

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

TITULO

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL BAGRE DE CANAL
(*Ictalurus punctatus*) COMO UNA HERRAMIENTA PARA PROPONER MEJORES
PRÁCTICAS DE MANEJO. CASO DE ESTUDIO: GRANJA "RÍO CRISTAL
XICOTÉNCATL", MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, TAMAULIPAS

PRESENTA:

ULISES DE JESUS BALDERAS MANCILLA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, AGOSTO DE 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

"EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL BAGRE DE CANAL
(*Ictalurus punctatus*) COMO UNA HERRAMIENTA PARA PROPONER MEJORES
PRÁCTICAS DE MANEJO. CASO DE ESTUDIO: GRANJA "RÍO CRISTAL
XICOTÉNCATL", MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, TAMAULIPAS"

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

ULISES DE JESUS BALDERAS MANCILLA

Aprobada por:

Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Director de tesis

M.C. Rubén Enrique Couch de la Garza

Codirector

Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales

Mil Gracias...

A mi padre: gracias por el apoyo brindado desde la licenciatura y ahora esta etapa que está por culminar y aunque en años no hemos estado juntos, sé que siempre tendré tu apoyo y amor. ¡Gracias papa! Te amo.

A mi madre por todo el apoyo y amor que desde mi preparación profesional me ha brindado, estoy infinitamente agradecido ¡TE AMO Madre!

A mis hermanos:

Edder por su apoyo y cariño desde siempre mil gracias hermano te quiero mucho

Luis Ángel por su apoyo y cariño desde siempre mil gracias hermano te quiero mucho

A mis amigos:

Oscar por su amistad y apoyo siempre estando presente

Luis Gadiel de igual manera por su amistad y apoyo.

Ayari mi mejor amiga a la que amo tanto siempre dándome tu cariño y amistad te quiero mil Bb

Jessica por su amistad y cariño que quiero mucho Bb

Sahara mi mejor amiga y compadre te quiero mucho Bb siempre

Omar por su apoyo y amistad, así como guiarme en temas de la acuicultura

Marigely mi otra mejor amiga que quiero mil Bb

Amanda mi mejor amiga te quiero mucho Bb gracias por tu amistad

Gracias también a mis amigos de Maestría: Ulises Luna, Iván Matty, Pedro Alcázar, Jhovany Quintana.

Pues a todos los que han formado parte en mi vida y carrera profesional.

Quiero agradecerle enormemente:

Dr. Gorgonio Ruiz Campos. Por las enseñanzas en cuestiones académicas y su apoyo como persona.

M.C. Rubén E. Couoh De La Garza por su apoyo en toda la Maestría y espero siempre seguir con su apoyo y amistad.

Dr. Aldo A. Guevara Carrizales. Por su apoyo y amistad durante la Maestría.

A mis Profesores de Maestría: Dr. Claudia Leyva, M.C. Patricia Aceves, Dr. Ileana Espejel, Dr. Evarista Arellano, Dr. Guillermo Romero, Dr. Hugo Riemann, Dr. Ricardo Eaton.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, s.c Unidad Hermosillo por permitirme realizar la estancia en el Laboratorio de Referencia, Análisis y Diagnóstico en Sanidad Acuícola y al Dr. Jorge Hernández López por su apoyo.

Al personal de la Granja Río Cristal Xicoténcatl por permitirme realizar mi trabajo de tesis con ellos.

CONACYT por la beca otorgada en la Maestría

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Distribución nativa del bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>) en Norte américa. Recuperado de www.floridamuseum.ufl.edu	14
FIGURA 2. Aspecto físico de un bagre de canal adulto (<i>Ictalurus punctatus</i>).....	15
FIGURA 3. Anatomía física del bagre de canal <i>Ictalurus punctatus</i> (Tucker y Robinson ,1990).....	16
FIGURA 4. Ciclo de vida del bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>).Recuperado http://www.fishandboat.com	18
FIGURA 5. Ubicación geográfica de la zona de estudio presa Emilio Portes Gil y Granja Río Cristal Xicoténcatl.	25
FIGURA 6. Diagrama de flujo del proceso productivo del bagre de canal en la granja “Río cristal Xicoténcatl.	40
FIGURA 7. Diagrama de árbol de decisiones de COVENIN, 2012	47
FIGURA 8. a) Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones de parámetros ambientales en las diferentes estaciones del año 2014. a).Temperatura. b) precipitación. c) velocidad del viento	49
FIGURA 9. a) Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones del porcentaje de mortalidad de bagre de canal en las diferentes estaciones del año 2014. Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones del porcentaje de mortalidad de bagre de canal respecto a las fluctuaciones de parámetros ambientales del año 2014. b) temperatura. c) precipitación. d) velocidad de viento.	50
FIGURA 10. Prevalencia de bacterias y parásitos por estaciones en el año 2014	51
FIGURA 11. Porcentaje de prevalencia de los patógenos en el año 2014	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Identificación de riesgos en cada etapa en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal en la granja Rio Cristal Xicoténcatl.	42
TABLA 2. Relación de los riesgos identificados en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal.....	43
TABLA 3. Identificación de puntos críticos de control en cada etapa en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal.	44
TABLA 4. Número de casos reportados y organismo patógenos en las mortalidades reportadas en el 2014. .	52
TABLA 5 . Establecimiento de límites críticos para cada punto crítico en cada etapa o proceso.	53
TABLA 6. Sistema de vigilancia para cada punto crítico de control	57

ÍNDICE

I INTRODUCCION.....	1
II. PROBLEMÁTICA.....	3
III. JUSTIFICACION.....	4
IV OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
V. HIPÓTESIS.....	6
VI. ANTECEDENTES.....	7
6.1. El Sistema de Análisis de Peligros, Identificación y Control de Puntos Críticos.....	7
6.2. El Bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>).....	10
6.3. El bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>) en México.....	11
6.4. El cultivo de bagre en Tamaulipas.....	12
6.5. Generalidades de la Especie de Bagre de Canal (<i>Ictalurus punctatus</i>).....	13
6.5.1. Distribución geográfica.....	13
6.5.2 Biología y Características Físicas.....	14
6.5.3. Hábitos de Alimentación.....	16
6.5.4. Reproducción y ciclo de vida.....	17
6.5.5. Taxonomía.....	19
6.6. Calidad de agua.....	19
6.6.1 Temperatura.....	20
6.6.2. Oxígeno.....	20
6.6.3. Potencial de hidrogeno (pH).....	21
6.6.4 Amoníaco.....	21
6.6.5 Nitrito.....	22
6.6.6. Nitrato.....	22
6.6.7. Alcalinidad y dureza.....	23
6.7. Sanidad y Enfermedades.....	23
VII. ÁREA DE ESTUDIO.....	25
VIII. METODOLOGÍA.....	28
IX. RESULTADOS.....	32
X. DISCUSIÓN.....	133
XI. CONCLUSIÓN.....	137
XII LITERATURA.....	139

Resumen.

En el siguiente trabajo se aplicó un Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos, ARICPC, el estudio se realizó en la granja Río Cristal Xicoténcatl ubicado en el municipio de González Tamaulipas. La actividad principal de la granja es la engorda del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), el estudio realizado describe las etapas de todo el ciclo de producción de dicha especie en la granja. Durante el ciclo de producción se identificaron los riesgos en cada etapa y/o proceso que pudieran afectar significativamente la producción del bagre de canal y en consecuencia afectará el producto final destinado al consumo humano.

El análisis de los datos ambientales, las mortalidades que se suscitaron en el periodo del 2014 y el registro de los patógenos, demostró que los parámetros ambientales no tuvieron efecto sobre la temperatura y estos a su vez no tuvieron efecto alguno sobre la mortalidad de los peces, la temperatura estuvo en el intervalo óptimo en el bagre. Las mortalidades tanto altas como bajas se presentaron en el mismo rango de temperatura. Cabe destacar que la temperatura tiene efecto sobre la concentración de oxígeno disuelto. Para el caso de los patógenos se observó una diferencia significativa entre la época del año (estaciones) con respecto a la prevalencia de patógenos, donde las bacterias tuvieron mayor presencia en verano, mientras que los parásitos tuvieron mayor presencia en invierno.

Con el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos se pudo determinar que prácticas sub-óptimas de manejo en el proceso de producción del bagre de canal pudo originar las altas mortalidades en el periodo 2014 y no a las condiciones ambientales que se presentaron en dicho año.

Como parte de los resultados se elaboró un manual de buenas prácticas, propuesta para corregir aquellos puntos críticos identificados y contribuir al mejoramiento del proceso productivo de engorda del bagre de canal. Las recomendaciones están basadas en el cumplimiento de las buenas prácticas de cultivo, las cuales establecen las bases de higiene y sanidad necesarias para la producción de bagre de canal destinada al consumo humano.

I INTRODUCCION

El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es uno de los peces, con mayor potencial para el comercio de la acuicultura, (Lara, 2015) debido a su crecimiento rápido, fácil manejo de reproducción, facilidad de desove, además de aceptar alimento rápidamente y tolerancia a amplios rangos de condiciones ambientales, entre otras (Lee, 1991; Chatakondi, 2012; Peres et al., 2003).

En la acuicultura del bagre de canal los sistemas de crianza, con respecto al movimiento del agua, pueden ser de flujo corriente o estático. Para esta especie los estanques son el sistema estático más común como la unidad de cultivo, y este es el método de producción más económico, las jaulas es otro método de cultivo para el bagre donde se pueden utilizar en cualquier fuente de agua ya sea estancadas o con corrientes, también existen los sistemas de recirculación donde el agua fluye o bien el uso de estanques de geo membrana (Tucker y Robinson, 1990) estos métodos hace que la producción se abastezca con una densidad de animales considerablemente apropiado para el objetivo final de producción de tamaño comercial ideal y biomasa de cosecha (Boyd et al., 2008).

La granja Río Cristal Xicotécatl ubicado en el municipio de González Tamaulipas tiene como objetivo primordial la cría y engorda de bagre de canal utilizando diversos sistemas de producción, y para ello, cuenta con la infraestructura, equipo, personal y fuente de abastecimiento de agua de la Presa Emilio Portes Gil para llevar a cabo el proceso de producción.

En el año 2014 se presentó una mortalidad alta que impacto de manera significativa la producción del bagre de canal para ese año, motivo por el cual el objetivo general de este trabajo fue identificar los riesgos potenciales en cada etapa del proceso desde a reproducción hasta la venta, mediante la aplicación de un Análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos (ARICPC) descrita por (Zarco,

1993) y posteriormente aplicar medidas correctivas para mejorar las prácticas de manejo y disminuir así los riesgos de la producción.

En cuanto los objetivos específicos en la investigación, se determinó en cada etapa del proceso productivo, aquello que fuera un inadecuado manejo junto con las consecuencias, es decir identificar los riesgos en el proceso productivo que resultan ser puntos críticos y podrían causar efectos negativos en la producción y consecuentemente un producto en malas condiciones al consumidor.

Otro objetivo específico fue el análisis de los datos ambientales y datos de la prevalencia de los patógenos reportados por el Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Tamaulipas y su relación con las mortalidades que se presentaron en el año 2014, que de acuerdo con Lewis. (1985) y Wyatt et al. (2006), Para tener un buen manejo en el cultivo de peces se deben considerar eventos o condiciones ambientales que pueden estar asociados con el agotamiento de oxígeno y las variaciones de temperatura y así originar la prevalencia de patógenos, especialmente en cultivos de estanquería rústica que están expuestos a factores bióticos y abióticos que favorecen a la prevalencia de patógenos esto añadiendo las malas prácticas que se generan en la granja.

Uno de los productos finales con base en un ARICPC fue la propuesta de un manual de buenas prácticas de manejo donde se atienden cada punto que fue crítico en cada etapa de producción y así la aplicación de medidas correctivas y/o recomendaciones para promover la salud y reducir al mínimo el estrés que puede debilitar el sistema natural de defensa que tiene el bagre de protegerse contra enfermedades que causan mortalidades en grandes magnitudes.

II. PROBLEMÁTICA

En el año 2014 se presentó una elevada mortalidad del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) que mermó la producción en una granja situada en el municipio de Xicoténcatl Tamaulipas, cuya causa esté asociada a un inadecuado manejo en todo el proceso de producción y cultivo de esta especie.

III. JUSTIFICACION

En el estado de Tamaulipas la acuicultura dulceacuícola es la que más se ha desarrollado por encima de algunos cultivos de especies de aguas marinas y salobres.

El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es endémico de Norte América y una de las especies con mayor potencial acuicultural. El estado de Tamaulipas ocupa el primer lugar en producción de bagre a nivel nacional, con una producción de mil toneladas anuales a través de 30 granjas, que se localizan en diferentes municipios en el estado, lo cual hace de esta especie de gran importancia para el desarrollo económico de la región. El bagre es ampliamente apreciado en el mercado por su carne blanca, de agradable sabor y consistencia. Además, su carne tiene un alto contenido de proteínas y bajo en calorías, contiene calcio, hierro y poco sodio. En México, el bagre de canal se encuentra en el lugar 35 en cuanto a su producción, y en el lugar número 27 en cuanto a su participación en el valor total de la producción pesquera nacional.

Sin embargo el poco conocimiento de los acuicultores de esta especie tanto de su biología, ecología y sus principales enfermedades hace más difícil su manejo.

La mayoría de la experiencia y práctica sobre el cultivo y enfermedades del bagre de canal reside en laboratorios gubernamentales y en universidades, Sin embargo es necesario mayor conocimiento sobre cómo manejar o atender la salud de los peces por parte de acuicultores. Las buenas prácticas de manejo tanto de calidad de agua, nutrición y saneamiento pueden prevenir pérdidas en la producción y aportar soluciones o alternativas a riesgos futuros.

IV OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar el proceso de producción del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) como una herramienta para proponer mejores prácticas de manejo en la granja Río Cristal Xicoténcatl, municipio de González, Tamaulipas, México.

4.2. Objetivos específicos

1.-Describir la actividad del proceso producción y cultivo de bagre de canal en una granja en Río Xicoténcatl, Tamaulipas.

2.-Identificar las problemáticas en el proceso de producción del bagre de canal.

3.-Analizar los datos en términos de mortandad y prevalencia de patógenos en el bagre de canal cultivado en el año 2014.

4.- Elaborar unas guías de buenas prácticas de manejo en la producción y cultivo del bagre de canal para la piscifactoría motivo de estudio.

V. HIPÓTESIS

La salud del bagre de canal en los sistemas de cultivo se logra a través de buenas prácticas de manejo con base en los principios básicos de sanidad (calidad de agua, calidad de alimento y en el control de capacidad de carga) La falta de cualquiera de estos principios de sanidad en el proceso del cultivo de este bagre genera una baja cantidad de producción y baja calidad del producto al consumidor.

VI. ANTECEDENTES

6.1. El Sistema de Análisis de Peligros, Identificación y Control de Puntos Críticos

El sistema de análisis de peligros, identificación y control de puntos críticos, HACCP por su sigla en inglés, es un sistema preventivo orientado a garantizar la producción de alimentos seguros, haciendo hincapié a los conceptos de peligros, medidas preventivas y control de puntos críticos (Dobrechý, 2008). Todo análisis de riesgos y puntos críticos es susceptible de cambios que pueden derivar de los procedimientos de elaboración o del sector al que se esté aplicando.

Este método proporciona al empresario una herramienta que se enfoca hacia el modo en cómo deben evitarse o reducirse los peligros asociados a la producción de alimentos (SSA, 1994) disminuir o eliminar cualquier posibilidad de desarrollo, supervivencia o contaminación con organismos patógenos inaceptables, que pudieran incurrir para seguridad o alteración de los alimentos, así como los factores físicos o químicos que pudiesen deteriorar la calidad de un producto y poner en peligro la salud del consumidor (SSA, 1993).

Para que la aplicación del sistema de HACCP dé buenos resultados, es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente. También se requiere un enfoque multidisciplinario en el cual se deberá incluir, cuando proceda, a expertos biólogos, agrónomos, veterinarios, personal de producción, microbiólogos, especialistas en medicina y salud pública, tecnólogos de los alimentos, expertos en salud ambiental, químicos e ingenieros, según el estudio de que se trate (COGUANOR NTG 34 243). La aplicación del sistema de HACCP es compatible con la aplicación de sistemas de gestión de calidad, como la serie ISO 9000, y es el método utilizado de preferencia para controlar la inocuidad de los alimentos en el marco de tales sistemas. Si bien aquí se ha considerado la aplicación del sistema de HACCP a la inocuidad de los alimentos, el concepto puede aplicarse a otros aspectos de la calidad de los alimentos (Códex Alimentarius, (2013). Códex CAC/RCP-1 (1969).

Los principios del sistema APPCC/HACCP se establecen de acuerdo al Códex Alimentarius. (2013). CAC/RCP-1 (1969), y son los siguientes:

6.1.1 Principio 1. realizar un análisis de peligros.

Se evaluarán e identificarán sistemáticamente todos los peligros relevantes implicados en cada una de las etapas de cada proceso. La identificación de los riesgos está integrada por las siguientes etapas

- a) descripción de cada etapa del proceso y diagrama de flujo, así como la posibilidad de influencia de otros factores, tales como instalaciones, equipos o personas en la presentación de los peligros. En el análisis de peligros se deberán tener en cuenta todos los peligros, tanto químicos, como biológicos y físicos.
- b) Identificar y enlistar las etapas en el proceso donde puede ocurrir un riesgo potencial.
- c) Enlistar todos los riesgos identificados asociados con cada etapa.

6.1.2. Principio 2. determinar los puntos de control críticos (PCC).

Se analizará la existencia de puntos de control crítico, para cada peligro de cada etapa de proceso. Se indicará la sistemática utilizada para la determinación de los PCC.

Dicha sistemática deberá utilizarse para cada uno de los peligros identificados y sus resultados deberán ser justificables. Se podrá utilizar un árbol de decisiones, como el establecido por el Codex Alimentarius, Anexo del CAC/RCP 1-1969, rev 3 (1997), Amd.1 (1999), para establecer correctamente dichos puntos de control crítico.

6.1.3 Principio 3. establecer un límite o límites críticos.

En este principio es necesario establecer los límites para cada punto crítico de control. Ejemplos generales de especificaciones incluyen: químico, físico y biológico.

6.1.4. Principio 4. establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.

Se establecerá un sistema de vigilancia para cada punto de control crítico con el fin de comprobar que está bajo control. Este sistema consistirá en una secuencia de mediciones u observaciones planeadas para determinar si se superan los límites críticos.

6.1.5. Principio 5. establecer las medidas correctivas.

Para cada PCC se establecerán acciones correctoras que se apliquen cuando los resultados de la vigilancia indiquen que un PCC supera los límites críticos.

6.1.6. Principio 6. establecimiento de medidas de verificación.

Se establecerán procedimientos documentales de validación, que nos permitan constatar que los elementos del plan de autocontrol son efectivos fundamentalmente antes de su puesta en marcha y de procedimientos de verificación, que nos permitan comprobar que las actuaciones realizadas se ajustan al plan y que éste una vez implantado sigue funcionando eficazmente.

6.1.7. Principio 7. establecimiento de un sistema de documentación y registro.

Existirá un sistema de registro, donde quede constancia escrita o registros comprobables de todas las actividades del sistema de autocontrol. Todas las vigilancias llevadas a cabo deben ser anotadas o registradas, así como los resultados de las validaciones y verificaciones del funcionamiento del sistema (FAO 2002; Gasteiz ,2004; Carro y González, (2012); Covenin, 2002).

6.2. El Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

El bagre de canal o channel catfish, (*Ictalurus punctatus*,) es la especie con mayor producción alrededor del mundo y donde se ha logrado introducir en más de 32 países, como el Reino Unido, Brasil, China, India, Tailandia y Rusia para mejorar la producción de la industria acuícola (Welcomme, 1998) y además de ser de gran importancia en la pesca deportiva (Simmons et al, 2006)

El cultivo del bagre canal (*Ictalurus punctatus*) es la especie de mayor importancia para acuicultura en los Estados Unidos de América (EE.UU.) y uno de los sistemas de mayor crecimiento en producción comercial en ese país (Bastola et al., 2012; Engle y Valderrama, 2001). Esta especie es la más cultivada y consumida a nivel mundial por los norteamericanos. (Tejada, 2013). Representa un incremento en el desarrollo de la producción lo que corresponde más del 70% de la producción pesquera (Zanatta et al., 2010; Goldberg et al., 2001). La mayor producción en los estados centrales del sur como Arkansas, Mississippi y Louisiana y en menor escala en otros 18 estados de los EE.UU. (Bardach et al., 1982) y es actualmente la especie ictica continental más cultivada en dicho país (Braun y Phelps, 2016).

El bagre de canal ha mostrado un incremento a nivel mundial en su producción entre 1990 y 2004 (CONAPESCA, 2006). En el mundo se comercializa y cultivan diversas especies de bagres, el cual para el 2004, el bagre de canal demostró un incremento en su porcentaje de producción en el mundo con relación a las otras especies de bagre. Para el 2004 de acuerdo con la FAO, los principales países donde se cultiva y se comercializa el bagre de canal eran: Estados Unidos de América, China, Brasil, Cuba, Costa Rica, Federación de Rusia, Puerto Rico, Paraguay (FAO, 2004).

6.3. El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en México

En nuestro país se tiene registro de la existencia de tres familias de bagres nativas, de la cual la familia Ictaluridae es la de mayor importancia en producción y comercialización. El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), ha demostrado ser la especie con mayor importancia para acuicultura, siendo éste nativo de la cuenca del río Bravo al norte y noreste del país (Chávez ,1993).La línea genética que actualmente se produce en México se importó de los Estados Unidos de América (Chávez ,1993).

Parra et al. (2011). Describen que el bagre de canal ha sido cultivado desde 1970 en nuestro país, y en la mayoría de las granjas, las prácticas tradicionales de cría se ha basado en la selección en masa. Aguilera y Zarza. (1986) mencionan que la primera introducción del bagre de canal se dio en la presa La “Boquilla” en Chihuahua en 1976, misma que dio pauta a la acuicultura comercial junto con la trucha arcoíris en México. Para Contreras. (2000) documentó que el primer reporte de *I. punctatus* como especie introducida en el año de 1984 en el río Yaqui de Sonora.

Dunham y Smitherman. (1984) mencionan el registro de una cepa de bagre de canal que se estableció en Abasolo, Tamaulipas, procedente de la Presa Falcón en la frontera internacional del río Bravo de Texas-México.

Para un granjero, el bagre de canal se puede cultivar de varias maneras: en estanques, jaulas y canales o “raceways” (Hill, 1988). Sin embargo la mayoría de los bagres en los Estado Unidos de América son criados en estanques abiertos de agua dulce y es el negocio de acuicultura más exitoso en dicho país y que por mucho el mayor método de producción (Masser et al., 1991; Engle, 2003). El censo de los EEUU en materia de acuicultura (NASS-USDA, 2005) mostró que el 94% de las granjas comerciales en los cuatro principales estados productores del bagre (Alabama, Arkansas, Luisiana y Mississippi) elevó el cultivo de bagre en estanques abierto. El 6% restante representa una pequeña cantidad de peces producidos en

jaulas, con una fracción más pequeña criado en tanques y canales (FAO, 2005–2010)

El sistema de producción para la engorda y cultivo de bagre de canal en México presenta características distintas a la de los EE.UU, donde la mayor parte de la producción intensiva se realiza en estanques (Rábago, 2010; Waldrop y Wilson, 1996). En México la engorda de bagre de canal se lleva a cabo de modo semi-intensivo en estanques rústicos y en jaulas flotantes a lo largo de lagos y presas (SEDAGRO, 2015; Lara, 2015). Este procedimiento de engorda reduce al mínimo los costos de producción y mantenimiento necesario, al tiempo que proporciona un flujo constante de agua, así como temperatura y oxigenación controlada (Lara, 2015).

