquaculture*, 265, 41–48.

Morales Covarrubias M., Osuna-Duarte A., Garcia-Gasca A., Lightner D.V. & Mota-Urbina J. (2006). Prevalence of necrotizing hepatopancreatitis in female broodstock of white shrimp *Penaeus vannamei* with unilateral eyestalk ablation and hormone injection. *Journal of Aquatic Animal Health*, 18, 19–25.

Moss Sm, Doyle R.W. &, Lightner D.V. (2005). Breeding shrimp for disease resistance: challenges and opportunities for improvement. Diseases in Asian aquaculture V. Manila: Asian Fisheries Society :379-393.

Newmark Umbreit, R. F. (1993). Influencia de la productividad primaria y secundaria en la producción de los camarones marinos cultivados (*P. vannamei*, *P. stylirostris* y *P. schmitti*), en el litoral Caribe colombiano (Informe final fase I)-Sub proyecto - Santa Marta-INVEMAR- 136 H-II-30.

Newmark, R. F. Uribe A., Amador J. (1996). Análisis de la información histórica de la producción de *Penaeus vannamei* en la costa pacífica colombiana Periodo 1990-1995. Cartagena. CENIACUA.

Nunan L.M., Tang-Nelson K. & Lightner D.V. (2004). Real-time RT-PCR determination of viral copy number in *Penaeus vannamei* experimentally infected with Taura syndrome virus (TSV). *Aquaculture*, 229, 1–10.

Nunan L, C. Pantoja, S. Gómez-Jimenez & Lightner D. V. (2013). "Candidatus *Hepatobacter penaei*," An intracellular pathogenic enteric bacterium in the hepatopancreas of the marine shrimp *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda) *Applied and Environmental Microbiology*. 2013, 79(4):1407.

Nunan L. M., Pantoja, C. R., Salazar, M., Aranguren & Lightner, D. V. (2004). Characterization and molecular methods for detection of a novel Spiroplasma pathogenic to *P. vannamei*. *Diseases of Aquatic Organisms*. 62, 255-264.

OIE (Office International Des Epizonties/World Animal Health Organization) (2014). Aquatic Animal Health Code (2010), 14th Ed. Office International Des Epizonties, Paris. Article 1.3.3

Overstreet R.M. (1994). Bp (*Baculovirus penaei*) in penaeid shrimps. USMSFP 10th Anniversary Review, Gcrl Special Publication No. 1, 97–106.

Robles-Sikisaka R., Garcia D.K., Klimpel K.R. & Dhar A.K. (2001). Nucleotide sequence of 3"-end of the genome of Taura syndrome virus of shrimp suggests that it is related to insect Picornaviruses. *Archives of Virology*, 146, 941–952.

Sistema de alimentación para crecimientos Ziegler Revision On Line. Dirección URL: <http://www.zieglerfeed.com/Literature/Growout%20Feeds.pdf>

Srisuvan T, Tang K.F., Lightner D.V. (2005). Experimental infection of *Penaeus monodon* with Taura syndrome virus (TSV). *Diseases of Aquatic Organisms*, 67, 1-8.

Stentifordg.D., Bonami J.R. & Alday-Sanz V. (2009). A critical review of susceptibility of crustaceans to Taura syndrome, yellowhead disease and white spot disease and implications of inclusion of these diseases in European legislation. *Aquaculture*, 291, 1–17.

Tabla Alimentacion Ziegler Revisión On Line. Dirección URL: Http://Www.Zieglerfeed.Com/Product_Literature/Aquaculture%20literature_Shrimp%20growout/Growout%20matrix_Sp.Pdf

Tang K.F.J. & Lightner D.V. (2006). Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) in the genome of the black tiger prawn *Penaeus monodon* from Africa and Australia. *Virus Research*, 118, 185–191.

Tang K.F. & Lightner D.V. (2005). Phylogenetic analysis of Taura syndrome virus isolates collected between 1993 and 2004 and virulence comparison between two isolates representing different genetic variants. *Virus Research*, 112:69-76.

Tu C, Huang Ht, Chuang Sh, Hsu Jp, Kuo St, Li Nj, Hsu Tl, Li Mc, Lin Sy (1999). Taura syndrome in pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. *Diseases of Aquatic Organisms*, 38,159-161.

Vidal O.M., Granja C.B., Aranguren F., Brock J.A. & Salazar M. (2001). A profound effect of hyperthermia on survival of *Litopenaeus vannamei* Juveniles infected with white spot syndrome virus. *J. World Aquaculture Soc.*, 32, 364–372.

Wertheim J.O., Tang K.F.J., Navarro S.A. & Lightner D.V. (2009). A quick fuse and the emergence of Taura syndrome virus. *Virology*, 390 (2), 324–329.

Wongteerasupaya C., Vickers J.E., Sriurairatana S., Nash G.L., Akarajamorn A., Boonsaeng V., Panyim S., Tassanakajon A., Withyachumnarnkul B. & Flegel T.W. (1995). A non-occluded, systemic Baculovirus that occurs in cells of ectodermal and mesodermal origin and causes high mortality in the black tiger prawn *Penaeus monodon*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 21, 69–77.



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA



CENIACUA