6.4. El cultivo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en Tamaulipas

De la Rosa et al. (2014) menciona al estado de Tamaulipas como una de las regiones con mayor importancia para el cultivo de bagre de canal. La producción nacional de bagre de canal es aproximadamente de 3384 mil toneladas de pescado al año. Para Tamaulipas, solo la producción de bagre de canal fue 707 mil toneladas en el año 2010.

De acuerdo con archivos del CESATAM. (2013), la principal especie piscícola cultivada en Tamaulipas es el Bagre de canal, representando el 87% del total de la producción de especies piscícolas cultivadas, ocupando esta entidad el primer lugar en México en la producción de esta especie.

Tamaulipas cuenta con un total de 30 granjas de bagre de canal, mismas que se encuentran distribuidas en los municipios de Abasolo, Hidalgo, Casas, Xicoténcatl, Antiguo Morelos, Jiménez, San Carlos, Reynosa, Llera, González, Aldama, Soto la Marina y San Fernando, las cuales están integradas por 120 productores dedicados a esta actividad.(SEDER-TAMPS,2013).

6.5. Generalidades de la Especie de Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus*)

6.5.1. Distribución geográfica.

Los bagres se encuentran originalmente en los en los Estados del Golfo y el valle del Mississippi, y distribuidos al norte de las praderas de Canadá y México (Wellborn, 1988; Wang, 2011). Pero no se han encontraron bagres de forma nativa en las Llanuras costeras del Atlántico o al oeste del Montañas Rocosas. Hasta hoy en día el bagre de canal ha sido introducido ampliamente por todo Estados Unidos y el mundo (Wellborn, 1988).

El bagre de canal se ha introducido en gran parte del territorio mexicano, donde se ha adaptado a diferentes regiones como zonas tropicales y subtropicales y en altitudes que van desde los 500 a los 1500 m. sobre el nivel del mar (Aguilera y Zarza, 1986).

La frontera norte de México, específicamente la cuenca del bajo Río Bravo está catalogada como zona nativa de distribución del bagre de canal, considerando sus afluentes como el Conchos (Chihuahua), Salado (Coahuila y Nuevo León), Álamo (Nuevo León y Tamaulipas) y San Juan (Nuevo León), como posibles hábitats de la especie. Para la familia Ictaluridae, se conocen 50 especies, con solo algunas especies que han sido aprovechadas para la acuicultura como *I. punctatus* *I. furcatus* *I. catus*, siendo el bagre de canal el de mayor importancia por sus características para el cultivo y producción acuícola en México (Mejía et al., 2013).

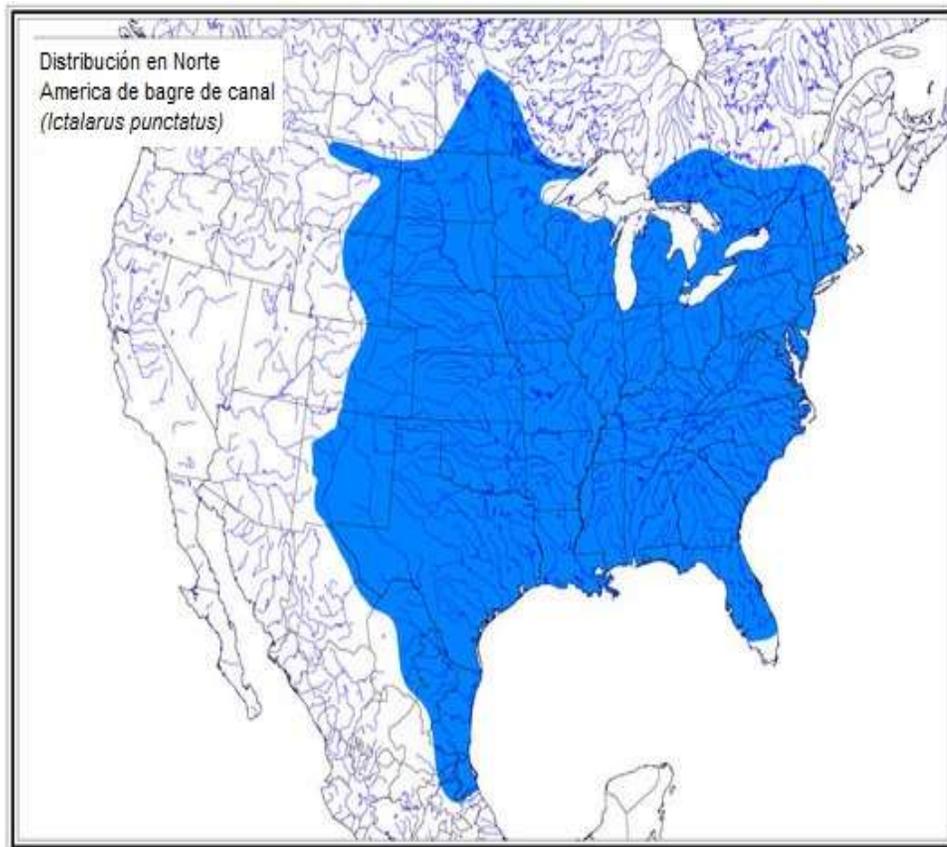


FIGURA 1. Distribución nativa del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en Norte América. Recuperado de www.floridamuseum.ufl.edu

6.5.2 Biología y Características Físicas

El bagre de canal habita en ríos caudalosos, en reservorios artificiales, diques y lagos con aguas claras y sombreadas y en hábitats con niveles óptimos de oxígeno (Gaspar y Hernández, 2013). Los lugares templados y cálidos son sitios ideales para su ciclo de vida en el pez con temperaturas de 10 a 32 °C (Wellborn, 1988). Los bagres en general son peces que tiene la habilidad de adaptarse a los ecosistemas de agua dulce y salobre. La mayoría de sus hábitos alimenticios y de movimientos se producen en la noche justo después de la puesta del sol y justo antes del amanecer (Wellborn, 1988).



FIGURA 2. Aspecto físico de un bagre de canal adulto (*Ictalurus punctatus*).

El bagre de canal presenta cuerpo largo, abrupto y sólido y sin escamas, la parte ventral es delgada y cuerpo comprimido lateralmente, por atrás de las aletas pélvicas es más pronunciado y estrecho que las otras especies. (Secretaría de Pesca, 1988). La coloración es grisáceo y azul en la parte superior, y en los costados, con puntos irregulares oscuros en los bagres jóvenes, o casi completamente oscuro en los ejemplares más longevos (Tucker y Robinson, 1990).

Posee branquiespinas largas y muy espaciadas en número de 14 a 18 normalmente la aleta dorsal se encuentra por delante de la mitad del cuerpo,; además de una aleta adiposa, aletas pélvicas y pectorales que poseen espolones que son agudos y duros, una aleta anal con 20 o 30 radios suaves. Posee células sensoriales en todo el cuerpo con una mayor concentración de estas en los bigotes. (Secretaría de Pesca, 1988). El bagre de canal contiene una línea lateral que recorre longitudinalmente de la aleta caudal hasta la cabeza. Es distinguible por su color más claro y por los poros en intervalos a lo largo de la línea. (Tucker y Robinson, 1990).

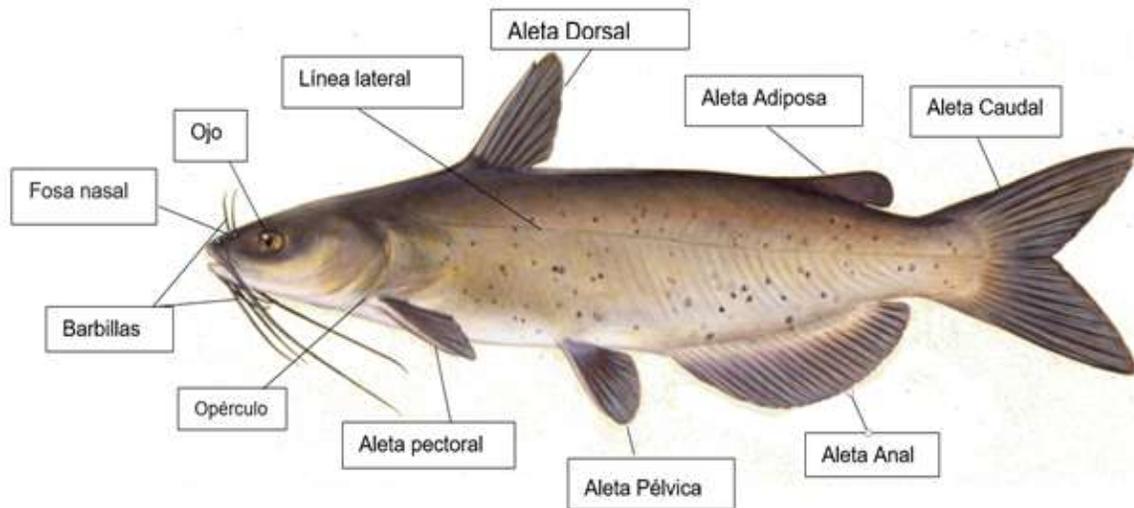


FIGURA 3. Anatomía física del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) (Tucker y Robinson ,1990).

6.5.3. Hábitos de Alimentación

La alimentación del bagre de canal es tan amplia, lo que probablemente se le relaciona con los muchos hábitats (Mittelbach, 1981).El bagre de canal es una especie omnívora cuya dieta se basa principalmente en vegetación acuática, insectos, crustáceos y peces, aunque puede alimentarse de otras presas como (mamíferos terrestres, reptiles) (Jearld y Brown, 1971). Además, el bagre de canal es de gran importancia para el flujo de nutrientes en el ecosistema por su carácter como generalista por su capacidad de ocupar una variedad de nichos tróficos (Colombo, 2007).

La alimentación del bagre de canal se lleva en el fondo de las agua pero también puede alimentarse sobre la superficie (Kinman, 1993; Tucker y Robinson ,1990).Después de descansar durante la mayor parte del día, la actividad de alimentación del bagre del bagre se lleva a cabo mayormente durante la noche que en el día llevándose a cabo en aguas tranquilas poco profundas y aguas rápidas para juveniles (Holtan, 1998).

Los adultos rara vez se mueven de un lugar a otro y son bastante sedentarios, mientras que los juveniles tienden a moverse de un área a otra ampliamente, especialmente por la noche (Kinman, 1993; Tucker y Robinson, 1990).

6.5.4. Reproducción y ciclo de vida

El bagre de canal prefiere desovar en lugares aislados o semi-oscuros. Los machos construyen nidos en agujeros de los bancos de la charca, troncos huecos y rocas en naturales medio ambiente (Holtan, 1998). Esta especie de bagre de canal suele desovar de marzo-agosto a una temperatura del agua que van desde los 21 a 30 °C (Minh, 2013). La temperatura del agua es un factor importante que afecta a la desove del bagre de canal. La temperatura del agua óptima para la reproducción bagre es alrededor de 27 °C (Minh, 2013). La temperatura es la principal factor ambiental en el desove del bagre de canal (Davis et al., 1986; Lang et al., 2003).

Las hembras desovan desde 3.000 hasta 100.000 huevos. (Tucker y Hargreaves, 2004). El acto de reproducción consiste en el desove de capas de huevos adhesivos por la hembra y la fertilización de cada capa por el macho. (Bardach et al. 1972). Después de que los huevos son fertilizados los machos ahuyentan a la hembra y protegen a los huevos hasta la eclosión (Tucker y Hargreaves, 2004; Texas Parks y Wildlife Department, 2015).

Para asegurar que los huevos tengan buena oxigenación, los bagres machos agitan el agua con sus aletas pectorales y pélvicas (Bardach et al., 1972). La incubación varía dependiendo de las condiciones ambientales desde cinco días hasta diez días (Bernabé, 1991). El bagre de canal alcanza la madures sexual a los tres años de edad, aunque algunos bagres silvestres pueden no desovar hasta después de los cinco años de edad (Wellborn, 1988).

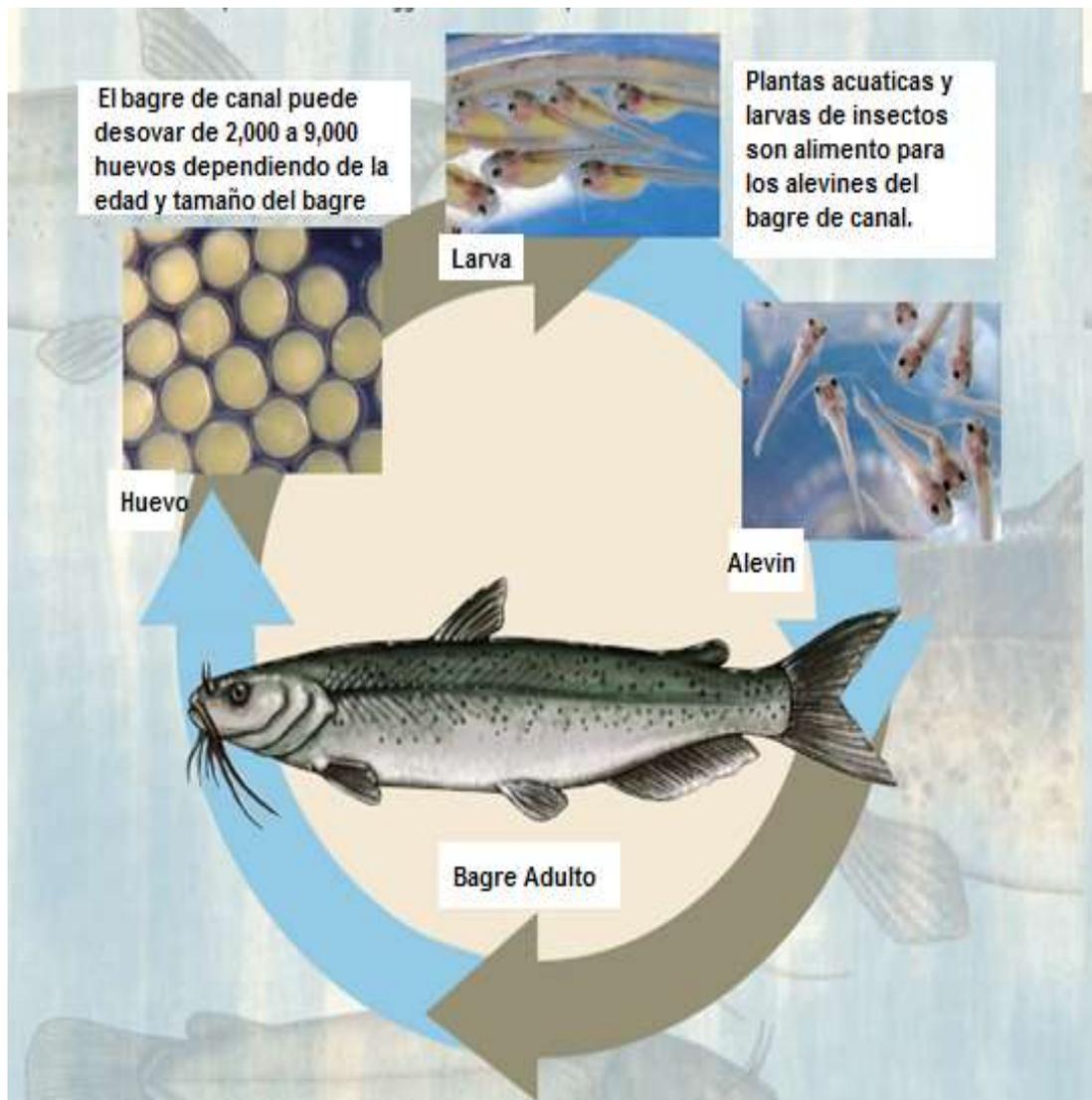


FIGURA 4. Ciclo de vida del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Recuperado <http://www.fishandboat.com>

6.5.5. Taxonomía

Reino.....	Animalia
Filo	Chordata
Clase.....	Actinopterygii
Orden	Siluriformes
Familia	Ictaluridae
Genero	Ictalurus
Especie	<i>I.punctatus</i> (RAFINESQUE), 1818

6.6. Calidad de agua

“Calidad del agua” es un término usado para expresar las condiciones necesarias que el agua para debe tener para sostener varios usos o procesos (Bartram y Ballance, 1996).El agua para que sea considerado un recurso de calidad debe tener todas las características físicas, químicas, y biológicas ideales para su uso beneficioso (Boyd y Tucker, 1998).Para mantener el hábitat acuático es requerido el manejo de estos parámetros, ya que es esencial para la supervivencia de los organismos acuáticos (Banerjea ,1967) y el éxito de la producción acuícola (Boyd y Tucker, 1998).

Los procesos bioquímicos y de crecimiento en los organismos destinados a la acuicultura están regulados principalmente por la temperatura, y dado que para los organismos tengan una salud óptima dependen principalmente del oxígeno disuelto, estos son los dos parámetros más importantes en el manejo de calidad de agua en la acuicultura (Boyd et al., 1978; Boyd, 1990).

Otros factores que no pueden pasar desapercibido son los compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos) derivados del metabolismo de los peces

que a niveles altos puede ser un problema serio para los organismos (Gan Quin et al., 2005).

Los datos de calidad del agua deben ser utilizados para determinar las necesidades y estrategias de gestión de calidad de agua (Wyatt et al., 2006).

El bagre de canal es conocido por su capacidad para soportar las menos condiciones en calidad del agua, pero existen límites (Morris, 1993). Algunos de los requisitos de calidad de agua más importantes para el bagre de canal son:

6.6.1 Temperatura

La temperatura es una de los factores más importantes en los sistemas acuícolas (Wheaton, 1982), ya que este factor controla todos los aspectos metabólicos del bagre (Pelcastre, 1996). Es el parámetro más importante para el desarrollo de los huevos y la cría de alevines, el ámbito óptimo está entre los 26 y los 28° C (78 a 82° F). Si la temperatura está por debajo del intervalo ya referido, la incubación y el desarrollo se prolongan y los hongos que están en aguas más frías a menudo invaden la masa de huevos (Tucker, 1991). Las enfermedades por bacterias en los huevos o alevines y la enfermedad del virus del bagre de canal de son más común si la temperatura del agua es superior a 28 °C (82 ° F) (Tucker, 1991). A temperaturas por debajo de 18 °C, el crecimiento cesa (Starostka y Nelson, 1974). Se ha reportado una temperatura letal de 33.5 °C para el bagre aclimatado a 25°C (Carlander, 1969); el intervalo óptimo para el crecimiento del bagre de canal es 22 a 30°C (Secretaría de Pesca, 1988).

6.6.2. Oxígeno.

El oxígeno es importante en los procesos de respiración y metabolismo en cualquier animal. En los peces, la tasa metabólica es muy afectada por bajas concentraciones de oxígeno en el ambiente (Tom, 1998). Este gas tiene efectos negativos en el crecimiento, la supervivencia, la distribución, el comportamiento, conduce a una mala alimentación y se presenta más mortalidad en los organismos acuáticos

(Bhatnagar y Garg, 2000; Solís ,1988). Una concentración de 5 mg/l de oxígeno disuelto (OD) es recomendable para una buena salud en peces. Sin embargo, la mayoría de las especies de los peces se comienzan a expresar síntomas de estrés cuando el OD cae a 2-4 mg/l. La mortalidad de los peces ocurre por lo general en concentraciones inferiores a 2 mg/l (Floyd, 1992). De acuerdo con Aguilera y Zarza. (1986), los niveles óptimos de oxígeno disuelto para el bagre de canal es de 6 mg/l para la incubación y de 4-5 mg/l para la engorda.

6.6.3. Potencial de hidrogeno (pH)

El pH aceptable para los peces se encuentra entre 6,5 y 8,5. Buttner et al. (1993) mencionan que los peces sobreviven y crecen mejor en aguas con un pH entre 6 y 9. Si las lecturas de pH están fuera de este, el crecimiento de los peces se reduce. Los peces comienzan a estresarse o el peor de los casos el pez muere si el pH cae por debajo de 5 o se eleva por encima de 10 (Wurts y Durborow, 1992). El ámbito tolerable para el bagre de canal es de 6.5 a 9.0, con un óptimo de 7.5 (Secretaría de Pesca, 1988).

6.6.4 Amoníaco.

El amoníaco es el producto final en el desglose de las proteínas en los organismos acuáticos. Los peces digieren la proteína en su alimentación y excretan amoníaco a través de sus branquias y en heces (Durborow et al., 1997).

Cuando el amoníaco se acumula a niveles altos en el agua, los peces no pueden extraer la energía de la alimentación de manera eficiente. Si las concentraciones de este compuesto son suficientemente altas, los peces se vuelven letárgicos, enferman y posteriormente mueren (Hargreaves y Tucker, 2004).

La cantidad de amoníaco no ionizado aumenta de tres maneras: a medida que el pH aumenta, a medida que la temperatura aumenta, y a medida que disminuye la concentración de CO² (Wellborn, 1987).

El bagre de canal es capaz de tolerar 0.01 a 0.05 mg/l de amoníaco no ionizado sin un efecto negativo, sin embargo cuando el oxígeno disuelto y la temperatura del agua se encuentran en un intervalo recomendado, los bagres pueden tolerar amoníaco no ionizado hasta una concentración de 2 mg/l por sólo cortos tiempos (Boyd, 1998).

6.6.5 Nitrito

El nitrito es un intermediario del amonio y nitratos y en concentraciones elevadas causan grandes problemas en el cultivo intensivo de especies de peces de valor comercial u ornamental (Svobodová et al., 2005). Los peces de agua dulce absorben activamente el nitrito a través de las branquias, dando lugar a altas concentraciones internas (Jensen ,2003). El nitrito puede causar múltiples problemas en las funciones fisiológicas de los peces, Incluyendo procesos iónicos regulatorios, respiratorios, cardiovasculares, endocrinos y excretores. El ámbito aceptable para los niveles de nitritos en la acuicultura y para el bagre de canal es de 0.005 to 0.5 mg/l (Stone y Thomforde, 2004), mientras que otros autores como Jacquez et al. (1986) reportan valores < 1 mg/l.

6.6.6. Nitrato

El nitrato es el metabolito final del amoníaco en el proceso de nitrificación de nitrito a nitrato en agua dulce. El nitrato es relativamente no tóxico para los peces. Un nivel aceptable de nitrato en el bagre de canal se encuentra por debajo de 400 ppm (Allen, 2014).

6.6.7. Alcalinidad y dureza

Es una medida de la capacidad de amortización del agua. En la mayoría de las aguas dulces es atribuido a la presencia de bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) y en menor grado al hidróxido (OH^-) (Secretaría de Pesca, 1994). Para la alcalinidad total, el intervalo deseable para el cultivo de bagre es de 20 a 300 ppm (mg/l). Y para la dureza el ámbito aceptable es de 20 a 300 ppm (mg/l) (Wellborn, 1987).

6.7. Sanidad y Enfermedades

La industria de la acuicultura ha sido severamente impactada por enfermedades y problemas causados por organismos patógenos, algunos otros no diagnosticados y patógenos emergentes. La enfermedad es ahora una limitación primaria para el cultivo de muchas especies, lo que impide el desarrollo económico y social en muchos países (Subasinghe et al., 2001). Las enfermedades pasan generalmente casi inadvertidas, la mayoría de los conocimientos sobre los agentes infecciosos se han logrado gracias a la experiencia que se han tenido en las especies de importancia económica (Jiménez et al., 1992).

Los bagres están sujetos a una amplia variedad de enfermedades incluyendo virus, bacterias, hongos, helmintos y copépodos parásitos (FAO, 2004). La mayoría de las enfermedades bacterianas en los bagres cultivados son causadas por aeromonas, pseudomonas y myxobacterias (Ewing et al., 1965) sin embargo para Hawke et al. (1981) los organismos causantes de la mayor pérdidas en el cultivo de bagre de canal son *Flavobacterium columnare*, comúnmente denominadas columnaris, y *Edwardsiella ictaluri*, el agente causante de la septicemia entérica, y la enfermedad por virus del bagre de canal (CCVD) que es una enfermedad hemorrágica Viremia, cuyo agente causal es el virus de los bagres silvestres, Ictalurid Herpesvirus 1 (CCV) el cual induce una alta mortalidad y una predisposición a las enfermedades bacterianas (Fijan et al., 1970; Plumb, 1978). Las enfermedades tienen mayor incremento en los alevines y juveniles del bagre, donde la enfermedad está fuertemente influenciada por estrés a causa factores ambientales (Camus, 2004).

Son muchos factores que se interrelacionan en un momento dado en favor o en contra para el establecimiento de una enfermedad, por ejemplo las condiciones del medio ambiente, temperatura, pH, amonio, oxígeno disuelto, etc., así como la especie del pez, edad, sexo, estado de salud, manejo adecuado del hospedero (stress), especie, (cepa) del parasito (Jiménez et al., 1992).

Se han usado diversos tratamientos químicos contra las enfermedades causadas por patógenos para prevenir, reducir o eliminar tales infecciones incluyen: baños de agua dulce o de agua salada, formalina, sulfato de cobre (CuSO₄), peróxido de hidrógeno, mebendazol, triclorofón y praziquantel (Whittington y Chisholm, 2008) así también se ha probado tratamientos para la infección en las huevos de bagre por hongos (Saprolegniaceae, usualmente miembros del género *Saprolegnia* o *Achlya*) (Neish y Hughes, 1980), donde se han probado formalina (Walser y Phelps, 1994), peróxido de hidrógeno (Gaikowski et al., 2003; Small y Wolters, 2003; Mitchell et al., 2009), sulfato de cobre pentahidratado (Straus et al., 2009). Aunque no existen un tratamiento eficaz con antibióticos o productos químicos, el efecto de la enfermedad puede minimizarse a través de buenas prácticas de manejo e higiene (Camus, 2004). Así mismo se requiere tener metodologías de prueba adecuada y persona con buena capacitación que permitan una identificación oportuna en el caso de que se presenten brotes o mortalidades en una granja (Rodríguez et al., 2001).

VII. ÁREA DE ESTUDIO.

El municipio de González, El municipio se encuentra en la porción Sur del Estado, con una extensión territorial de 3,491.41 kilómetros cuadrados, que representa el 4.2 por ciento de la superficie total del Estado. Colinda al Norte con el municipio de Llera y Casas; al Sur con el Estado de Veracruz; al Este con los municipios de Aldama y Altamira y al Oeste con Xicoténcatl y Mante.

González, la Cabecera Municipal, se localiza a $22^{\circ} 48'$ latitud y a los $99^{\circ} 41'$ de longitud oeste, a una altitud de 56 metros sobre el nivel del mar. Está integrado por 30 localidades, siendo las más importantes: González (Cabecera Municipal), Villa Manuel, Poblado Graciano Sánchez, López Rayón y Francisco I. Madero. Fuente: SEGOB-TAM, 2013.

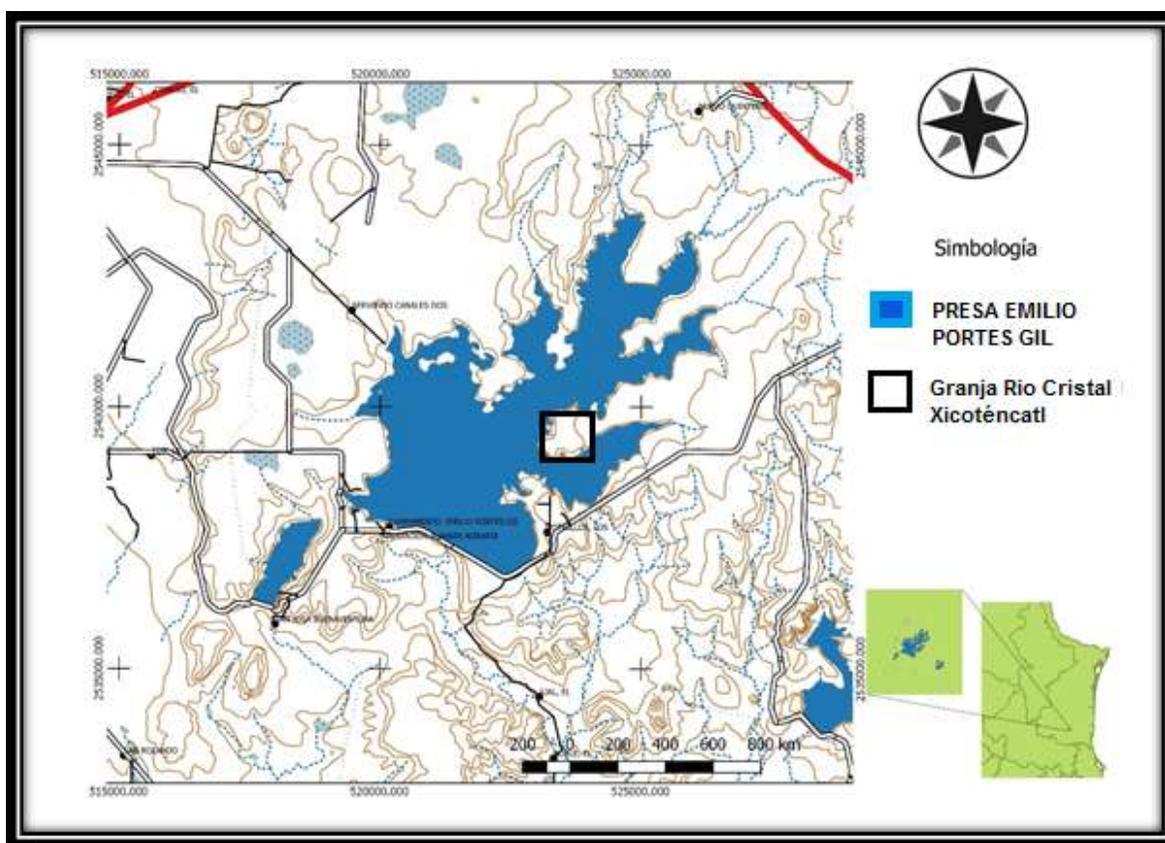


FIGURA 5. Ubicación geográfica de la zona de estudio presa Emilio Portes Gil y Granja Río Cristal Xicoténcatl.

7.1. Clima

El clima predominante es el sub-húmedo, en el cual se agrupan los sub-tipos de humedad media, siendo su precipitación en el mes más seco menor de 60 milímetros; La oscilación térmica anual es extremosa y al norte del municipio hay una baja en la precipitación, marcando un clima seco estepario cálido. La temperatura media anual es de 25°C, y la precipitación es de 850 milímetros.

7.2. Orografía

La fértil tierra de Tamaulipas abarca una gran extensión del municipio de González, donde existen escarpados, donde priva un clima muy benigno y una magnífica tierra para la explotación de árboles frutales. En el centro de la planicie se alza, dominante y majestuoso, el cerro del Bernal de Horcasitas de singular belleza y atractivo por su rareza geológica, con una altura de 1,116 metros sobre el nivel del mar y que por su originalidad mereció ser estampado en el escudo de Tamaulipas.

7.3. Hidrografía

La principal corriente hidrográfica es el Río Guayalejo, en el poniente y en el sur, pero con el nombre de Río Tamesí, sirviendo de límite con el Estado de Veracruz. Se encuentra una presa llamada Ramiro Caballero, con una capacidad útil de 508 millones de metros cúbicos. Existen también las llamadas lagunas del sur y los arroyos de corriente intermitente como el Cojo, San Vicente, el Comedor, el Estero y el Verde. También se cuenta con la presa San Lorenzo y Venustiano Carranza.

7.4. Suelo

La unidad de suelo predominante es el vertisol pellico (tierra negra), pero también podemos encontrar fluvisol éutrico (barrote), regosol (reynoso) y en la porción norte

litosol (piedra), entre otros. Como se puede apreciar, estos tipos de suelo favorecen el desarrollo agrícola.

7.5. Flora y Fauna.

La flora se debe considerar dividida en tres zonas, la influencia por la cuenca del río Guayalejo, donde predominan sauces, guacima, sabino, orejón, mora, baboso, guayabo silvestre, chijol y frutales. En la región de la Sierra existen grandes bosques de pino, encino, cedro, álamo, chacapalo de arco, laurel, nogal, fresno, cerón y anacua. En la planicie central del terreno menos fértil, predominan huizache, mezquite, crucero, tenaa, ceniso, macahuita y pichihumo.

Mientras que la fauna silvestre se compone de diferentes especies como aves la chachalaca, tapacaminos, mamíferos, venado cola blanca, jabalí, oso negro, tejón mapache, armadillo además jaguar y pantera en la zona alta de la sierra. (SEGOB-TAM, 2005).

VIII. METODOLOGÍA.

Para la evaluación del proceso se utilizó el método de ARICPC (Zarco, 1993), de acuerdo a los lineamientos de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, pertenecientes a la subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud, De los siete principios que consta esta metodología solo se utilizaran cinco para este trabajo.

El estudio se efectuara en 3 fases:

8.1. Fase 1 Descripción proceso de producción e identificación de las problemáticas y sus riesgos.

Principio 1 "Realizar un análisis de peligros"

- a) Para ello, primero se formulará una descripción completa del proceso de producción del bagre de canal. Para obtener dicha información se realizaron visitas a la granja Río Cristal Xicoténcatl en el periodo abril - mayo de 2015, en donde se interactuó, observó y se realizó actividades competentes a las técnicas de producción del bagre de canal, lo cual permitió tener un mayor conocimiento de cómo se trabaja en una granja acuícola productora de bagre de canal.
- b) Posteriormente se elaboró un diagrama de flujo, el cual tiene por objetivo sintetizar todas las fases de operación relativas a la producción del bagre. El diagrama cubrió todas las etapas u operaciones del proceso y con la base para la identificación de los problemas de manejo en la producción y sus riesgos
- c) Una vez finalizado el diagrama de flujo, se verificó éste por personas expertas en la actividad: se efectuó reuniones con el productor de la granja, el técnico encargado de la misma, investigadores de las universidades con experiencia en manejo de recursos y acuicultura, quienes confirmaron la

correspondencia entre el diagrama de flujos y la operación de la elaboración en todas sus etapas y momentos.

- d) Después se realizó una lista de problemas de manejo y riesgos que pudieran razonablemente preverse en cada fase de acuerdo con el ámbito de aplicación previsto; desde la producción primaria hasta la distribución para su venta. Los riesgos se definirán en una reunión junto con el equipo (productor, profesor de acuicultura, autoridad sanitaria y técnico) y se representaron en una tabla los problemas que pudieran representar en un mal manejo y sus riesgos en la producción. Se llevó a cabo un análisis para identificar los riesgos que son indispensables de eliminar o reducir a niveles aceptables para poder producir un alimento de calidad.

Principio 2 “Determinación de los puntos críticos de control”

- a) Una vez evaluada la información, se empleó un árbol de decisiones como técnica (COVENIN, 2012) Para determinar si los riesgos identificados serán o no puntos clave en mal manejo y puedan ser críticos en la producción.
- b) Las decisiones para determinar si es punto crítico de control fueron consensuadas en una reunión con personas expertas en ARIPPC y en acuicultura.
- c) Dicho instrumento permitió de forma estructurada garantizar un estudio consecuente de cada problemática y su riesgo, donde se determinó como positivo o negativo para cada etapa.

8.2. Fase 2 Análisis de datos para establecer límites permisibles.

Principio 3: “Establecimiento de límites críticos para cada PCC”

- a) Se analizó los datos de sanidad y parámetros ambientales obtenidos del periodo 2014 por parte del comité de sanidad acuícola del estado, para relacionar las mortalidades con los parámetros ambientales y la prevalencia de patógenos a lo largo del año. Para esto se usó la representación de los

datos con diagramas de cajas y bigotes con el programa estadístico R-commander. Y para la relación patógena y época del año se utilizó la Prueba de Chi-cuadrado con el mismo programa para determinar si el valor observado de una variable depende del valor observado. En este caso la relación que tiene los patógenos con la prevalencia en las diferentes estaciones del año y asociarlo a la temperatura que se presenta para cada época de año.

- b) Identificados los puntos clave de la problemática y sus posibles riesgos en proceso, donde se obtendrán como resultado final puntos críticos que son un riesgo para la estabilidad y logro factible del proceso productivo. Se proseguirá a investigar los valores permisibles, para cada punto crítico, la tolerancia absoluta, es decir, la división entre seguro y no seguro, a lo que se conoce como límite crítico, pues si se sobrepasan dichos límites, el punto crítico estará fuera de control y puede convertirse entonces en un peligro potencial.
- c) Es importante resaltar que un límite crítico está asociado a un factor medible, el cual se puede vigilar posteriormente para su comprobación.
- d) Para determinar los límites, se empleara información de literatura científica, manuales de producción de bagre y normas en materia de legislación e inocuidad, mediante los cuales se determinaran los factores aplicables y medibles que inciden en la seguridad de la producción de bagre.

Principio 5. "Etapa de vigilancia"

- a) Una vez determinados los límites críticos o niveles correctos para cada punto crítico, se continuara con la etapa de vigilancia, en la cual se llevó a cabo la medición, observación y revalidación de todos los puntos críticos anteriormente detectados. En esta etapa se verificara si el proceso funciona dentro de los límites permitido.

8.3. Fase 3 Establecer medidas alternativas y/o correctivas para la producción de bagre.

- a) Para la disminución de riesgos en la granja, se elaboraran recomendaciones basadas en la ejecución de las buenas prácticas de cultivo, las cuales establecen las bases de higiene y sanidad necesarias para la producción de bagre, destinada al consumo humano.

- b) Por tanto la aplicación de guías tiene como objetivo, dar a conocer las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de bagre, específicamente en las áreas más críticas del manejo, de la granja “Rio Cristal Xicoténcatl”, la realización de éstas acciones pueden corregir en gran medida los resultados obtenidos en la etapa de verificación.

IX. RESULTADOS.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los principios, como lo indica el Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos.

Descripción del proceso de cultivo y producción del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en la granja Rio cristal Xicoténcatl.

Para este principio y realizar una correcta identificación de los peligros en dicha área se procedió llevar a cabo una visita en el sitio del proceso de cultivo y producción del bagre de canal desde la etapa de reproducción, cultivo y engorda, así como los trabajadores encargados dentro y fuera de dicha granja.

9.1. FASE 1. DESARROLLAR UN ANÁLISIS DE PELIGROS

P1: “Realización de un Análisis de los Peligros”

9.1.1. Paso 1. Descripción de la actividad del cultivo del bagre de canal

9.1.1.1. Reproducción del bagre de canal

9.1.1.1.1 Desove

La época de producción del bagre de canal se lleva a cabo una vez al año en los meses de marzo- agosto cuando los peces (reproductores) entran en actividad reproductiva, para esta actividad de producción de cría se utiliza el sistema de presa rustica excavaciones rectangulares de 25 m largo por 20 m de ancho utilizadas para para la etapa reproductiva, la presa cuenta con un sistema de desagüe total o parcialmente dependiendo de la actividad.

La actividad reproductiva se lleva a cabo en jaulas flotantes y vida libre. En La primera se colocan 14 jaulas de 1.50 m de altura por 1.50 m de largo por 1.20 m de ancho con armazones de malla metálica soportadas por un marco de estructura más sólida con flotadores de unicel y plástico, dentro de las jaulas se encuentran tres bagres dos machos y una hembra para que la proporción de producción de cría sea mayor.

El las jaulas se colocan baldes de plásticos unidos para formar una especie de nido donde el bagre depositara sus huevos o comúnmente llamado “fresa” por los acuicultores. De la misma manera en para bagres de vida libre en la presa rustica se colocan los baldes o nidos 10 aproximadamente.

9.1.1.1.2. Recolección de los huevos o “fresas”

La recolección de los huevos o comúnmente llamado por los productores como “fresas” se da a diario toda la semana, alrededor de las 12:00 del mediodía hasta las 2:00 pm aproximadamente entre ese periodo. Un recolector ingresa en la presa rustica e inspecciona cada nidos de las 12 jaula ingresando a cada una sumergiéndose y con movimientos suaves para no dañar los huevos los recolecta y son depositados en una hielera con agua para mantener la humedad y evitar que los huevos estén expuestos a los rayos solares para evitar daños en las células. El método se repite para cada jaula y los nidos que están fuera de las jaulas.

9.1.1.2. Etapa de incubación de huevos

9.1.1.2.1. Preparación de las canaletas de incubación

Una vez recolectado los huevos de cada nido se prosiguen a preparar en la canaleta receptora, se verifica que el sistema esté en óptimas condiciones y limpio, si no cumple con estos requisitos se prosigue a realizar la limpieza. Para preparar el sitio receptor se impide el flujo de agua para poder limpiar las canaletas aprovechando el agua acumulada se raspa las paredes con la ayuda de esponjas de limpieza para retirar el exceso de materia orgánica y con la ayuda de un sifón y mangueras de plástico se extrae la materia que este en el fondo (sedimentos). Se pesan las huevas en una balanza y se registra los pesos de cada hueva recolectada.

Una vez preparado el sitio se monta las canastillas que darán soporte a los huevos antes de que sean colocados se mide la temperatura y se riega con agua constante hasta que alcance la temperatura de 26°C dentro de la hielera donde fueron recolectados de las jaulas. Una vez alcanzado la temperatura correcta se colocan

en las canastillas por debajo de ellas una piedra aireadora para suministro de oxígeno óptimo a los huevos dejándolos incubar de 4 a 6 días hasta la eclosión el sitio de incubación contiene 12 canaletas para este proceso, solo unas canaletas son seleccionadas al azar donde se le coloca un termómetro digital para estar monitoreado el agua constantemente para la siguiente etapa de crecimiento del alevín.

Cabe destacar que para esta etapa se cuenta con un sistema de recirculación, del cual se extraer el agua con bombas que a su vez pasa por un sistema de filtros para sedimentos y filtros UV para eliminar agentes patógenos, el agua es suministrada a las canaletas y estanques de geo membrana, que posteriormente regresa a la presa.

9.1.1.2.2. Limpieza de ectoparásitos en las huevas o fresa

Cuando los huevos son sacados de la presa rustica para su cultivo posee un cantidad significativa de ectoparásitos de un hongo del genero *Saprolegnia* de forma esférica de color blanco y hasta es confundible con el mismo color del huevo. Con las manos y tratando de no expone tanto los huevos al medio exterior y suministrando suficiente oxígeno en las misma canastilla con la ayuda de pinzas y tijeras quirúrgicas se remueve los parásitos teniendo cuidado de no dañar las huevas ya que el parecidos entre ambos es igual poniéndolos en un recipiente con formol o cloro para inactivar el parasito y así dejar lo más posible libre de parásitos el cultivo.

Como medida preventiva para la contaminación por agentes patógenos tanto como del agua como del exterior dos veces al día se le agrega formaldehido al 36% la cantidad 250 mililitros por cada 10 litros de agua mezclado en un balde en cual se vierte en agua corriente. Este reactivo es para contrarrestar o evitar la aparición de ectoparásitos y hongos que puedan dañar el cultivo.

9.1.1.2.3. Eclosión

La eclosión se da entre 4 a un máximo de 6 días, las huevas o fresas se tornan un color marrón oscuro señal que está por comenzar la eclosión, el cual un vez que todos los huevos hayan eclosionado con movimientos suaves se retira la materia orgánica sobrante de los huevos y con manguera o sifón se retiran toda materia orgánica y sedimentos en el fondo de la canaleta y cuidado se retiran las canastillas.

9.1.1.2.4. Yolk-sac alevines

La primera etapa el pez llamado (yolk-sac fry) en ingles llamándole así por el saco vitelino que un posee el cual se están alimentando los primeros 7 días teniendo una talla de $\frac{1}{4}$ de pulgadas (6 mm). Aquí la limpieza del estanque se debe llevar a cabo para remover la materia orgánica de desecho de las huevas después de la eclosión, se debe hacer con mucho cuidado para no arrastrar los alevines con el sifón ya que son muy pequeños.

9.1.1.3. Alevines

9.1.1.3.1. Alimentación de alevines

Para la primera semana de eclosión alcanzando la talla aproximadamente de $\frac{3}{4}$ pulgada para esta etapa se les alimenta con alimento iniciador purina con 53% proteína para crecimiento marca NUTRIPEC^{MR} en polvo donde se prepa una mezcla de aceite de canola comercial y vitamina c obteniendo una consistencia homogénea; la alimentación se lleva cada tres horas las 24 horas del día la cantidad de cinco gramos de alimento por canaleta aproximadamente.

Posteriormente para la segunda etapa se alimentan alcanzando la talla 1 a 2 pulgadas se les proporciona alimento extruido flotante de menos de un milímetro para crecimiento con 50% proteína. Los alevines son alimentados durante 2 meses por dicho alimento 5 gramos aproximadamente por canaleta.

Cuando las canaletas ya están en su ocupación máxima, de las canaletas de la sala de Alevinaje se emplea una red de tela para recolectar los peces los cuales son transportados en baldes con agua que posteriormente se colocan en los estanques de geo membrana. Se van seleccionando los alevines que presentan tallas superiores colocándolos en los estanques ya seleccionadas, y así dejando libres las canaletas para las próximas incubaciones.

9.1.1.3.2. Limpieza de canaletas

Esta actividad debe de llevarse al menos una vez al día y máximo dos veces; donde mediante con un sifón para acuarios se retira toda la materia orgánica y sedimentos que pudiera afectar la calidad del ambiente de los peces, esto se lleva a cabo en la mañana y en la tarde. Para evitar que las canaletas haya obstrucción de la circulación de agua hacia el tubo desagüe por la acumulación del alimento o alguna otra materia orgánica se debe estar monitoreando cada dos horas y si hay una obstrucción destapar o retirar la materia orgánica. Para prevenir la incidencia de algún parásito externo como interno como método preventivo se añade formaldehído al 36% la cantidad 250 mililitros por cada 10 litros de agua mezclado en un balde en cual se vierte en agua corriente. Para cada material utilizado en la limpieza se desinfectan en un balde de 50 litros donde contiene agua y cloro.

9.1.1.4. Selección de organismos (desdoble)

9.1.1.4.1. Pre-engorda

Para este proceso de pre-engorda del bagre de canal se lleva a cabo en ocho estanques de geo membrana y una presa rustica. La selección de organismos se lleva a cabo a partir de que se observa cambios en la talla de los peces la talla ideal para la selección de organismos es de 4-6 pulgadas.

Los alevines de pre-engorde permanecen en los estanques por un tiempo aproximado de 2 meses a 3 meses mientras van adquiriendo tamaño. Una vez

trascurrido el tiempo se hace la primera cosecha seleccionando los peces con mayor tamaño para la segunda etapa de engorda.

9.1.1.4.2. Limpieza de estanques

La limpieza se lleva antes de que los peces se depositen en los estanques o cuando se vacíen los estanques o cuando se observe una cantidad considerable materia orgánica como algas y sedimentos de barro, se tallan las paredes con un cepillo largo escobas y se barre el fondo del estanque ocasionando que el sedimento se valla por el desagüe. Para las jaulas no hay una limpieza especifica solo se le añade una vez por día permanganato de potasio para el tratamiento de parásitos externos que pudieran afectar al pez.

9.1.1.4.3. Engorda

Para el proceso de engorda del bagre tiene un periodo de 8-12 meses. es la etapa posterior a la pre-engorda, aquí el desdoble de organismos se da cada mes y medio para ir seleccionando los organismos que presentan tallas de 8 pulgadas o más para la etapa final que es la de engorda. Los peces son llevados en hieleras con agua mediante la transportación en camioneta pick-up y en moto desde los estanques de pre-engorda hacia las jaulas flotantes situadas en la presa que están a 100 metros de distancia aproximadamente.

9.1.1.4.4. Preparación de jaulas

Las jaulas se preparan días antes del desdoble seleccionando las que estén en mejores condiciones y si podría haber alguna jaula que no cumple con estas condiciones el encargado de la granja hace las reparaciones pertinentes, se remolcan con una plataforma flotable la cual con una polea industrial arrastra las jaulas hacia el interior de la presa donde hay veinticuatro jaulas flotantes donde se

acomodan en forma alineada “tren” obteniendo dos líneas de 12 jaulas aproximadamente cada una.

9.1.1.4.5. Alimentación para organismos en pre-engorda y engorda

Para la etapa de pre-engorde los peces son alimentados con pellets de 3 mm y para engorda pellet de 5 mm ambos con un 32% de proteína. Se gasta aproximadamente la mitad de la parte de un saco de 25 kg para alimentar a los peces de las jaulas y los reproductores y una cuarta parte del saco para los peces de menor tamaño que se encuentran en los estanques y presa rustica, para estos tres tipos de sistemas se alimenta una veces al día entre la 1:00-3:00 pm. Para los reproductores es la misma forma.

El alimento se encuentra almacenado en bodega sobre tarimas, de acuerdo a la necesidad se adquiere el alimento para evitar acumular en grandes cantidades y pueda contaminarse con agentes externos.

9.1.1.5. Selección de organismos para la venta

La producción de bagre de canal de la granja “Rio cristal Xicoténcatl tiene el periodo de marzo a octubre. El proceso de desdoble mencionado anteriormente se lleva a cabo cuando los organismos ya están listos seleccionando los estanques establecidos para tallas en venta. Para el bagre de canal alcanza su talla comercial entre 500-700 g. con una longitud aproximadamente entre 40-45 cm.

9.1.1.6. Venta

El dueño de la granja procesa y comercializan el producto por su cuenta de manera local, y en ocasiones venden a la integradora cuando ésta lo requiere. El bagre se

vende como producto por pieza o eviscerado, el precio de la venta depende mucho cada año si los costos de insumos incrementan.

9.1.1.7. Materiales y Equipo de trabajo

.El material utilizado se encuentra en bodega de concreto y palma tipo “palapa” y el resto del material está disperso por toda la granja.

El material de trabajo con el que se cuenta es de 4 redes (2 medianas, una grande y una chica), 3 baldes de agua, 1 bascula, un equipo de disección, 1 sifón convencional y dos mangueras utilizadas como sifón, 1 hielera, 2 escobas largas, un tina de agua, 1 cucharones (1 fabricado y 1 convencional),

9.1.1.8. Equipo de trabajo.

Se cuenta con un bote de fabricación de aluminio y uno inflable, así como un muelle donde se anclan los botes y una balsa remolque con una polea tipo gancho industrial para jalar las jaulas dentro de la presa. Una cuatrimoto y una camioneta tipo pick-up y Tres pares de botas de hule.

9.1.2. Paso 2. Diagrama de flujo del proceso de la granja “Rio cristal Xicoténcatl”

- a) Diagrama de flujo donde se representa una descripción de las etapas el proceso productivo del bagre de canal en la granja “Rio cristal Xicoténcatl”.

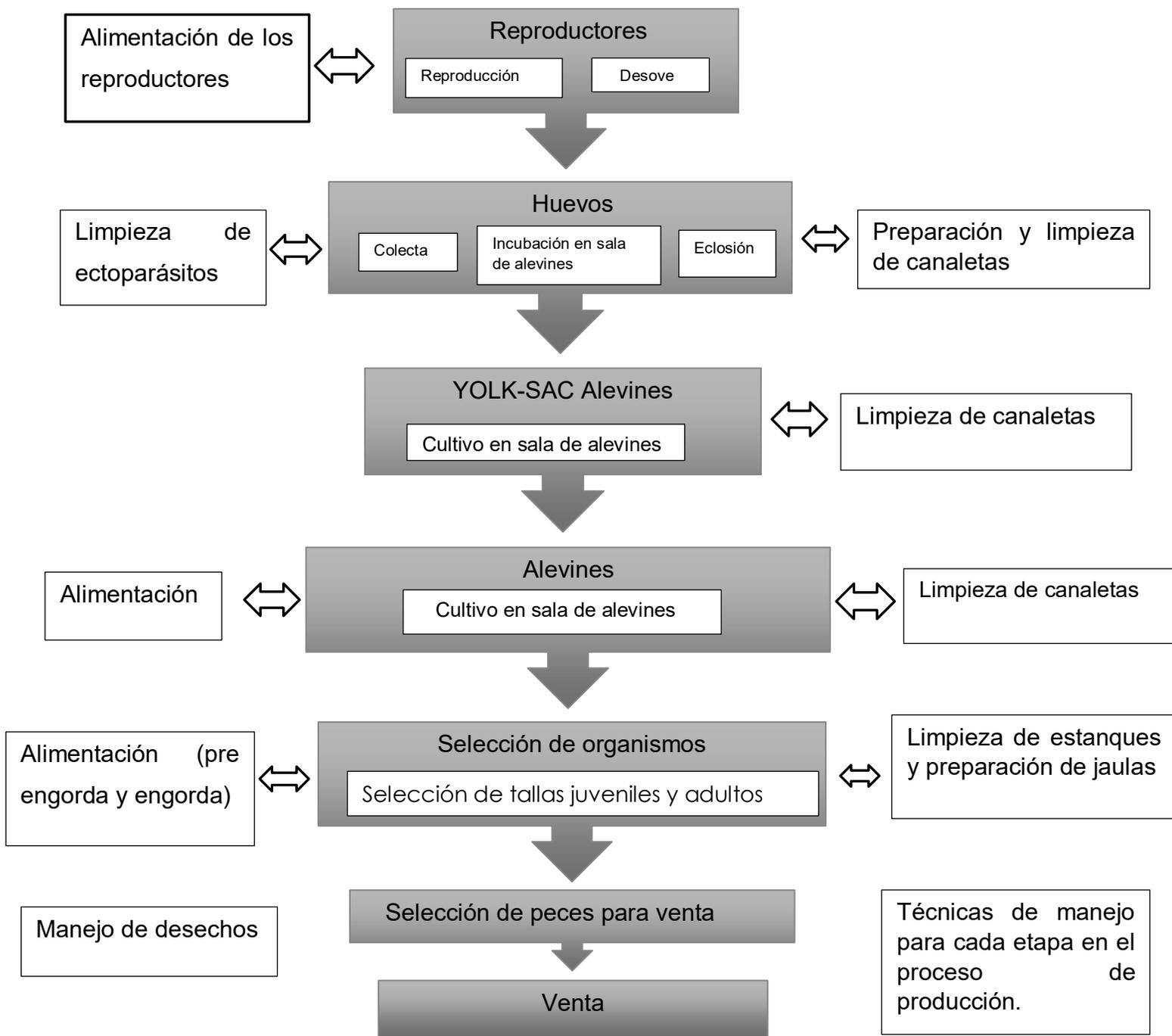


FIGURA 6 Diagrama de flujo del proceso productivo del bagre de canal en la granja “Rio cristal Xicoténcatl”.

En el cultivo y producción del bagre de canal se puede apreciar que en cada etapa son fundamental algunos procesos en cada etapa como es. (La limpieza, la alimentación, y manipulación del organismo) algunas etapas se deben atender más por altas incidencias de contaminación y propagación de patógenos causantes de altas mortandades a causa de malas prácticas de manejo.

Por otra parte la granja cuenta con vistas cada 15 días por parte del comité de sanidad acuícola del estado de Tamaulipas para monitorear que el proceso de cultivo siga las recomendaciones así como también cuenta con dos biólogos que atienden si se presenta algún problema aunque este son es muy frecuente y la granja cuenta con dos trabajadores fijos y eventuales: El trabajador fijo es el que conoce todo el proceso de producción sin embargo cuenta con pocos conocimientos sobres medidas preventivas o de manejo en la especie y los trabajadores eventuales son los que solo se les contrata por temporadas especialmente cuando se lleva a cabo la reproducción del bagre de canal y la cosecha para su venta.

9.1.3. Paso 3. Identificación de Riesgos Potenciales en el cultivo y producción del bagre de canal.

- a) Una vez finalizado el diagrama de flujo, y haber sido verificado por personas expertas en la actividad del proceso de producción de bagre se realizara el siguiente paso.
- b) En la Tabla 1. se presentan posibles riesgos, identificados en el análisis de la información que se obtuvo sobre el proceso de producción del bagre de canal que fueron identificados durante las visitas en la graja

TABLA 1. Identificación de riesgos en cada etapa en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal en la granja “Rio Cristal Xicotécatl”.

ETAPA/CONDICION	RIESGO IDENTIFICADO
Reproducción	No se encontró riesgo
Incubación de huevos	<p>Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)</p> <p>Químico. (Aplicación empírica de antibióticos)</p> <p>Físico (Acumulación exógena y materia orgánica en canaletas.)</p> <p>Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)</p>
Yolk-sac Alevín	<p>Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)</p> <p>Químico (Aplicación empírica de antibióticos).</p> <p>Físico. Acumulación de exógena y materia orgánica en las canaletas</p> <p>Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)</p> <p>Físico. (Aireadores insuficientes)</p>
Alevines	<p>Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques).</p> <p>Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas)</p> <p>Químico (Aplicación empírica de antibióticos)</p> <p>Biológico (No se lleva a cabo la aclimatación de los organismos)</p> <p>Físico Acumulación de exógena y materia orgánica en las canaletas</p> <p>Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)</p> <p>Físico. (Aireadores insuficientes)</p>
Selección de talla.(pre engorda y engorda)	<p>Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques.)</p> <p>Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)</p> <p>Químico (Aplicación empírica de antibióticos)</p> <p>Biológico (No se lleva a cabo la aclimatación de los organismos.)</p> <p>Físico Acumulación de exógena y materia orgánica en las canaletas</p> <p>Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)</p>
Alimentación en cada etapa.	<p>Biológico (Desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado.)</p> <p>Físico (turbidez en el agua por causa del desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado.)</p> <p>Químico (Uso de alimento medicado bajo estándares empíricos para la prevención de enfermedades.</p>
Cultivo de otros peces	Biológico: cultivo de especie de tilapia en la misma zona de engorde del bagre de canal.
Calidad de agua	<p>Químico (Desconocimiento de parámetros químicos del agua, en cada etapa)</p> <p>Físico (Desconocimiento de parámetros físicos del agua, en cada etapa)</p>
Material y equipo para higiene y	<p>Biológico (No hay uso de guantes y mandiles como medida de sanidad.)</p> <p>Biológico (No hay tapetes de sanitización y tapete de charca para desinfección)</p>

sanidad	Biológico (no se cuenta con lavamanos para su uso exclusivo).
Manejo de equipo, herramienta	Biológico(Material de trabajo en malas condiciones)
Limpieza de estanques y jaulas flotantes	Biológico (No hay limpieza de jaulas acumulación de algas)
Manejo de áreas verdes y control de organismos no deseados	Biológico (Área abierta y con entrada y salida de organismos vectores de parásitos y/o enfermedades)

En el cultivo de bagre en la granja rio cristal Xicoténcatl, como se puede observar que en cada etapa desde cultivo hasta la venta al consumidor se tiene riesgos que deben ser atendidos y controlados por el personal de la granja.

En la Tabla 2. Se tiene identificados los riesgos y su relación y que deben ser controlados para evitar cualquier riesgos en el proceso de producción.

TABLA 2. Relación de los riesgos identificados en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal

Tipo de riesgo identificado	Cantidad de riesgos encontrados en cada etapa
Biológico	17
Físico	13
Químico	6
Total	36

P2: “Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC).en el cultivo del bagre de canal de la granja rio cristal Xicoténcatl”

Se identificaron los puntos críticos de control (PCC) que ponen en riesgo el proceso de cultivo y producción del bagre de canal

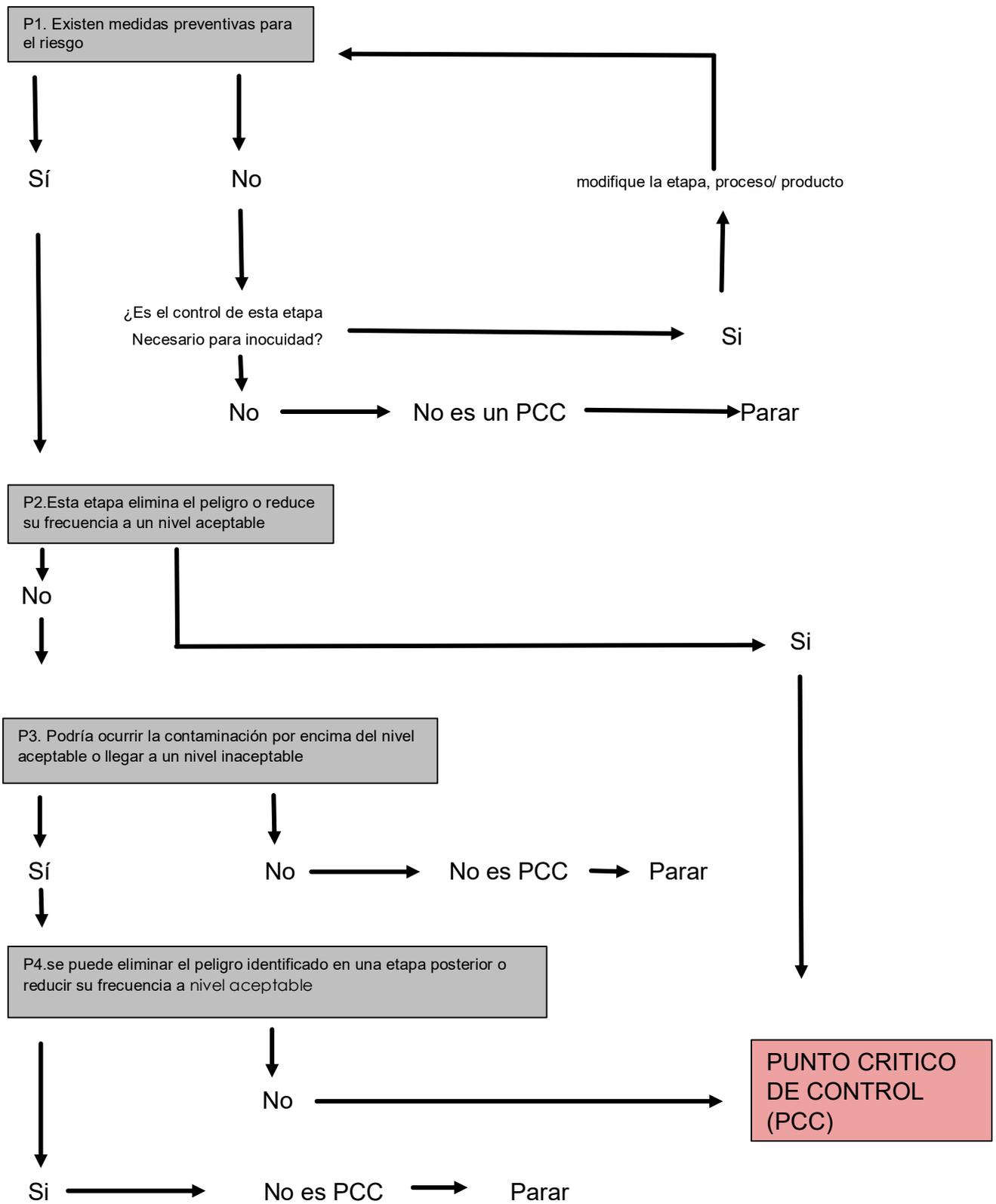
En el siguiente Tabla 3. Se muestra los riesgos que resultaron ser puntos críticos en las etapas del cultivo de bagre de canal, para este principio se evaluó cada Riesgo empelando Diagrama árbol de decisiones (COVENIN ,2002) Como técnica. (Figura 7)

TABLA 3. Identificación de puntos críticos de control en cada etapa en el proceso de cultivo y producción del bagre de canal.

Etapa/Condición	Principio 1 Riesgo identificado	Principio 2				
		P1	P2	P3	P4	¿PCC? Si / No
Reproducción	No se encontró riesgo					No
Incubación	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	SI	SI			SI
	Químico. (Aplicación empírica de antibióticos)	SI	SI			SI
	Físico (Acumulación exógena y materia orgánica en canaletas.)	SI	NO	SI	SI	NO
	Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)	SI	NO	SI	SI	NO
Yolk- sac o Alevín	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	SI	SI			SI
	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	SI	SI			SI
	Físico. Acumulación de exógena y materia orgánica en las canaletas	SI	NO	SI	SI	NO
	Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)	SI	NO	SI	SI	NO
	Físico. Aireadores insuficientes	SI	SI			SI
Alevines	Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques).	SI	SI			SI
	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas)	SI	SI			SI
	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	SI	SI			SI

	Biológico (No se lleva a cabo la aclimatación de los organismos.)	SI	NO	NO		NO
	Físico (Acumulación exógena y materia orgánica en canaletas.)	SI	No	Si	Si	NO
	Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)	SI	NO	SI	SI	NO
	Físico. Aireadores insuficientes	SI	SI			SI
Selección de talla. (pre engorda y engorda)	Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques.)	SI	SI			SI
	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	SI	SI			SI
	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	SI	SI			SI
	Biológico (No se lleva a cabo la aclimatación de los organismos.)	SI	NO			NO
	Físico (Acumulación exógena y materia orgánica en estanques.)	SI	No	Si	Si	NO
	Físico (Acumulación de materia en los Sedimentadores)	SI	NO	SI	SI	NO
Cosecha de Organismos	Biológico (Llevarse a cabo en horas inapropiadas)	SI	SI			SI
Alimentación en cada etapa.	Biológico. (Desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado.)	SI	NO	SI	SI	NO
	Físico (turbidez en el agua por causa del desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado.)	SI	NO	SI	SI	NO
	Químico (Uso de alimento medicado bajo estándares empíricos para la prevención de enfermedades.)	SI	SI			SI
	Biológico (Calidad en el alimento para engorda)	No				modifique proceso/ producto
Cultivo de otros peces	Biológico: cultivo de especie de tilapia en la misma zona de engorde del bagre de canal.	Si	No	Si	Si	Si
Calidad de Agua	Químico(Desconocimiento de parámetros óptimos en calidad del agua en cada etapa)	Si	Si			Si
Manejo de desechos	Biológico(No se cuenta con desagüe en piso para desecho biológico en la sala de alevines)	Si	Si			Si
	Físico (No se cuenta con desechos de basura).	No	No			No
Material y equipo higiene y sanidad	Biológico (No hay tapetes de sanitización y tapete de charca para desinfección).	Si	Si			Si

	Biológico (No hay uso de guantes y mandiles como medida de sanidad.)	Si	Si			Si
	Biológico (no se cuenta con lavamanos para su uso exclusivo).	Si	Si			Si
Manejo de equipo y herramienta	Biológico(Material de trabajo en malas condiciones)	Si	No	Si	Si	Si
Limpieza de estanques y jaulas flotantes	Biológico (No hay limpieza de jaulas y estanques acumulación de algas)	Si	Si			Si
Manejo de áreas verdes control de organismos no deseados	Biológico (Área abierta y con entrada y salida de organismos vectores de parásitos y/o enfermedades)	Si	Si			Si



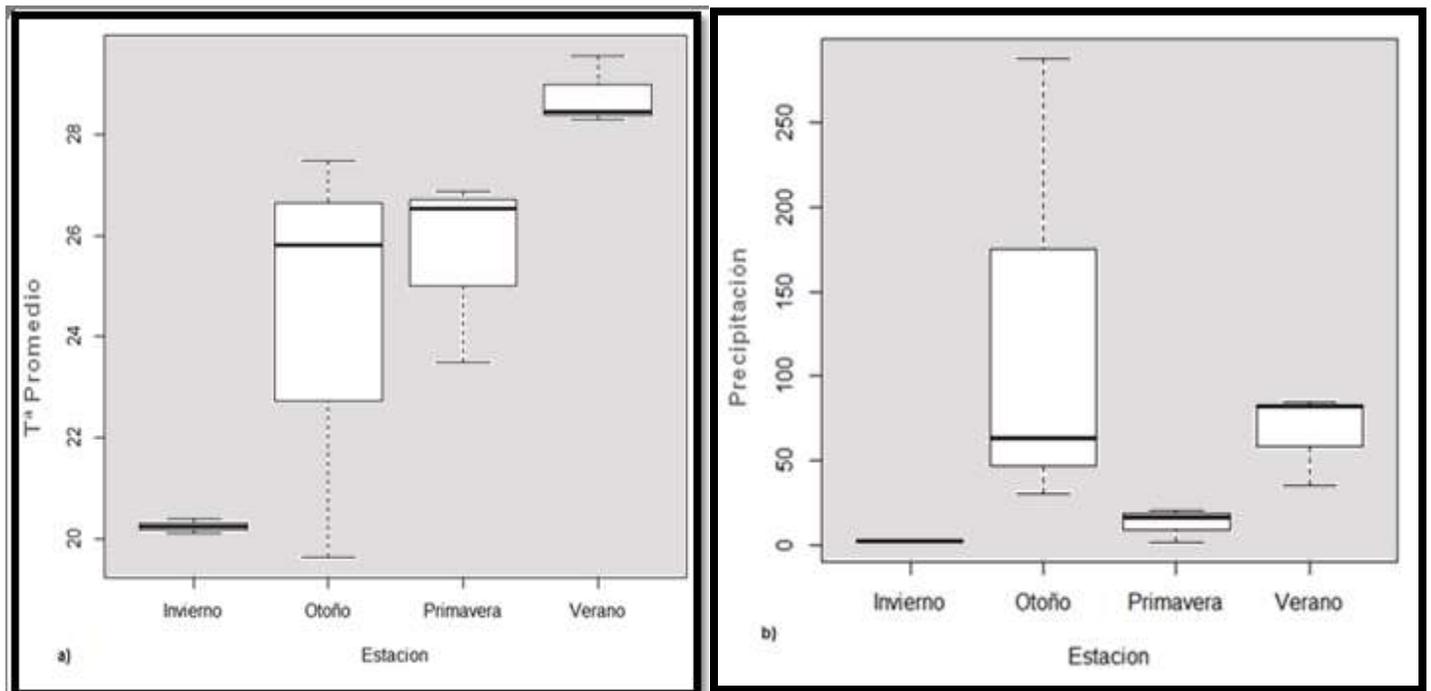
* Pase a la etapa siguiente

FIGURA 7. Diagrama de árbol de decisiones de COVENIN, 2012

9.2. FASE 2. ANÁLISIS DE DATOS PARA ESTABLECER LÍMITES PERMISIBLES.

9.2.1. Paso 1. Análisis de datos ambientales y de patógenos con relación en las mortalidades del periodo 2014

El análisis de los datos ambientales sobre la de mortalidad no tuvo efecto significativo, debido a que la temperatura del 2014 se mantuvo dentro de los límites ambientales para el bagre de canal en cada temporada, esto no afectó más allá de su rango de tolerancia. La temperatura es el parámetro más importante debido a que está influenciado por los demás parámetros los cuales no tuvieron efecto alguno en el aumento o disminución de esta misma, aunque hubo variaciones en los demás parámetros no mostraron efecto sobre la temperatura como se muestran en diagramas de cajas y bigotes en la (Figura 8 a, b, c)



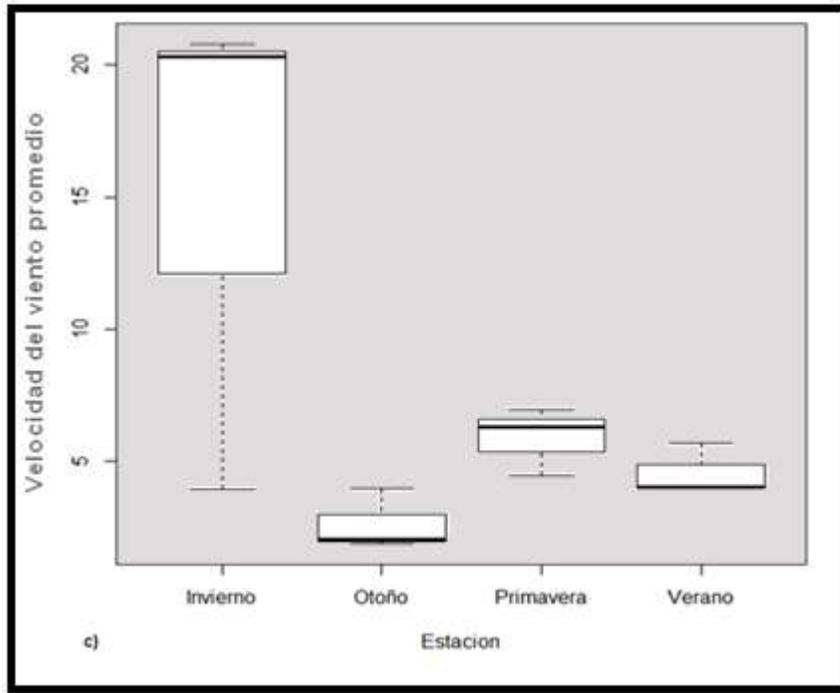


FIGURA 8. a) Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones de parámetros ambientales en las diferentes estaciones del año 2014. a).Temperatura. b) precipitación. c) velocidad del viento

Para la mortalidad de peces se demostró que no hay relación de las mortalidades con las épocas del año, sin embargo la mayor muerte fue en los meses con mayor calor (verano), y menos muertes en meses de frio (invierno) (Figura 8 a.).El porcentaje de peces muertos estaba categorizado en: A= mortalidad alta para aquellos porcentajes con respecto a la mortalidad que son mayores del 10,000 y B= mortalidad baja para aquellos porcentajes con respecto a la mortalidad que son menores del 10,000, se demostró no tener mucha diferencia los parámetros ambientales sobre las mortalidades (Figura 9 b, c.)

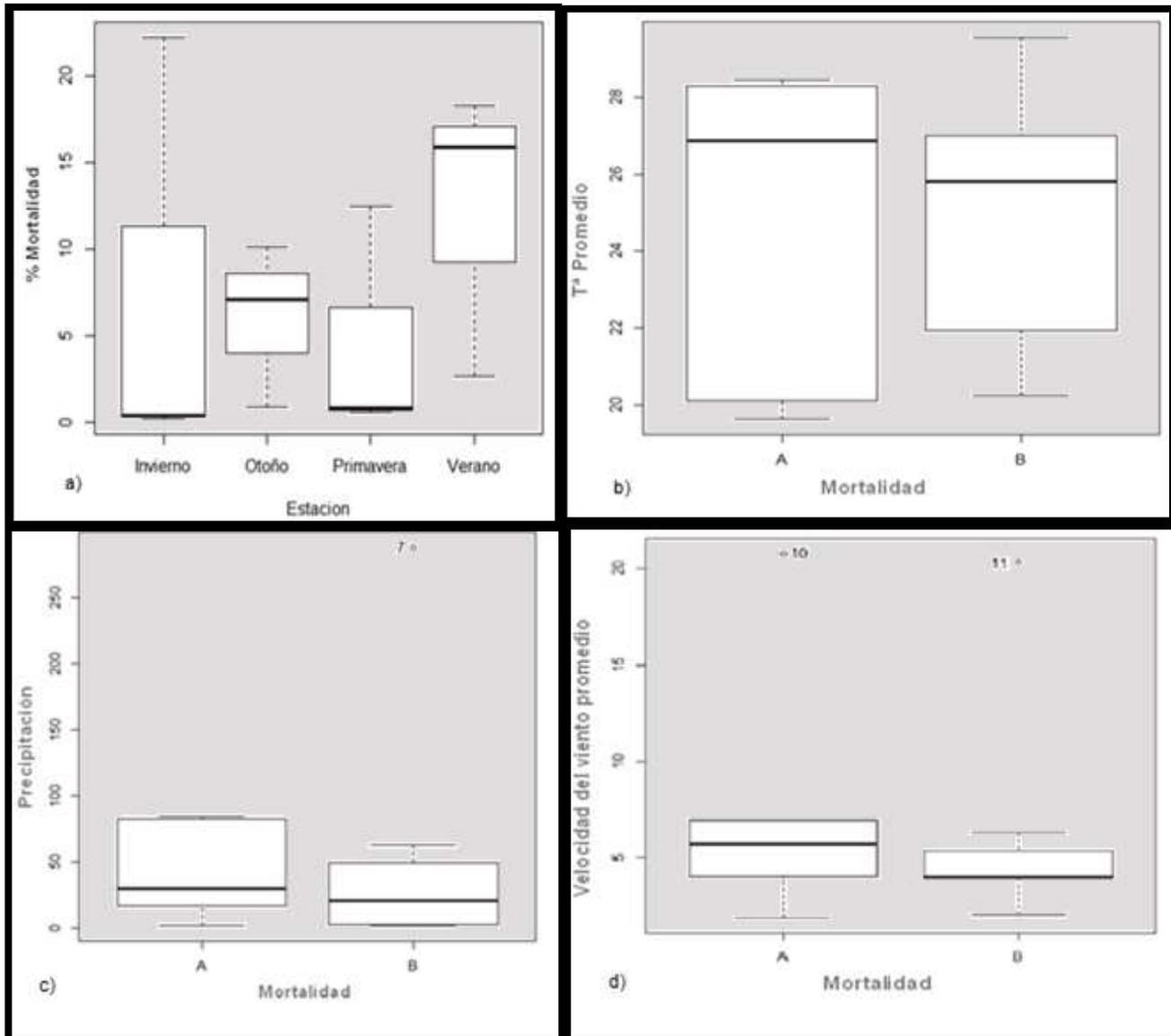


FIGURA 9. a) Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones del porcentaje de mortalidad de bagre de canal en las diferentes estaciones del año 2014. Diagrama de caja y bigote que representa la media y desviaciones del porcentaje de mortalidad de bagre de canal respecto a las fluctuaciones de parámetros ambientales del año 2014. b) temperatura. c) precipitación. d) velocidad de viento.

Para en el caso de los patógenos se observó diferencia $p\text{-value} = 0.01638$ Pearson's Chi-squared test entre la época del año (Estaciones) con la prevalencia de patógenos lo largo del año. Para el tipo de organismo las bacterias predominaron más en época de clima cálido (verano), mientras que los parásitos predominaron más en época de clima frío (invierno) (figura 9) lo que significa que la temperatura podría ser el factor de importancia para el desarrollo de los patógenos. Los registros reportados por el comité de sanidad acuícola del estado fue un total de 42 casos reportados con un 24 pertenecieron a Parásitos y 18 para bacterias. (Tabla 4). En parásitos *Henneguya exilis* presento más prevalencia de un 14%, *Ligictaluridus floridanus* 12% y *Trichodina sp.* 10% mientras que en las bacterias *Aeromonas Pseudomonas sp.* Y *Streptococcus sp.* Cada una representa el 6%. (Figura 11)

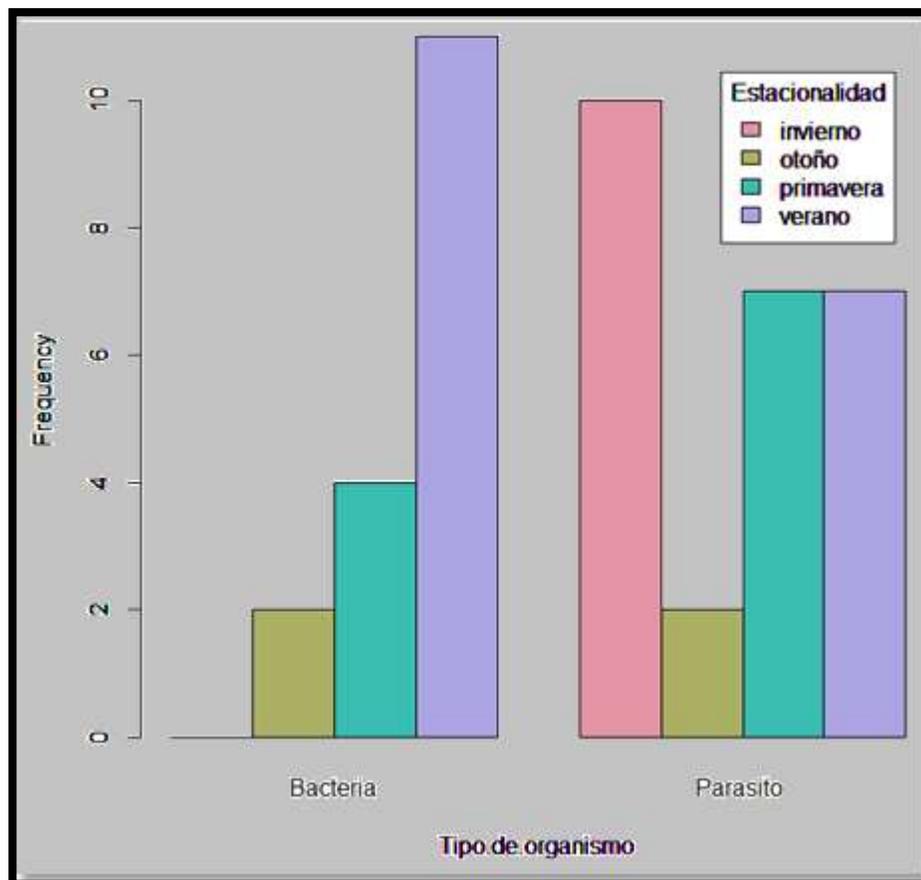


FIGURA 10. Prevalencia de bacterias y parásitos por estaciones en el año 2014

TABLA 4. Número de casos reportados y organismo patógenos en las mortalidades reportadas en el 2014.

Tipo de organismo	Género o Especie	No. casos reportados
Bacteria	<i>Aeromonas sp.</i>	6
	<i>Pseudomonas sp.</i>	6
	<i>Streptococcus sp.</i>	6
Total		18
Parásito	<i>Henneguya exilis</i>	6
	<i>Ligictaluridus floridanus</i>	5
	<i>Trichodina sp.</i>	4
	<i>Gyrodactylus sp.</i>	3
	<i>Centrocestus formosanus</i>	3
	<i>Dactylogyrus sp.</i>	2
	<i>Diplostomum sp.</i>	1
Total		24

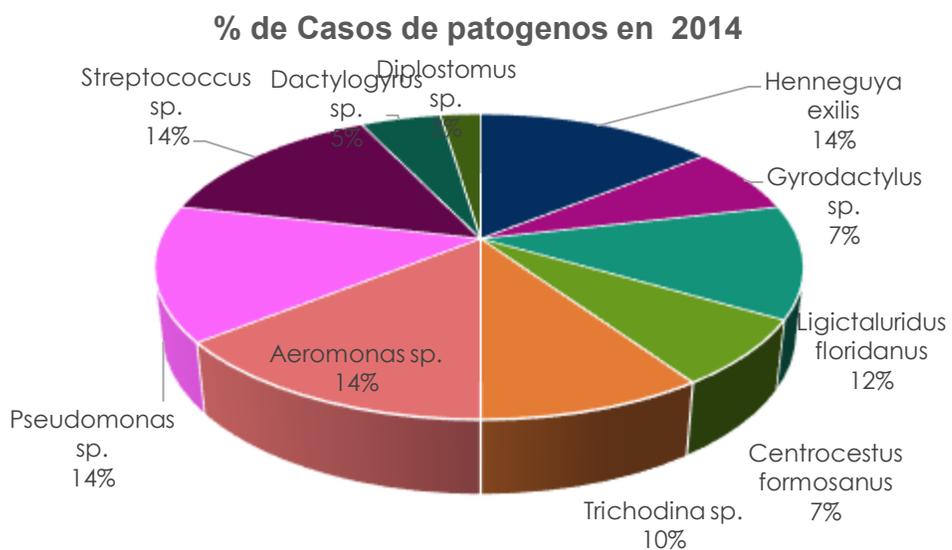


FIGURA 11. Porcentaje de prevalencia de los patógenos en el año 2014

P3 Establecimiento de Límites críticos para cada PCC

TABLA 5 . Establecimiento de límites críticos para cada punto crítico en cada etapa o proceso.

Etapa o condición	P1 Riesgo identificado	P2 PCC	P3 Límites críticos
Incubación	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presencia de infección por hongo. ➤ El registro de la infección desde el inicio, ➤ diagnóstico previo permitirá la prevención del patógeno
	Químico. (Aplicación empírica de antibióticos)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formalina cuando se presente infección por hongo acuático de género Saprolegniaceae 1,000 - 2,000 µL por L por 15
Yolk- sac o Alevín	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presencia de organismos aletargados o moribundos. ➤ El registro de la mortandad desde el inicio del ciclo. ➤ Diagnóstico previo permitirá la identificación de las enfermedades que proliferan (historial clínico), ➤ Llevar un monitoreo de la salud de los organismos semanalmente
	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxitetraciclina eficaz contra bacterias, mycoplasmas y protozoarios. 200 - 700 mg Oxitetraciclina por L. de agua por ➤ Formalina 1,000 - 2,000 µL por L por 15 min ➤ Contra ectoparásitos y protozoarios. ➤ 2 gotas azul de metileno por cada 4 litros de agua. Para tratamiento contra bacterias ➤ Tener conocimiento de la cantidad recomendada y tratamiento recomendado para cada infección.
	Físico. Aireadores insuficientes	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitorear los aireadores constantemente y sus desperfectos para evitar un descenso en los niveles óptimos del oxígeno en el agua.

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 - 5 ppm menor de 4 indica mala calidad en el oxígeno disuelto
Alevines	Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques).	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 kg/m³ debe utilizarse lctiometro que permite determinar la longitud total del pez o seleccionadores en las diferentes etapas. ➤ Se recomienda sembrar menos de lo estipulado.
	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presencia de organismos aletargados o moribundos. ➤ El registro de la mortandad desde el inicio del ciclo, ➤ Diagnóstico previo permitirá la identificación de las Enfermedades que proliferan (historial clínico). ➤ Llevar un monitoreo de la salud de los organismos semanalmente
	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxitetraciclina eficaz contra bacterias, mycoplasmas y protozoos 200 - 700 mg en Litro de agua ➤ Formalina 1,000 - 2,000 µL por Litro por 15 min. contra ectoparásitos y protozoarios ➤ 2 gotas azul de metileno por cada 4 litros de agua. Para tratamiento contra bacterias ➤ Tener conocimiento de la cantidad recomendada y tratamiento recomendado para cada infección.
	Físico. Aireadores insuficientes	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitorear los aireadores constantemente y su desperfectos para evitar un descenso en los niveles óptimos del oxígeno en el agua. ➤ 4-5 ppm optimo, menor de 4ppm indica mala calidad en el oxígeno disuelto
Selección de talla. (pre engorda y engorda)	Biológico (Desconocimiento de la capacidad de carga de los estanques.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 kg/m³ debe utilizarse lctiometro que permite determinar la longitud total del pez o seleccionadores en las diferentes etapa ➤ Se recomienda sembrar menos de lo estipulado.
	Biológico (Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presencia de organismos aletargados o moribundos. ➤ El registro de la mortandad desde el inicio del ciclo, con el diagnóstico previo permitirá la identificación de enfermedades que proliferan (historial clínico), ➤ Llevar un monitoreo de la salud de los organismos semanalmente

	Químico (Aplicación empírica de antibióticos)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permanganato de potasio (1-2 mg/L) para Infecciones bacterianas. Diluido en agua tibia.
Cosecha de Organismos	Biológico (Llevarse a cabo en horas inapropiadas)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Llevar a cabo en horas tempranas de la mañana (antes de las 12 am y después de las 5pm) para no someter al calor, ni exponerse al sol superficies calentadas por este.
Alimentación en Cada etapa	Biológico. (Desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado.)	si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alimentación diaria con relación a la temperatura del agua y su porcentaje con relación a su masa corporal
	Químico (Uso de alimento medicado bajo estándares empíricos para la prevención de enfermedades.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se debe realizar bajo un diagnóstico correcto pues puede llegar a favorecer la resistencia de organismos patógenos. ➤ La prevención de enfermedades a través de las buenas prácticas es la mejor medida para evitar el surgimiento de éstas ➤ Diagnostico emitido por médico veterinario si se requiere suplementar con vitaminas la dieta del pez.
Calidad de Agua	Químico(Desconocimiento de parámetros óptimos en calidad del agua en cada etapa)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura: 22-30°C optimo ➤ Oxígeno disuelto: 2-5 ppm ➤ pH: 6-9 ➤ Amonio: 0 ➤ Nitrito: 0 ➤ Alcalinidad: 20-400 ppm ➤ Dureza total: 20-400 ppm
Manejo de desechos	Biológico(No se cuenta con desagüe en piso para desecho biológico en la sala de alevines)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos. ➤ Tener desagüe al suelo para la canalización en fosa séptica para su incineración o entierro de los peces muertos.
Cultivo de otros peces	Biológico: (cultivo de especie de tilapia en la misma zona de engorde del bagre de canal)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos de otras especies Cultivadas cerca de las jaulas de cultivo ➤ Evitar cultivar otras especies cerca de la zona de cultivo

Material y equipo para higiene y sanidad	Biológico (No hay tapetes de sanitización y tapete de charca para desinfección).	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos. ➤ Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección (pediluvio) para la entrada de personal en áreas de riesgo para los peces.
	Biológico. (desinfección de entrada de vehículos a la granja)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos. ➤ Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para los vehículos (rodiluvio).
	Biológico (No hay uso de guantes y mandiles como medida de sanidad.)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos. ➤ El uso de equipo como guantes de látex estéril, mandiles y botas de protección ayudara a evitar la contaminación cruzada de microorganismos. ➤ protección del mismo personal, debe seguir todas las especificaciones de acuerdo con la NOM-251-SSA1-2009
	Biológico (no se cuenta con lavamanos para su uso exclusivo).	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación cruzada por patógenos. ➤ Debe contarse con una estación de lavado y desinfección de manos, provista de jabón o detergente y desinfectante, secador de aire caliente o toallas desechables y depósito para basura. NOM-251-SSA1-2009.
Manejo de equipo, herramienta	Biológico(Material de trabajo en malas condiciones)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material en mal estado (oxidado y difícil de limpiar) ➤ Deben tener superficies lisas y ser de material Inoxidable. ➤ Los recipientes ubicados en las áreas de producción deben de identificarse y ser de material de fácil limpieza. NOM-251-SSA1-2009
Limpieza de estanques y jaulas flotantes	Biológico (No hay limpieza de jaulas estanques acumulación de algas)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incrustación de algas y mohos en las paredes de la jaula ➤ Limpieza periódica con escobillones o escobas largas acumulación de algas y monitoreo de calidad de agua para evitar enfermedades en los peces

Manejo de áreas verdes y control de organismos no deseados	Biológico (Área abierta y con entrada y salida de organismos vectores de parásitos y/o enfermedades)	Si	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acumulación de predadores y robo de peces por animales salvajes. ➤ Animales vectores de parásitos y enfermedades ➤ Cada establecimiento debe tener un sistema o un plan para el control de plagas y erradicación de fauna nociva ➤ De acuerdo con la NOM-251-SSA1-2009, y personal autorizado que cumpla con la NOM-256-SSA1-2012 para uso de plaguicidas.
--	--	----	---

P4: “Establecer un sistema de vigilancia para el control de los puntos críticos”

TABLA 6. Sistema de vigilancia para cada punto crítico de control

PCC. Desconocimiento de las causas de mortandad y/o probables enfermedades presentadas.		
Tipo de Riesgo: Biológico		
Limite critico		Presencia de organismos aletargados o moribundos
Monitoreo	¿Qué?	Peces en cada etapa
	¿Cómo?	Visualmente / envió de muestras a laboratorios de referencia
	¿Cuándo?	Diariamente supervisión de los peces y envió de muestras al laboratorio de referencia cada mes
	¿Quién?	Analista microbiología o encargado de la granja una vez capacitado
Medidas correctivas		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocimiento sobre las enfermedades del bagre ➤ Aplicación de antibióticos ➤ Registros de las mortalidades que se presenten ➤ Inspección sanitaria por parte de comité de sanidad acuícola del estado.

	➤ Acciones de bioseguridad
--	----------------------------

PPC. Desconocimiento de la capacidad de carga para cada etapa		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	150 kilogramos por metro cubico	
Monitoreo	¿Qué?	Densidad
	¿Cómo?	Medias morfometricas y peso de los organismos
	¿Cuándo?	Cada selección de talla
	¿Quién?	Encargado de cada área de selección
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desdoble por cada etapa de crecimiento ➤ Sembrar menos de lo estipulado. 	

PPC. Aplicación empírica de Antibióticos		
Tipo de Riesgo: Químico		
Limite Critico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxitetraciclina eficaz contra bacterias, mycoplasmas y protozoos 200 - 700 mg Oxitetraciclina por Litro de agua ➤ Formalina 1,000 - 2,000 µL por L de agua por 15 min Contra ectoparásitos y protozoarios ➤ 2 gotas azul de metileno por cada 4-5 litro de agua para tratamiento contra bacterias ➤ Permanganato de potasio 1-2 mg/ L 	
Monitoreo	¿Qué?	Cantidad de antibiótico suministrado
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Dependiendo de la aplicación por tratamiento
	¿Quién?	Encargado de la sala de cada área de producción

Medidas correctivas	Tener conocimiento de la cantidad recomendada y que tratamiento recomendado para cada infección.
---------------------	--

PPC. Desconocimiento de la cantidad real de alimento suministrado		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Alimentación diaria con relación a la temperatura del agua y su porcentaje con relación a su masa corporal	
Monitoreo	¿Qué?	Cantidad de alimento
	¿Cómo?	Porcentaje de Cantidad de alimento consumido con respecto a su biomasa corporal.
	¿Cuándo?	Diariamente
	¿Quién?	Encargado de cada área en etapa de crecimiento
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Registro de bitácoras de la cantidad de alimento suministrado en cada etapa ➤ registro de medidas morfo métricas en cada desdoble para el conocimiento de la cantidad de alimento que será suministrado en porcentaje de su biomasa corporal. 	

PCC. Desconocimiento de parámetros físico-químico del agua en cada etapa		
Riesgo: Químico y Físico		
Limites críticos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura: 22-30°C optimo ➤ Oxígeno disuelto: 5 ppm ➤ pH: 6-9 ➤ Amonio: 0 ➤ Nitrito: 0 ➤ Alcalinidad: 20-400 ppm ➤ dureza total: 20-400 ppm 	
Monitoreo	¿Que?	Calidad del agua
	¿Cómo?	Kits comerciales de detección rápida para calidad de agua
	¿Cuándo?	Diariamente
	¿Quien?	Encargado de cada área en etapa de crecimiento
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ flujo de agua constante ➤ suficiente aireación ➤ algunos casos aplicar compuestos químicos para amortiguar alguna concentración máxima de algún parámetro. 	

PCC. Aireadores insuficientes.		
Riesgo: Físico		
Limites críticos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxígeno disuelto: 5 ppm optimo ➤ Alevines y crías 4-5 ppm ➤ Adultos 2-5 ppm 	
Monitoreo	¿Que?	Aireadores y calidad de oxígeno disuelto.
	¿Cómo?	Monitoreo de oxigeno con kits comerciales y monitoreo de instalaciones
	¿Cuándo?	Diariamente
	¿Quien?	Encargado de cada área en etapa de sala de alevines y estanques

Medidas correctivas	Instalación de aireadores y vigilar el flujo de aire en blowers
---------------------	---

PCC. Cosecha en horas inapropiadas		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Estrés en los organismos por altas temperaturas	
Monitoreo	¿Que?	Condiciones ambientales ideales
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Cosecha de organismos
	¿Quien?	Encargado de cada área de engorda
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Llevar a cabo en horas tempranas de la mañana (antes de las 12 am y después de las 5pm) para no someter al calor, ni exponerse al sol superficies calentadas por este. 	

PCC. Uso de alimento medicado bajo estándares empíricos para la prevención de enfermedades.		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Deficiencia nutrimental	
Monitoreo	¿Que?	Alimento y medicamento
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	En cada alimentación
	¿Quien?	Encargado de sala de alevines
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagnostico emitido por médico veterinario si se requiere suplementar con vitaminas la dieta del bagre de canal 	

PCC. No se cuenta con desagüe en piso para desecho biológico en la sala de alevines		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Contaminación de peces muertos en la sala de alevines por descuido o peces enfermos en la sala de alevines	
Monitoreo	¿Que?	Evitar la acumulación en suelo de peces muertos en la sala de alevines por descuido o peces enfermos.
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Frecuentemente
	¿Quien?	Encargado de cada sala de alevines

Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tener desagüe al suelo para la canalización en fosa séptica para su incineración o entierro de los peces muertos y evitar contaminación
---------------------	---

PCC. No hay tapetes de sanitización y tapete de charca para desinfección		
.		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Contaminación cruzada por patógenos	
Monitoreo	¿Que?	Desinfección del personal al entrar a la sala de alevines
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	La entrar a la sala de alevines
	¿Quien?	Todo el personal
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para la entrada de personal a la zona de incubación (pediluvio). 	

PCC. No se cuenta con medidas de desinfección de entrada de vehículos a la granja		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Contaminación cruzada por patógenos del exterior	
Monitoreo	¿Que?	Desinfección de vehículos al entrar a la granja
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Al entrar a la granja
	¿Quien?	Personal encargado de la granja
Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección de vehículos en la entrada a la granja (rodiluvio). 	

PCC. No hay uso de guantes y mandiles como medida de sanidad.)		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Contaminación cruzada por patógenos del exterior	
Monitoreo	¿Que?	Uso de guantes y mandiles protección del personal y peces
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Diariamente en cada área al manipular organismo o el uso de sustancias químicas
	¿Quien?	Personal encargado de cada área

Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El uso de equipo como guantes de látex estéril ,mandiles y botas de protección ayudara a evitar la contaminación cruzada de microorganismos. ➤ así como protección del mismo personal, debe seguir todas especificaciones de acuerdo con la NOM-251-SSA1-2009
---------------------	--

PCC. No se cuenta con lavamanos para su uso exclusivo).		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Contaminación cruzada por patógenos del exterior	
Monitoreo	¿Que?	Desinfección del manos
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Al entrar a la sala de alevines y manipulación en estanques.
	¿Quien?	Personal encargado de cada área
Medidas correctivas	Debe contarse con una estación de lavado y desinfección de manos, provista de jabón o detergente y desinfectante, secador de aire caliente o toallas desechables y depósito para basura. NOM-251-SSA1-2009	

PCC. Material de trabajo en malas condiciones		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Material en mal estado (oxidado y difícil de limpiar)	
Monitoreo	¿Que?	Las condiciones ideales del material usado en la granja
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Cada vez utilizado
	¿Quien?	Personal encargado de cada área
Medidas correctivas	Deben tener superficies lisas y ser de material Inoxidable. Los recipientes ubicados en las áreas de producción deben identificarse y ser de material de fácil limpieza. NOM-251-SSA1-2009	

PCC. No hay limpieza de jaulas y estanques (Acumulación de algas).		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos	Incrustación de algas y mohos en las paredes de la jaula.	
	¿Que?	Limpieza de jaulas

Monitoreo	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Periódicamente
	¿Quién?	Personal encargado de jaulas y estanques.
Medidas correctivas		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiar periódicamente con escoba o cepillos largos que puedan llegar hasta la parte final de la jaula y poder eliminar las algas. ➤ De igual manera limpieza de estanques periódicamente o cuando sea necesario

PCC. Área abierta y con entrada y salida de organismos vectores de parásitos y/o enfermedades		
Riesgo: Biológico		
Limites críticos		Acumulación de predadores y robo de peces por animales salvajes Animales vectores de parásitos y enfermedades
Monitoreo	¿Que?	Evitar Depredación de peces por animales silvestres
	¿Cómo?	Visual y técnica
	¿Cuándo?	Periódicamente
	¿Quién?	Personal encargado de jaulas y estanques.
Medidas correctivas		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cada establecimiento debe tener un sistema o un plan para el control de plagas y erradicación de fauna nociva ➤ De acuerdo con la NOM-251-SSA1-2009, y personal autorizado cumpla con la NOM-256-SSA1-2012 para uso de plaguicidas

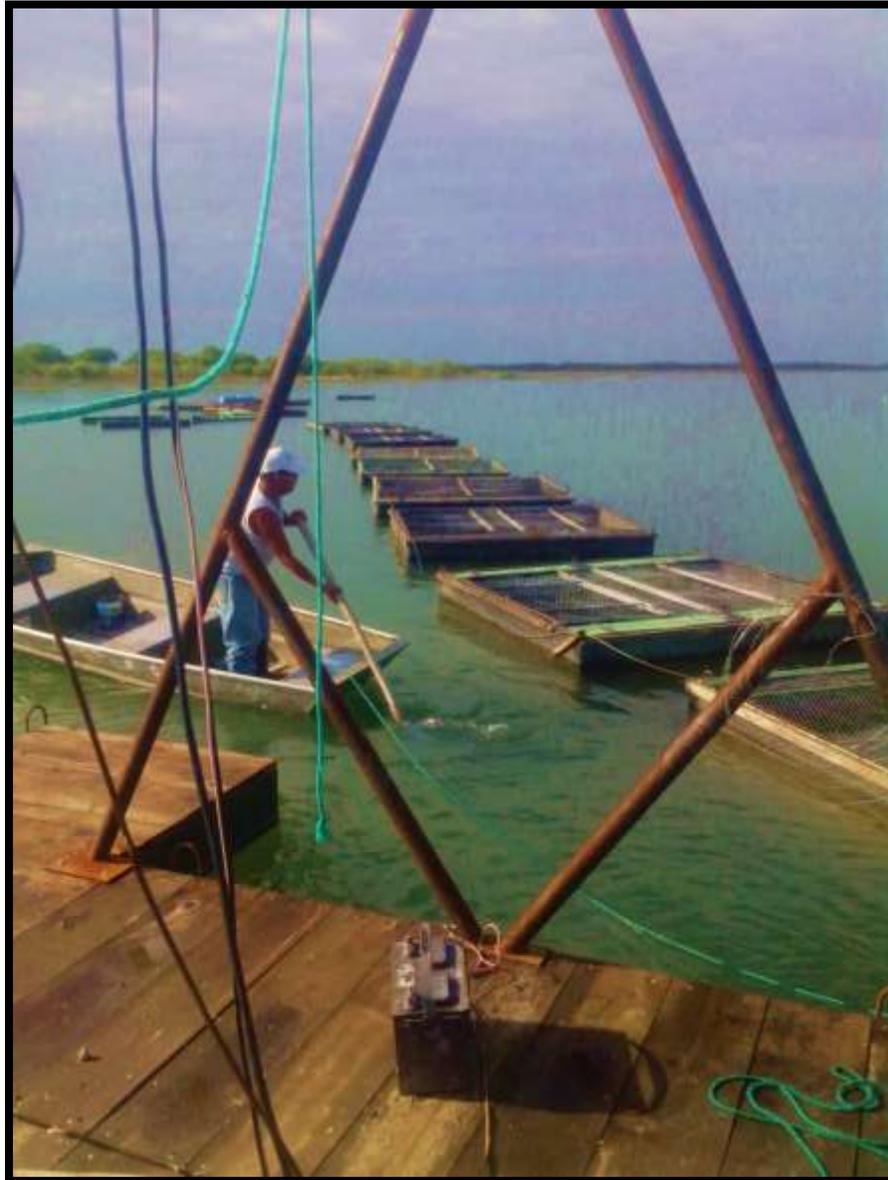
9.5 FASE 3. ESTABLECER MEDIDAS ALTERNATIVAS Y/O CORRECTIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BAGRE.

P5. “Establecer medidas correctivas para cada punto crítico”.

9.5.1. Manual de Buenas Prácticas para el Proceso Productivo de la granja.

Para la implementación de este manual se elaboró con recursos de infraestructura y de personal con que cuenta la granja, solo se adaptó recomendaciones y buenas prácticas de manejo al proceso de producción y las técnicas que la granja ya contaba, esto con el objetivo que la granja pudiera para obtener un buen cultivo de bagre de canal.

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CULTIVO DEL BAGRE DE CANAL (*Ictalurus punctatus*). En la Granja Rio Cristal Xicoténcatl Tamaulipas.



1 GENERALIDADES DEL BAGRE DE CANAL.

El bagre de canal o catfish en inglés, *Ictalurus punctatus* es la especie con mayor potencial comercialmente en la acuicultura en los Estados Unidos. Perteneciente a la familia Ictaluridae, del orden de los siluriformes se encuentran en aguas dulces y agua salada en todo el mundo. La familia Ictaluridae en América del Norte comprende al menos siete géneros y 45 especies. Muchos son peces de consumo con buena aceptación por la población en norte américa, pero la totalidad de la producción de la industria acuícola el bagre de canal es el principal pez comercial en los Estados peces Unidos.

1.1 Distribución

El bagre canal originalmente se encuentran solo en estados unidos y el golfo de México y valle del Misisipi hacia el norte de Canadá y en el norte de México, sin embargo no se encuentra de forma natural en las costas del atlántico norte y oeste de los Estados Unidos de América. Desde entonces el bagre de canal se ha distribuido en todo Estados Unidos y gran parte del mundo.

1.2 Características físicas

Como todos los bagres tanto nativos como criados en granjas tiene un cuerpo que es cilíndrico y carece de escamas. Las aletas son de rayos suaves salvo en el caso de la aleta dorsal y pectoral que tienen espinas agudas y duras una cola profundamente bifurcada. Poseen una aleta adiposa (falta de rayos) se encuentra en la parte posterior entre la aleta dorsal y caudal. Uno Características de todos Siluro es la presencia de barbas alrededor de la boca donde Poseen células sensoriales. Varían en formas y colores que van del grisáceo, azul en la parte superior, y en los costados con puntos irregulares oscuros en los bagres jóvenes, y casi completamente oscuro en lo más longevos.

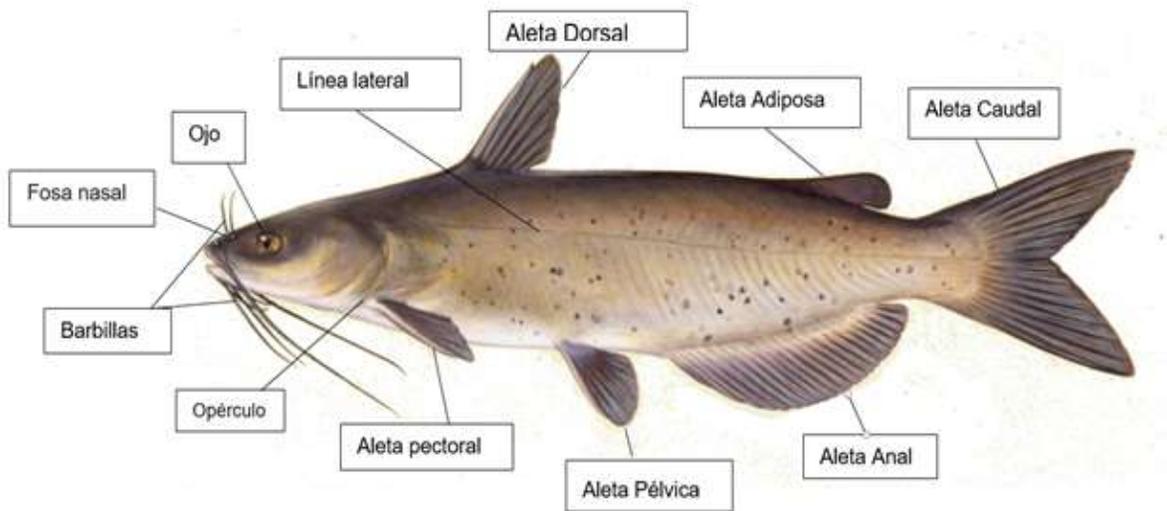


FIGURA 1 características físicas de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

1.3 Habitat

El bagre de canal vive en aguas naturales de aguas tranquilas a rápidos, pero también viven en estanques, arroyos, lagos, y aguas estancadas donde se encuentran generalmente en arena, grava o escombros, con preferencia en fondos fangosos. Son pocas las veces que se encuentra bagres en aguas con abundante plantas acuáticas, bagres son peces de agua dulce, pero pueden prosperar en aguas salobres. El bagre de canal generalmente prefieren corrientes de agua clara, pero lo más común es verlos en agua fangosa.

1.4 Alimentación

La alimentación de los bagres puede ocurrir en el día o en la noche, comen una amplia variedad de animales como de materia vegetal, los bagres de canal generalmente se alimentan cerca de la parte del fondo en aguas naturales, pero también se alimentan de la superficie. Los bagres juveniles se alimentan principalmente de insectos acuáticos, los adultos tienen una mucho más dieta variada que incluye insectos, caracoles, cangrejos, algas verdes, acuático plantas, semillas y peces pequeños cuando disponibles.

1.5 Reproducción

El Bagre de canal suele desovar desde marzo-agosto a una temperatura del agua que van desde 21 a 30 ° C. donde la temperatura del agua es un factor importante en el desove del bagre de canal. La temperatura del agua óptima para la reproducción bagre es alrededor de 27 °C,

Las hembras desovan desde 3.000 hasta 100.000 huevos, donde incubación varía dependiendo de las condiciones ambientales desde cinco días hasta diez días.

El bagre de canal alcanza la madures sexual a los 3 años de edad, aunque algunos bagres pueden alcanzar la madures desovando cuando tienen años de edad. En poblaciones de bagres silvestres pueden no desovar hasta después de los 5 años de edad.

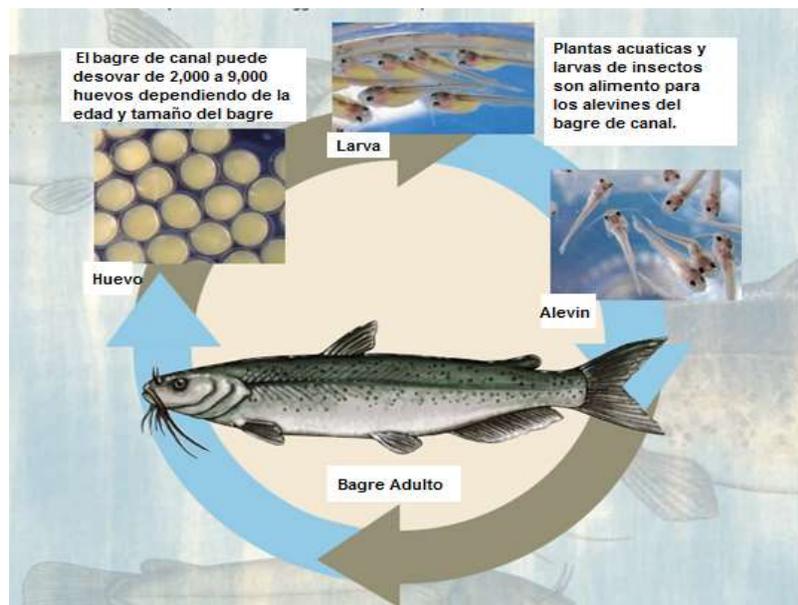


Figura 2 Ciclo de vida del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

2 BUENAS PRÁCTICAS RELACIONADAS CON LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO EN EL CULTIVO DE BAGRE DE CANAL.

Los procedimientos definidos como buenas prácticas de producción de BAGRE DE CANAL que serán descritos a continuación de los cuales contienen requisitos básicos enfocados en una solo objetivo; la prevención de cualquier situaciones peligro o riesgo que pueda surgir durante el proceso de cultivo, que ponga en riesgo la inocuidad del producto final.

Para la identificación de puntos crítico o riesgo es necesario describir cada paso y/o etapa del proceso de cultivo del bagre de canal y así lograr un esquema o diagrama general para el monitoreo, para aplicar las buenas prácticas de producción en donde se haya identificado un factor de riesgo, ya que la inocuidad puede verse afectada en etapas o pasos del proceso de producción, es necesario mantener bien identificados, desde la reproducción, incubación, cosecha y venta.

2.1 Identificación de peligros

La definición de “peligro” en un análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos es un agente de naturaleza biológica, física o química, que pone en riesgo al producto en alguna etapa y/o proceso en este caso en el cultivo del bagre de canal. En el Sistema ARICPC, "peligro" significa la presencia de agentes que estén en condiciones que puedan causar daño a la salud del consumidor.

Los peligros deben ser de eliminados o su reducción a niveles aceptables sea esencial para la producción de alimentos de consumo humano.

En La acuicultura, no está exenta de presentar algún peligro de contaminación por malas prácticas de manejo ya sea algún factor interno o externo de origen químico, físico o biológico, que pone en riesgo la seguridad e inocuidad en cada etapa de

proceso de cultivo y producción : el uso medicamentos veterinarios bajo estándares empíricos, infecciones causadas por patógenos, compuestos químicos utilizados para la producción, contaminación de la fuente de agua (mal manejo en la calidad de la misma o por actividades antropogénicas), animales nocivos , plagas, etc., por lo que es importante identificar el riesgo potencial y controlarlos de forma permanente o a un nivel aceptable, mediante mediciones, toma de muestras, monitoreo y exámenes periódicos del recursos.

2.1.1 Biológico: Cualquier agente vivo (Bacterias, Parásitos, virus, hongos, etc.) y/o toxinas de estos agentes son capaces de contaminar los alimentos y causar un efecto negativo en el cultivo poniendo en riesgo la calidad del producto final y la salud de los consumidores. Algunas posibles fuentes de contaminación pueden ser el Medio ambiente, personal, animales nocivos, plagas. La **NOM-242-SSA1-2009** para productos vivos, frescos, refrigerados y congelado.

Tabla 1 Límites permisibles para bacterias en peces (vivos, crudos. Frescos, refrigerados y congelados)

Bacterias patógenas	Límite máximo
<i>Escherechia coli</i>	400 NMP/gr
<i>Salmonela</i>	Ausente 25gr
<i>Vibrio cholerae</i>	Ausente 50gr
<i>Coliformes fecales</i>	400 NMP/gr
<i>Mesofilicos aerobios</i>	10,000 UFC/gr
<i>Staphylococcus aureus</i>	10000 UFC/gr

2.1.2 Químico: una contaminación química es cualquier sustancia o producto químico que no se integra naturalmente a los ecosistemas o que se encuentra en una determinada concentración y que esta biodisponible, es capaz de producir efectos adversos a corto o largo plazo para los seres vivos expuestos. En la acuicultura algunos contaminantes químicos pueden ser como pesticidas, agroquímicos compuestos químicos, antibióticos, solventes, detergentes, algunos agentes causales pueden ser: Factores Ambientales y/o antropogénicos, negligencia humana y/o mal manejo.

Estos contaminantes pueden acumularse en el bagre principalmente en musculo y vísceras y de esta manera alcanzar niveles mayores a los permisibles que pueden causar daño a la salud humana Se deben establecer buenas prácticas en el uso de estos productos de manera que no representen un peligro a la salud del consumidor final. La **NOM-242-SSA1-2009** para productos vivos, frescos, refrigerados y congelado.

Tabla 2 Límites permisibles para compuestos químicos en peces (vivos, frescos, refrigerados y congelado).

Especificación	Límite máximo
Nitrógeno amoniacal	30 mg/ 100g
Metales pesados	
Cadmio (Cd)	0,5 mg/kg
Metil-mercurio	0.5 mg/Kg
Plomo (Pb)	0,5 mg/kg

2.1.3 Físico: Se considera un peligro físico todo aquel agente externo al producto cuya presencia pueda generar daño a la salud del consumidor, así como a la presentación final del producto como: Metales, vidrios, madera, materia exógena,

sedimentos, plásticos. Algunos agentes causales pueden ser como Instalaciones, equipo y/o material en mal estado, personal.

2.2 Bioseguridad

"En la acuicultura, Bioseguridad es un término colectivo que se refiere al concepto de la aplicación de medidas adecuadas y preventivas, las cuales disminuyen la exposición del cultivo a riesgos inminentes. Un primer paso para aplicar medidas de bioseguridad en una granja o centro de cultivo es la identificación y el seguimiento de los principales puntos de riesgo de exposición a agentes contaminantes: de tipo Físico, Químico o Biológico

La infección y la enfermedad pueden provenir a partir de múltiples fuentes de agua, los peces silvestres o de crustáceos, peces de cultivo recién introducidos, equipos contaminados, depredadores o fauna nociva, visitantes a la granja o del mismo personal y puede interferir en todas las etapas de la producción. Los patógenos resultantes de la introducción de nueva enfermedad pueden tener efectos devastadores.

2.3 El desarrollo de un plan de bioseguridad para las operaciones de la Granja “Río Cristal Xicoténcatl”

Para establecer una comprensión básica de los animales acuáticos y los riesgos para su salud es un importante como primer paso es elaborar un análisis de peligro o riesgo. El análisis de peligros ayuda a determinar los riesgos para las especies criadas en la granja como son las enfermedades que pueden presentarse, las estructuras físicas de la instalación y su condiciones, y la región geográfica donde se sitúa la granja (tipo de vegetación y los animales que pueden habitar en esta región dada pues muchos animales son vectores de enfermedades para los peces. El análisis de riesgos se traduciría en una lista que documenta todos los riesgos identificados tras el examen de los factores enumerados a continuación.

Hay tres preguntas principales a considerar cuando se hace un análisis de riesgos para una granja.

1. ¿Cuáles son los riesgos de enfermedades locales y regionales para la especie que estoy creciendo?
2. ¿Cómo es la operación en el manejo de la especie, las instalaciones y si están vulnerables a las enfermedades? (por ejemplo, el estado de salud de los animales introducidos, contaminado el transporte de agua, contaminada granja fuente de agua, etc.)
3. ¿Cuál es el estado actual de salud de los animales en mi granja?

2.3.1 ¿Cuáles son los riesgos de enfermedades locales y regionales para la especie que estoy creciendo?

Las respuestas a esta pregunta están a continuación ya que los acuicultores podrán entender mejor las enfermedades de interés en el área geográfica donde está situado la granja. Esto proporciona un punto focal para la comprensión de las amenazas de enfermedades para evaluar el riesgo de enfermedad

- ✚ ¿Cuáles son las enfermedades endémicas que podrían afectar mis animales (nativos) para la zona?
- ✚ ¿Hay enfermedades de interés en las áreas vecinas que no se producen en mi área local
- ✚ ¿Qué otros tipos de pesca comercial o recreativa, actividades acuícolas, que pueden introducir alguna enfermedad, y se podría estar produciendo en la zona.

2.3.2 ¿Cómo es la operación en el manejo de la especie, las instalaciones y si están vulnerables a las enfermedades?

Al identificar cómo una instalación, etapas y/o proceso de producción pueden ser vulnerable a las enfermedades, considere cómo la enfermedad puede entrar y propagarse en una granja

- ✚ **Movimiento de animales acuáticos y/o animales importados** (especialmente aquellos que no son examinados por dependencias sanitarias regularmente para patógenos) pueden portar alguna enfermedad y traerla consigo a una granja sana. Una granja que importa animales no certificados por la salud o mueve animales a través de una instalación sin conocimiento del potencial de cada grupo para propagar la infección es vulnerable a la enfermedad
- ✚ **Calidad del Agua:** Esencial para que los organismos cultivados gocen de buena salud. Antes de establecer la unidad de producción es importante verificar que la fuente de agua sea libre de contaminantes (Metales pesados, plaguicidas, Bacterias, etc.). Es importante el monitoreo constantes del suministro de agua que esté libre de cualquier riesgo tanto ambiental como antropogénico.
- ✚ **Técnica de manejo en bienestar y salud de los peces:** La capacidad de un animal para resistir la enfermedad está relacionada tanto con la salud como con el bienestar del animal. El hacinamiento, la mala nutrición y la mala calidad del agua pueden hacer que todos los animales se sientan estresados, reduciendo así su salud general y aumentando sus posibilidades de enfermarse.
- ✚ **Entrada y salida en la granja:** equipos, vehículos, depredadores, personas; al igual que la enfermedad puede viajar con animales mientras se mueven dentro o fuera de una granja o entre áreas, la enfermedad es capaz de propagarse En la gente, el equipo, los vehículos y los depredadores mientras que se mueven dentro y fuera de una granja.

2.3.3 ¿Cuál es el estado actual de salud de los animales en mi granja?

- ✚ El paso final en el análisis de riesgo es determinar el estado de salud actual de la granja. Una inspección inicial de la sanidad de los animales acuáticos, que examina todas las poblaciones presentes en el sitio de los patógenos de interés, puede ser útil para determinar cualquier enfermedad preexistente en su explotación.

2.4. Prácticas generales de bioseguridad manejo y/o manipulación del bagre de canal

La cuarentena es una de las medidas más importantes de manejo de animales y bioseguridad. La cuarentena es el procedimiento mediante el cual un individuo o población es aislado, aclimatado, observado y, si es necesario, tratado para enfermedades específicas antes de seguir con su producción en la granja o para la venta.

La cuarentena se aplica cuando:

- ✚ Nuevos peces llegan a la granja
- ✚ Los peces que se mueven de una zona a otra dentro de la instalación
- ✚ Los peces residentes que se enferman.

La cuarentena completa puede incluir toda una instalación, habitación o sistema.

2.5 Otras recomendaciones de bioseguridad.

- ✚ El agua para el transporte debe ser monitoreada constantemente su calidad para mantener los parámetros físico-químicos en rango aceptable para el pez. Esto con la finalidad de evitar estrés en los peces y puedan enfermarse.
- ✚ Al área de cuarentena debe estar aislada de la zona de producción esto para evitar contaminaciones cruzadas por algún patógeno, el personal debe estar capacitado para las labores que se aplicaran en este sitio.

- ✚ Animales nuevos deben ingresar en el área de cuarentena.
- ✚ El material de transporte (cajas, bolsas o cualquier otro recipiente) deben ser destruidos al llegar a la granja y no debe ingresa en el área de cuarentena.
- ✚ La ropa de los trabajadores que laboran en el área de cuarentena deben contar con todas las medidas para la desinfección de manos y pies al entrar y salir, así la ropa y cualquier material de trabajo debe ser exclusiva de esta área para evitar contaminación cruzada a otras áreas de la granja.
- ✚ Se debe realizar monitoreo en la calidad de agua periódicamente, con el fin de evitar algún contaminante externo a la granja y pudiera desencadenar un brote de alguna enfermedad, de igual manera realizar monitoreo del estado de salud de los peces y realizar los diagnósticos en caso de que los peces muestren signos de movilidad lenta, aletargados y mortalidades.
- ✚ Eliminación de desechos líquidos y sólidos o cualquier desecho que pueda originar una contaminación por agentes patógenos en el área de cuarentena.
- ✚ Los trabajadores en turno o encargados en el área de cuarentena, no deben visitar otras áreas de la granja y respetar las condiciones de bioseguridad.
- ✚ Se debe mantener escrito de todos los procedimientos, así como bitácoras y mantener registros de las actividades en el área de cuarentena.
- ✚ El número de visitantes a la granja debe limitarse y por ningún motivo los visitantes deben manipular o tener contacto directo el contacto con los animales.
- ✚ Cada visitante debe lavarse bien las manos con agua y suficiente jabón, para los pies en charca de desinfección y ofrecer a cada visitante un juego de botas y overol si es posible.

- ✚ Prohibir el consumo de alimentos a visitantes y empelados.
- ✚ Los desechos biológicos (peces muertos, vísceras, etc.) deben ser incinerados o enterrados en fosas alternando capas de cal, las cuales deben tener al menos dos metros de profundidad; así se evitará la dispersión de enfermedades.

3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN DEL BAGRE DE CANAL.

3.1 ¿Por qué aplicar un análisis de riesgos?

- ✚ Para identificar la presencia de contaminantes o agentes externos que pudieran poner en riesgo la calidad del producto destinado al consumo humano, en este caso en la acuicultura.
- ✚ Para identificar las rutas potenciales de transmisión de cualquier contaminante
- ✚ Para identificar la naturaleza del contaminantes o agente externo cuales su capacidad y comportamiento que pudiera favorecer permanencia en cualquier etapa y/o proceso de producción
- ✚ Poder establecer medidas correctivas y de manejo para eliminar o contralar a niveles aceptables el riesgo identificado.

3.2 Ventajas de un análisis de riesgos

- Ayuda a establecer prioridades.
- Permite planificar como evitar problemas en vez de esperar que ocurran para controlarlos.
- Elimina el empleo inútil de recursos en consideraciones superfluas, al dirigir directamente la atención al control de los factores clave que intervienen en la sanidad y en la calidad en toda la cadena alimentaria, resultando más favorables las relaciones costes/beneficios.

Básicamente ayuda a producir alimentos seguros, siendo el método más eficaz de maximizar la seguridad de los alimentos.

Nota:

En caso de que se determine la presencia de un agente infeccioso, los comités o autoridades de Sanidad deberán notificar de inmediato a SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) y en su caso a la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios), para que se implementen medidas de control sanitario, así mismo se pondrá en marcha el Plan de Comunicación de Riesgos Sanitarios a fin mantener informada a la población sobre el riesgo por la presencia de agentes infecciosos en el consumo de peces infectados.

4 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DEL TERRENO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA EXPLOTACIÓN ACUÍCOLA.

En la acuicultura la selección del sitio es de suma importancia para la explotación de recursos acuáticos, la importancia de obtener un terreno en óptimas condiciones radica que esté libre de contaminantes por descargas de otros afluentes que pudiera tener un efecto negativo en la calidad del agua como recurso en la producción y evitar poner en riesgo la salud de los peces y en la inocuidad de los productos que están destinados a consumo humano.

Estos algunos criterios de selección de sitio:

- ✚ El acuicultor debe averiguar la historia del sitio seleccionado, y mediante análisis físico-químicos se descarte o confirme la presencia de contaminantes que puedan afectar la salud los peces y su calidad como producto final.
- ✚ No solo la calidad de agua debe estar libre contaminantes físico-químicos, si no también la granja no debe localizarse en sitios expuestos a descargas de agroquímicos, plaguicidas u otros químicos industriales.
- ✚ El suelo debe estar libre de contaminantes químicos y radiactivos, que pueden causar contaminación por sustancias toxicas a los organismos a cultivar.
- ✚ No debe construirse en áreas de fragilidad ecológica o áreas vulnerables a contaminantes u otro peligro donde no se puedan corregir los problemas relacionados con el sitio.
- ✚ Debe tener las entradas y salidas de agua con el fin de evitar que las fuentes y afluentes se mezclen.
- ✚ Las entradas y salidas de la unidad de producción deben estar controladas para prevenir la entrada de otras especies no deseadas

4.1 Consideraciones de higiene y salud personal.

Las prácticas de higiene y salud personal son de suma importancia y deben implementarse en una granja de producción acuícola, contar con capacitación en técnicas de higiene y seguridad para todos los trabajadores y estas deben aplicarse a todas las áreas de la granja como medidas de bioseguridad.

La higiene del personal tiene como principal objetivo mantener los niveles de calidad e inocuidad del producto, así evitar cualquier tipo de riesgo por contaminantes físico-químicos y organismos patógenos que pongan en riesgo la salud del consumidor.

A continuación se enlistan algunos criterios y principios sobre la higiene del personal en una granja acuícola:

- ✚ El personal debe estar capacitado en las técnicas de higiene en todas las áreas de la granja, así mismo debe tener conocimiento de la biología de la especie, con la finalidad de prevenir y/o evitar cualquier contaminante ponga en riesgo la seguridad el producto.
- ✚ La granja debe incluir en sus instalaciones vestidores, sanitarios separados, lavamanos, cuartos de limpieza, secadoras, papel higiénico suficiente, charcas desinfectantes, regaderas y todo material y/o equipo destinado a la higiene del personal.
- ✚ Antes de iniciar labores, todo el personal debe lavarse las manos con agua y jabón y de preferencia también utilizar un desinfectante
- ✚ El cada miembro del personal de trabajo debe contar con ropa apropiada de trabajo, así como equipo de protección (guantes. cubre bocas, mandiles, botas, etc.), esto con la finalidad de manipular lo más higiénicamente el producto.
- ✚ Material e instrumentos limpios y en óptimas condiciones no oxidado, así como lugar de desinfección de los mismo en cada área de la granja, que no comprometa con la calidad del agua en estaques y criaderos.

- ✚ El personal debe trabajar con el cabello cubierto, uñas limpias, sin esmalte en caso de las mujeres, en caso de zonas más vulnerables usar si es necesario cubre bocas y cofia. No usar maquillaje, joyas, aretes o adornos ya que son considerados como riesgos físicos y químicos.
- ✚ Esta estrictamente prohibido fumar, beber, comer cerca de la zona de cultivo y/o producción, la granja debe contar con un lugar de esparcimiento y comedores donde puedan hacer las actividades ya mencionadas.
- ✚ El agua potable debe ser suficiente para las actividades dentro de la granja y de higiene del personal.
- ✚ Esta estrictamente prohibido usar agua de la fuente utilizada en la granja (Rio, lago, presa, arroyo, etc.) como uso se higiene personal o de actividades dentro de la granja.

4.2 Consideraciones de instalaciones, equipos y utensilios.

Toda explotación acuícola debe contar con instalaciones, equipos y utensilios adecuados para realizar correctamente las actividades diarias, tanto en número como en condiciones y disponer de secciones o áreas adecuadas para los procesos de producción. Igualmente, deberá contar con los servicios de mantenimiento, apoyo y reparación necesarios; además, tener en cuenta que:

- ✚ Las políticas para entrada a las instalaciones, así como el ingreso de vehículos, personas, equipos y materiales, deberán estar claramente definidas y ser acatadas. La afluencia de personal ajeno debe ser controlada, y se deben establecer perfectamente los límites en el cultivo y producción de organismos.
- ✚ Suficiente de agua para las instalaciones sanitarias y de higiene personal, su correcto almacenamiento y distribución. Drenaje separado de la zona de producción.

- ✚ Tener cerca perimetral para controlar el acceso de personas, animales y vehículos.
- ✚ Deben existir áreas separadas y ubicadas adecuadamente, para disminuir el riesgo de contaminación química y biológica entre las diferentes unidades, la cual puede atentar significativamente contra la inocuidad del producto.
- ✚ El material utilizado como redes, cucharones, chinchorros o cualquier otro material y/o utensilio para la manipulación de los peces , así como material de limpieza deben ser exclusivo para cada área de trabajo, esto evitara contaminación cruzada

- ✚ Se deberá contar con instalaciones sanitarias tales como: baños, duchas, lavamanos, áreas de limpieza, etc., las cuales deben ser provistas con agua corriente limpia, papel higiénico, jabón desinfectante, toallas desechables, y recipientes para la basura. Estas instalaciones deben ubicarse en sitios separados de los lugares donde se manipulen los alimentos y de las áreas de producción.

- ✚ Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para los vehículos y pies (rodiluvios, pediluvios, etc.) en los accesos de la explotación acuícola.

- ✚ Se debe contar con un área de estacionamiento exclusivo, esto para impedir la posibilidad de contacto de los vehículos que ingresen al predio, con las áreas de manejo.

- ✚ Todas las unidades de producción de la explotación deben estar debidamente identificadas, por ejemplo, estanques, piscinas, laboratorios, bodegas de insumos, baños y zonas de higiene, zona de administración, zona de descargue, entre otros.

- ✚ Área de almacenamiento exclusivo de sustancias químicas, plaguicidas y/o agroquímicos, solventes o cualquier otro compuesto químico, así como etiquetado correcto y manual de uso.



Figura 3 a) Pediluvio: método de desinfección de calzado para el personal o visitantes que desee ingresar a la granja o área b) Rodiluvio: método de desinfección para vehículos que deseen ingresar a la granja.

5 BUENAS PRACTICAS DE MANEJO EN CALIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DEL BAGRE DE CANAL.

Un aspecto importante para la producción y cultivo del bagre de canal y cualquier otro organismo acuático es sin duda agua, pues esta tiene que tener ciertas condiciones de calidad. En relación con la calidad, es muy importante buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y sin mucha materia orgánica, ya que esto puede poner en riesgo desencadenando enfermedades que pueden afectar la calidad del producto.

Tabla 3 Calidad de agua en rango deseado y óptimo para el bagre de canal

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno	2 ppm-300 por ciento	5-15 ppm
Temperatura	0-40 °C	26-29 °C
pH	5-10	6-9

La temperatura del agua es un parámetro muy importante porque regula el desarrollo de los huevos y larvas, también regula el crecimiento de los alevines y de los peces adultos, ya que estos no tienen capacidad propia para regular su temperatura corporal. Si la temperatura es muy baja la actividad metabólica es lenta consumen menos alimento y por consiguiente el crecimiento es lento, a temperaturas más altas la actividad metabólica es más rápido. Otro parámetro que es afectado por la temperatura es el oxígeno disuelto en el agua, pues a temperaturas altas, el oxígeno disuelto es menor que a temperaturas bajas.

A continuación se describe los Parámetros de calidad de agua en cada etapa del bagre de canal (reproductores, alevines, adultos) y las buenas prácticas de manejo.

5.1 Medición en calidad de agua in-situ

En el mercado existen diversos métodos de cómo medir la calidad de agua lo hay desde aparatos para medir pH, oxígeno, temperatura, conductividad, sales, colorimetría o kit electrónicos para medir diversos parámetros al mismo tiempo, sin embargo suelen ser costosos para el productor. Una de las maneras más rápidas y a un bajo costo para medir la calidad de agua son lo kits de colorimetría que presenta como una solución para el técnico o acuicultor que pretenda analizar in-situ y de una forma rápida, sencilla, exacta y económica, los parámetros más importantes de salubridad del agua ofreciendo tests para el control de sus parámetros fundamentales, como son: alcalinidad, cloruros, dureza, sulfitos, hierro, pH, amonio, nitritos y nitratos.

Esto método es de fácil uso y de amplia sensibilidad en el monitoreo de calidad agua, ya que el acuicultor puede realizarlo a cualquier hora del día y analizar las muestras en cuestiones de minutos y así poder aplicar las medidas correctivas lo más rápido posible antes que pueda ocurrir algún problema en la salud de los peces.

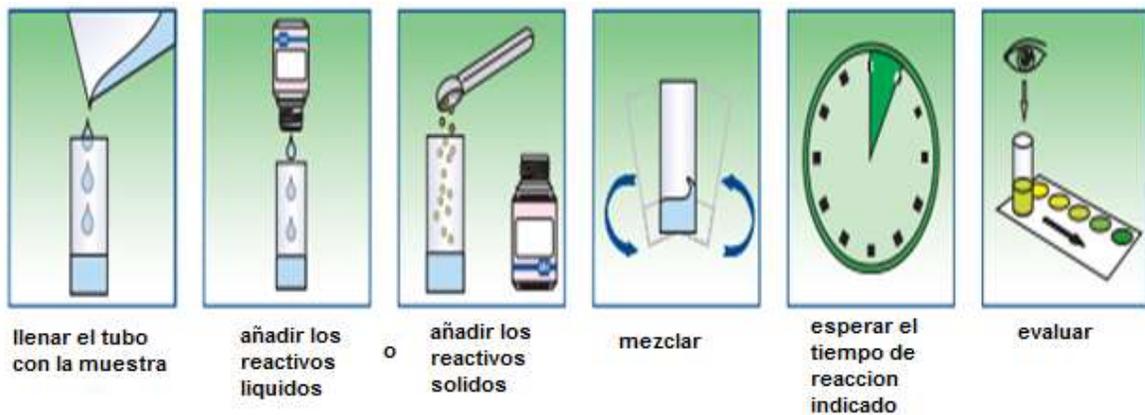


Figura 4 Procedimientos para el análisis de calidad de agua utilizando un kit comercial.

5.2 Manejo de calidad de agua en los estanques de los reproductores.

Las variables más importantes a manejar en los estanques de los reproductores son el oxígeno disuelto y el amoníaco no ionizado

- ✚ **Oxígeno disuelto** Los datos de oxígeno disuelto para los estanques de los reproductores deben ser colectados diariamente tan pronto como sea posible después del amanecer. El agua dulce debe agregarse a los estanques inmediatamente si los niveles de oxígeno disuelto caen por debajo de 4,0 mg / L. Oxígeno disuelto es crítico durante los meses de verano cuando el agua tiene las temperaturas más altas y por lo tanto contiene la menor cantidad de oxígeno.
- ✚ **Amoniaco** El amoníaco puede afectar adversamente la alimentación al bagre de canal, en el crecimiento y la resistencia a la enfermedad. Para una salud óptima, los niveles de amoníaco no ionizado no deben exceder 0,12 mg / L para exposición continua y los niveles totales de amoníaco no deben exceder 2,5 mg / L para exposición continua. Debido a que la toxicidad del amoníaco está influenciada por varias variables de calidad del agua (por ejemplo, temperatura, pH, concentración de oxígeno, concentración de dióxido de carbono y salinidad), cada instalación debe establecer un umbral de amoníaco no ionizado para tomar medidas correctivas para evitar que los peces estén expuestos a altas concentraciones de amoníaco.

5.3 Manejo de calidad de agua en crías y alevines.

Requisitos de calidad de agua.

Algunos de los requisitos de calidad del agua más importantes para el abastecimiento de agua en el proceso de incubación se discuten a continuación.

Aparte de estos requisitos específicos, el agua también debe ser:

- ✚ Libre de plaguicidas, disolventes, productos petrolíferos y otros contaminantes;
- ✚ Exentos de organismos patógenos;
- ✚ De calidad y disponibilidad relativamente constantes.

5.3.1 Temperatura: El intervalo óptimo de temperaturas para el desarrollo de los huevos y los alevines está entre los 26 y los 28 ° C. Si la temperatura es demasiado baja, la incubación y el desarrollo se prolongan, y los hongos, que prosperan en aguas frías, a menudo invaden los huevos. A temperaturas de agua más altas, los embriones se desarrollan demasiado rápido y puede haber una alta incidencia de alevines malformados o no viables. Además, las enfermedades bacterianas de los huevos o de los alevines y la enfermedad del virus del bagre de canal de son más común si la temperatura del agua es mayor a 28 ° C.

Medición de la temperatura del agua: La medición se realiza con un termómetro de vidrio escala de 0 a 30 grados, el cual marcará la temperatura en grados centígrados. Es recomendable realizar tres mediciones de temperatura (6, 12 y 18 horas) para sacar un promedio de los tres horarios y tener un dato más real de la temperatura diaria

¿Cómo manejar los niveles de temperatura?

El mejor método de reducción de la temperatura del agua es para mezclar el agua que es demasiado caliente con agua más fría para lograr la temperatura correcta. Tener un reservorio cisterna o agua de pozo en el caso para de agua fría y tener un calentador para tener agua caliente como la función de un boiler.

5.3.2 Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto adecuado es crítico en la incubación de los huevos y los alevines ya que tienen altos índices metabólicos y por lo tanto un alto requerimiento de oxígeno. Las concentraciones de oxígeno disuelto no deben caer por debajo de 4-5 ppm en ningún momento dentro de la incubadora.

El manejo adecuado del oxígeno disuelto involucra dos consideraciones distintas: (1) asegurar que el agua es oxigenada antes del uso y/o si las agua son bajas en oxígeno disuelto (2) proporcionar una aireación constante y adecuada en las unidades de incubación y crianza para mantener niveles óptimos de oxígeno disuelto en todo el criadero.

¿Que provoca la disminución del oxígeno?

- ✚ Floraciones excesivas de algas que pueden liberar material tóxico para sí mismo u otros tipos de algas
- ✚ Mala aplicación de dosis de tratamientos químicos ya que requieren oxígeno para la reacción.
- ✚ Temperatura a medida que aumenta la temperatura, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en agua disminuye.

Recomendaciones de cuando monitorear el oxígeno

La concentración de oxígeno en el agua cambia de minuto a minuto dependiendo de muchos factores, pero esencialmente sigue un patrón definido durante cualquier período de 24 horas.

- ✚ La concentración es más baja al salir el sol (se recomienda medir el oxígeno)
- ✚ La concentración es más alta a media tarde.
- ✚ La concentración en la oscuridad debe ser lo suficientemente alta como para satisfacer la demanda biológica de oxígeno (DBO) durante la noche y con suficiente cantidad para mantener los peces sanos.

Tome las medidas a la misma hora todos los días. Tome las lecturas en la superficie, la mitad de la profundidad y la parte profunda.

Medidas correctivas para evitar una pérdida de oxígeno

- ✚ Bombeo constante: verificar que las bombas funcionen correctamente. Esta es la forma más efectiva para proporcionar un buen oxígeno para mantener vivos a los peces en un estanque
- ✚ Los aireadores: Hay muchos diseños diferentes, lo que indica que es la forma más eficaz en la adición de oxígeno al agua.
- ✚ Reducir algas en el estanque por productos químicos o por el lavado (sifoneo)
- ✚ Usar productos químicos con extrema precaución (dosis recomendada).

5.3.3. Potencial de hidrógeno: El pH de la mayoría de las aguas dulceacuícola es una función de la alcalinidad total y la concentración de dióxido de carbono disuelto. En general, si los niveles de esas dos variables están dentro del rango deseado, será de entre pH 7,0 y 8,5, que es el intervalo de pH deseado para la incubación de huevos y alevines. pH 4 y pH 11 punto ácido y alcalino son valores letales para los peces.

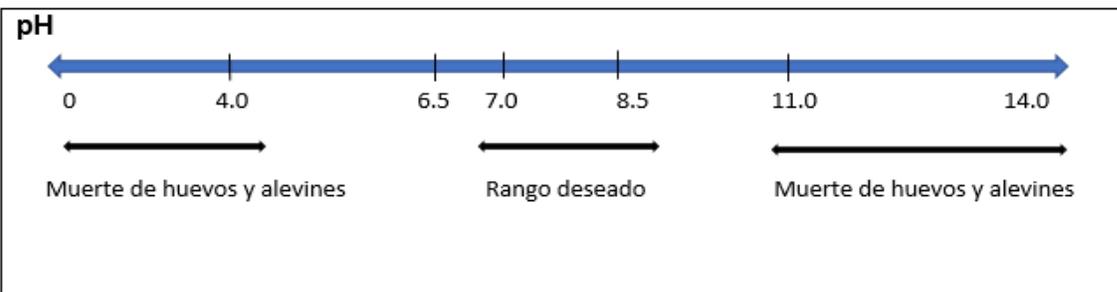
Medición de pH: adquiera tiras de papel para medir pH, estas se pueden comprar en tiendas de servicios y productos de la industria médica y química. Introduzca el papel en el agua y compare el color obtenido con los colores del instructivo para determinar el pH del agua.

Relación pH, temperatura y amonio

A medida que el valor pH aumenta con la temperatura, se incrementa la toxicidad del amonio libre. Un nivel pH de 8.5 a una temperatura de 25°C es un 15% más tóxico que un nivel pH de 7.2. El agua retiene 5 veces más amoniaco libre a 25°C que a 5° C. Esto representa un gran aumento de toxicidad relativa, Por tal motivo se debe tener siempre en cuenta el valor pH y la temperatura del agua cuando se mide el amoniaco.

¿Cómo manejar el pH?

pH es monitoreado cuando el amonio está presente esto debe hacerse para calcular el amonio toxico presente en el agua. Si el amonio está controlado, el pH lo estará también, con una buena oxigenación no tendremos problemas de pH y amonio, El CO_2 se libera durante la respiración y reacciona con el agua, produciendo ácido carbónico (H_2CO_3), y tendremos un pH acido, lo antes mencionado una buena



aireación evitara el aumento del CO_2 y expulsara el gas.

Figura 5 Rango de pH para huevos y alevines.

5.3.4 Dióxido de carbono: Los altos niveles de dióxido de carbono disuelto interfieren con la respiración de los huevos y los alevines. Idealmente, el suministro de agua no debe contener niveles mensurables de dióxido de carbono disuelto, pero las concentraciones hasta al menos 10 ppm parecen ser bien toleradas, siempre que las concentraciones de oxígeno disuelto sean adecuadas.

¿Cómo controlar el dióxido de carbono?

Algunas aguas pueden contener más de 20 ppm de dióxido de carbono disuelto y el agua debe ser lo suficientemente aireadas vigorosamente para expulsar parte del gas.

TABLA 4 Concentración relativa de cambios de oxígeno disuelto, dióxido de carbono y pH en 24 horas.

Tiempo	Cambio		
	Oxígeno	Dióxido de carbono	pH
Día	aumenta	Disminuye	Incrementa
Noche	disminuye	Incrementa	Disminuye

5.3.5 Nitrógeno amoniacal total (NAT): El amonio esta de dos formas amonio ionizado (NH_4^+) no es toxico para los peces y el amonio no ionizado (NH_3) es toxico para las crías de bagre, alevines tempranos y edad avanzada. Idealmente, el agua debe estar libre de amoníaco en las canaletas de incubación para una salud óptima y el crecimiento de los alevines, y la concentración máxima de amoníaco no ionizado que debe ser permitido es de aproximadamente 0,05 ppm $\text{NH}_3\text{-N}$. Por encima de esta concentración, se los alevines se desarrollan más lentamente y son más propenso a las enfermedades infecciosas.

¿Cómo manejar el amoniaco?

La comida y los desechos (heces fecales) es lo más contaminante, los residuos se transforman en amoniaco. Las causas más frecuentes de un nivel alto de amoniaco son el exceso de alimento, población excesiva de peces, filtración insuficiente, filtros sucios que dificultan la actividad bacteriológica, exceso de medicamentos, etc. El amoniaco no mantiene un nivel constante en el estanque durante toda la jornada. Si las bacterias y en el agua son las adecuadas, el nivel de amoniaco que tiende a subir durante el día debido a la comida, volverá a estar a un nivel bajo por la mañana. Por consiguiente es conveniente realizar el test por la mañana, antes de dar comida a los peces, para poder detectar el nivel más bajo posible. En caso de niveles de 0,25 mg/l y superiores, hay que investigar las causas y corregirlas.

¿Cómo disminuir el amonio?

Lo primero que hay que hacer es salvar la vida a los peces rápidamente. No dar comida, renovar diariamente el 20% del agua (utilizando agua sin cloro). Buena recirculación de agua, disminuyendo o aumentando el flujo de agua fresca. y aireación suficiente para mantener las bacterias nitrificantes activas y poder degradar el amonio, recuerde que el amonio se vuelve a formar en condiciones de anaerobiosis por bacterias (ambiente sin oxígeno). Evitar la acumulación de densidad altas en las canaletas.

5.3.6 Sulfuro de hidrógeno: El sulfuro de hidrógeno en el agua da un olor a "huevo podrido" y es muy tóxico para los alevines. Alevines estarán en riesgo de muerte cuando se exponen a con tan solo 0,005 mg / L sulfuro de hidrógeno. Si el uso de las aguas que contienen sulfuro de hidrógeno apreciable no se puede evitar, la recomendación es aireación vigorosa la cual eliminar el sulfuro de hidrógeno por volatilización y por oxidación del sulfuro a sulfato, la cual este no es tóxico.

5.3.7 Dureza: La dureza se refiere a las cantidades de calcio y magnesio en el agua y se expresa como ppm de CaCO₃ equivalente. Se requieren concentraciones ambientales adecuadas de calcio para "endurecimiento" de los huevos y en los alevines para el desarrollo normal de hueso y tejido.

Se requiere un mínimo de dureza de calcio 5 ppm de dosis adecuada y para el desarrollo y el vigor de alevines y huevos.

Consideraciones de manejo.

Los suministros de agua de incubación deben contener al menos 20 ppm de dureza de calcio. Los niveles de calcio se pueden aumentar mediante la adición de una solución de cloruro de calcio para el suministro de agua. La solución de calcio se puede añadir por dosificación de productos químicos bombas o mediante el uso de un "sistema de goteo" barato donde se gotea lentamente una solución concentrada de cloruro de calcio en el sistema de pre-aireación.

5.3.8 Alcalinidad: La Alcalinidad, que se expresa como ppm CaCO_3 equivalente, es una medida de la capacidad de un agua para neutralizar los ácidos. En general, las bases predominantes son el bicarbonato y carbonato en aguas naturales. Aunque bagre huevos y alevines hacen bien en una amplia gama de alcalinidad de las aguas. Las aguas con una alcalinidad de menos de 20 ppm como CaCO_3 no se deben utilizar en la incubadora de huevos y alevines.

5.3.9 Presión total de gases: La presión total del gas es una medida de la "concentración" de todos los gases disueltos en agua. Se expresa en unidades de presión tales como milímetros de mercurio (mm Hg). Los alevines son particularmente susceptibles a los traumatismos por burbujas de gas debido a la reducida profundidad del agua, los largos tiempos de exposición y el hacinamiento. El trauma de la burbuja de gas puede ocurrir en alevines cuando presión total excede de aproximadamente 70 a 80 mm Hg. Para ser seguro, la presión total no debe exceder aproximadamente 40 mm Hg en los criaderos de bagre de canal. El grado de saturación de gas en el agua se puede medir con los instrumentos llamados saturometros, sin embargo no están comúnmente disponibles en las granjas productoras de bagre, pero las condiciones sobresaturadas a veces pueden ser diagnosticadas por la formación de burbujas en la superficie de los tanques o la apariencia lechosa del agua a medida que los gases salen de la solución, formando enjambres de burbujas diminutas. Muy a menudo, sin embargo, la primera indicación de las condiciones sobresaturadas es la muerte de alevines. Las burbujas hacen que los peces floten al revés en la superficie. El método más eficaz y económico para reducirlo es la aireación vigorosa del agua entrante.

TABLA 5 Problemas comunes de la calidad del agua en la producción de larvas y alevines (canaletas).

Variables	Nivel deseado	Problema	Solución
Temperatura	26-28 °C	Demasiado bajo	estanque reservorio con agua en calefacción solar o el uso de calentadores de agua
		Demasiado alto	Mezclar con agua fría
Oxígeno disuelto	5 ppm hasta saturación	Demasiado bajo	Aeración vigorosa de agua entrante y aireación suplementaria en las canaletas
Dióxido de carbono	Menos de 10 ppm	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en las canaletas
Gases totales disueltos	ΔP menos de 40 mm Hg	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en las canaletas
Calcio y dureza	Más de 20 ppm como CaCO_3	Demasiado bajo	Adición de cloruro de calcio al suministro de agua por goteo
Sulfuro de hidrogeno	Menos de 0.005 ppm $\text{H}_2\text{S-S}$	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua

			entrante y aireación suplementaria en las canaletas
Amonio	Menos de 0.05 pmm NH ₃ -N	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en las canaletas. Evitar la acumulación dentro de la incubadora disminuyendo la densidad de alevines o aumentando el flujo de agua

5.4 Manejo y Calidad de bagres de engorda en jaulas.

El cultivo de bagre se crían comercialmente en una de las cuatro maneras en Tamaulipas: estanques abiertos, raceways, tanques de geo membrana y jaulas. El cultivo en jaulas se utiliza los recursos hídricos existentes, pero encierra el pescado en una jaula o cesta que permite que el agua pase libremente entre los peces y el estanque.

La engorda de bagre en la granja rio cristal Xicoténcatl ocurre principalmente en jaulas flotantes sobre presa; esto reduce al mínimo los costos de producción y mantenimiento necesario, al tiempo que proporciona un flujo constante de agua, sin embargo tanto la temperatura y oxigenación no son controladas las condiciones.

El cultivo en jaulas tiene algunas ventajas, que incluyen:

- ✚ Existen muchos tipos de recursos hídricos se pueden utilizar, incluyendo lagos, embalses, estanques, pozos tira, arroyos y ríos.
- ✚ Una inversión inicial relativamente baja es todo lo que se requiere en un cuerpo existente de agua.
- ✚ La cosecha se simplifica.
- ✚ Observación y toma de muestras de peces se simplifica.

Recomendaciones de manejo

- ✚ Selección de alimentación es extremadamente importante porque los peces no son capaces de buscar forraje disponible en el ambiente como de insectos y otros alimentos, los peces deben ser alimentados con un 32-36% de proteína alimento flotante que cumpla con todos los requerimientos nutricionales.
- ✚ La mejor manera de evitar brotes de enfermedades es la buena manipulación de los peces y manejo en la calidad de agua, La calidad del agua debe monitorearse de forma regular, si los niveles de oxígeno y amonio no son los deseados.
- ✚ Los niveles de oxígeno disuelto bajo es un problema siempre presente y puede requerir aireación mecánica y vigorosa.

Otro problema que debe atenderse es la limpieza de las jaulas, cuando la mala calidad de agua y la acumulación excesiva de nutrientes y mal manejo en la alimentación, lo cual origina que las algas y musgo crezcan y se incrusten en la jaula, ya que esto evita la circulación del oxígeno y por consecuencia su disminución originando estrés en los peces. Una recomendación es limpiar periódicamente con escoba o cepillos largos que puedan llegar hasta la parte final de la jaula y poder eliminar las algas y mohos para asegurar una circulación adecuada de agua a través de la jaula.

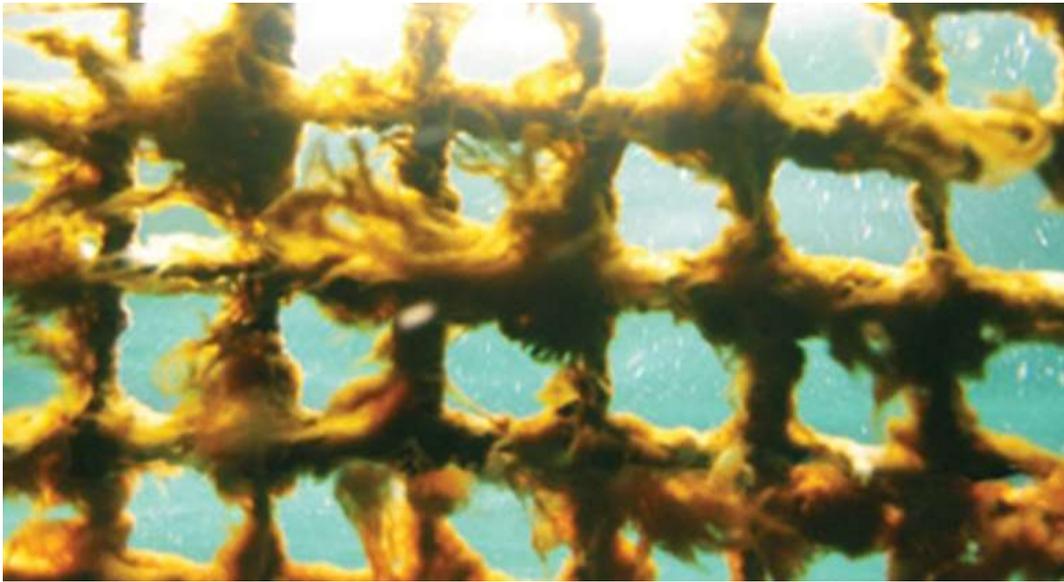


Figura 1 Acumulación de algas y otro organismo por falta de limpieza en jaulas flotantes

TABLA 6 Niveles óptimos y tolerados de algunas variables de calidad del agua para la producción del bagre de canal para talla comercial en jaulas.

Variable	Nivel óptimo	Nivel de tolerancia	Problema	Manejo en caso de problemas
Temperatura	26-29 °C	0 a 40 °C	Demasiado Alto	estanque reservorio con agua en calefacción solar o el uso de calentadores de agua
			Demasiado Bajo	Mezclar con agua fría
Oxígeno	5-15 ppm	2 ppm-300 por ciento	Demasiado Bajo	Aeración vigorosa de agua entrante y aireación suplementaria en las jaulas y estanque.

Dióxido de carbono	0 ppm	10 ppm	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en estanques y jaulas
Calcio y dureza	20-400 ppm como CaCO ₃	<1 a >400 ppm como CaCO ₃	Demasiado bajo	Adición de cloruro de calcio al suministro de agua por goteo
Amonio	0	< 0.2 ppm as N	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en los estanques y jaulas Evitar la acumulación dentro de los estanques y jaulas disminuyendo la densidad de los peces o aumentando el flujo de agua. Buena ración alimenticia
pH	6-9	5-10	Alto	El medio básico el amonio se vuelve más toxico, se recomienda aireación vigorosa para eliminar al amonio y controlar al pH
			Bajo	Medio acido cuando hay concentraciones de CO ₂ altas se recomienda gasificar con aireación vigorosa.
Presión de Gas total	Menos de 40 mm Hg	76 mm Hg	Demasiado alto	Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación suplementaria en estanques y jaulas
Sulfuro de hidrogeno	0	<0.01 ppm como S		Aeración vigorosa (desgasificación) del agua entrante y aireación

				suplementaria en estanques y canaletas
--	--	--	--	--

5.5 Aeración como método en el manejo de la calidad de agua.

Paddlewheels o aireadores de paleta, así como piedras difusoras se utilizan comúnmente en el cultivo de bagre. Los aireadores de la rueda de paletas y otros mecanismos de aireación se utilizan para aumentar la superficie de contacto del agua con el aire en las incubadoras, aumentando así el área a través de la cual el oxígeno es absorbido por el agua y para crear un movimiento circular del agua del estanque. Esto tiene las siguientes ventajas.

- ✚ Aumenta el nivel de oxígeno disuelto del agua y previene el agotamiento de oxígeno durante la noche.
- ✚ Acelera el efecto de difusión no sólo del oxígeno, sino que también permite la liberación de dióxido de carbono.
- ✚ Facilita la volatilización de gases indeseables tales como N_2 nitrógeno molecular, NH_3 amonio, CH_4 metano y H_2S sulfuro de hidrogeno.
- ✚ Reduce el rango diario de fluctuación del valor del pH.
- ✚ Acelera la descomposición y mineralización de la materia orgánica en el agua y el suelo.

6 FENÓMENOS AMBIENTALES INFLUYEN EN LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO.

Los episodios de la concentración de oxígeno a niveles bajos son los problemas más comunes en la calidad de agua en el cultivo del bagre en estanques. El manejo del oxígeno disuelto es crítico por que los peces pueden morir, su crecimiento es más lento o estas más susceptibles a infecciones por enfermedades cuando los niveles de oxígeno disminuyen. Los niveles de oxígeno en los estanques cambian contantemente y varía de estanque a estanque. Para un manejo correcto en el oxígeno disuelto involucra identificar esos estanques que pudieran requerir aireación para mantener de forma adecuada las condiciones de oxígeno disuelto.

6.1 Cambios Diarios en el Oxígeno Disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en estanques de bagre de canal suelen ciclar con un período de 24 horas. Durante la luz del día, la concentración de oxígeno disuelto aumenta cuando la producción de oxígeno fotosintético excede las pérdidas a la respiración. La disminución nocturna es causada principalmente por la respiración. El efecto de la difusión depende de si el agua está saturada o sobresaturada

Se debe prestar atención a los eventos o condiciones que pueden estar asociados con el agotamiento de oxígeno en los estanques:

- ✚ Después de una fuerte lluvia
- ✚ durante períodos de calma y días nublados
- ✚ durante períodos de fuertes vientos
- ✚ durante la caída cuando la temperatura del aire se enfría rápidamente
- ✚ después del tratamiento químico de malezas acuáticas
- ✚ si el color del agua cambia repentinamente

Cuando cualquiera de estas condiciones existe, los estanques deben ser monitoreados varias veces al día para detectar signos de agotamiento de oxígeno que incluyen:

- ✚ Un gran número de peces nadan hasta la cima para tomar aire por la noche o por la mañana temprano. Si están en estrés, se zambullen pero regresan rápidamente a la superficie.
- ✚ Si el nivel de oxígeno no ha alcanzado un nivel letal, los peces están en la superficie en la madrugada, pero regresan a aguas más profundas a medida que el nivel de oxígeno aumenta durante el día. Esto puede continuar durante varios días, y las medidas correctivas deben ser tomadas de inmediato.
- ✚ Los hábitos de alimentación cambian repentinamente

6.2 Acciones de corrección.

Se deben tomar inmediatamente medidas correctivas para prevenir la mortalidad de los peces. Se recomienda que el agua dulce fluya continuamente través de estanques. Cuando un flujo continuo de agua dulce es imposible, y como dicta la calidad del agua, los estanques deben ser drenados a aproximadamente la mitad del volumen y rellenados con agua fresca y aireación vigorosa.

Mediciones del oxígeno disuelto:

Existen dos métodos para medir el oxígeno disuelto: kits de pruebas químicas y medidores de oxígeno automatizados.

Donde tomar mediciones.

Las mediciones de oxígeno disuelto deben tomarse en un mínimo de dos sitios en extremos opuestos de estanques porque las concentraciones pueden variar considerablemente dentro de un estanque. No tome mediciones de rutina cerca de agua entrante, en afloramientos de algas, o inmediatamente al lado del estanque. Las medidas tampoco deben tomarse en la superficie o el fondo del estanque. En

los programas de monitoreo de rutina, la mayoría de los gerentes toman medidas alrededor de 30 cm debajo de la superficie.

Otra medida correctiva es medir los parámetros de calidad de agua cuando hay una disminución en oxígeno este es muy importante y mantiene en equilibrio la calidad de agua.

Cuando medir el oxígeno.

Durante los meses más cálidos, las concentraciones de oxígeno disuelto deben medirse al menos tres veces al día: al anochecer, aproximadamente 4 horas después del atardecer y al amanecer. Es una buena práctica medir las concentraciones de oxígeno disuelto al menos una vez al día, incluso cuando la temperatura del agua es inferior a 12 ° C.

7 BUENAS PRACTICAS DE MANEJO EN EL CULTIVO DEL BAGRE DE CANAL EN LA OBTENCIÓN DE CRIAS.

7.1 Reproducción.

El manejo de los reproductores es el más importante aspecto para el cultivo del bagre de canal ya que es un recurso valioso para obtener crías de calidad y es el soporte para la industria de la acuicultura de esta especie. Para que el acuicultura tenga un éxito en la producción de crías el reproductor debe tener un buen manejo en los principios de selección genética para las cualidades deseadas

El bagre de canal alcanza su mejor condición como reproductor entre los 3 y 4 años de edad (2 Kg. de peso), período en que las hembras son más productivas, ya que con un peso de 1.4- 1.8 Kg. ovopositarán alrededor de 3,000 a 9,000 huevos/Kg. Recordemos que un bagre ovopositará de 3000 a 4000 huevos por libra de peso

Para que la calidad de las crías sea óptima el cambio a sangre nueva o reproductores nuevos debe ser cuando los peces hayan alcanzado a un peso aproximadamente de 10 libras o 4.5kg de peso o 5 años de edad deben ser reemplazados por peces que estén en su madurez sexual esto para obtener crías viables.

Experiencias de acuicultores en estados unidos han alcanzado con éxito la producción de crías con reproductores de 3 a 4 años de edad.

La proporción de macho a hembra se mantiene generalmente entre 1: 2 y 2: 3. Los reproductores deben inspeccionados cada año. La mortalidad masculina es mayor que la femenina, por lo que el examen anual de los reproductores permitirá el ajuste necesario a las proporciones de los sexos.

Nota: en caso de los reproductores debe cerciorarse que los peces estén en buena salud organismo libre de antecedentes en enfermedades o algún problema genético que pudiera producir progenie de mala calidad (alevines). Se deben obtener

reproductores en centros de investigaciones, centros acuícolas federales o granjas certificadas.

7.2 Desove

La actividad de desove del bagre del canal comienza en la primavera cuando la temperatura del agua alcanza los 23°C. Se han utilizado una variedad de contenedores como sitios de anidación para el bagre de canal. Se han usado con éxito baldes de metal usados para almacenar leche o crema, barriles de metal o de madera, cajas de madera, baldes de plástico y recipientes de plástico hechos específicamente para bagre de canal de desove. Los contenedores se colocan a lo largo del banco del estanque con el extremo abierto del recipiente hacia el centro del estanque. Los contenedores se colocan de 50 cm a 90 cm de agua a intervalos de 1 a 9 metros.

7.3 Colecta de los huevos o “fresas”

Los huevos deben llegar a las canaletas en excelentes condiciones. Pueden utilizarse contenedores tales como enfriadores, cestas de pescado con rejilla de malla y tinas de metal o plástico para transportar huevos a la incubadora. Colocar una cámara de neumático ligeramente inflado alrededor del borde superior del contenedor para transportarlo alrededor del estanque o con la misma flotabilidad del mismo. La temperatura del agua utilizada para el transporte de huevos no debe exceder los 30 ° C y la concentración de oxígeno disuelto no debe caer por debajo de 5 mg / L. Los contenedores deben drenarse parcialmente y agregar agua fresca del estanque a intervalos regulares durante la recolección para mantener el nivel adecuado de oxígeno disuelto y así evitar daños en los huevos.

La masa de huevo está adherido al recipiente, se puede retirar raspándola del recipiente usando una mano, una tarjeta de plástico suave, una espátula o un dispositivo similar. Los huevos deben ser sombreados o tapados ligeramente nunca dejarlos al contacto con la luz solar o donde la temperatura pueda subir rápidamente y no deben permanecer en recipiente más de 15 minutos a menos que estén

aireados si este no es el caso incubarlos rápidamente, ya que debido a que los tiempos de transporte y las malas condiciones del agua durante el transporte (por ejemplo, la temperatura y el oxígeno disuelto) producen la muerte del huevo. Se ha reportado que huevos dejados sin protección por más de 30 minutos han tenido 25% menos en tasa de supervivencia que los huevos transportado Rápidamente. Por regla general, deben comprobarse al menos cada 3 o 4 días; Algunos acuicultores los comprueban diariamente. Puesto que el desove generalmente ocurre en la noche o temprano en la mañana, es mejor comprobar para los desoves en la última hora de la mañana.



Figura 7 Recolección de los huevos manualmente en una estanque rústico.

7.4 Incubación.

Después de la colecta de huevos se llevan a las canaletas como se describe a continuación.

Cuando los huevos son llevado a las canaletas si la temperatura del agua en el recipiente de transporte (hielera) es de más de 5 a 7 ° F (2 a 3 ° C) diferente de la fuente de agua de incubación, los huevos deben ser templados durante 15 a 20 minutos, la temperatura que debe alcanzar los huevos debe ser de 26 a 28 ° C con agua fresca a corriente.

Para obtener éxito en la cría de alevines es importante tener buenas prácticas de manejo ya que las enfermedades bacterianas y las infecciones por hongos son amenazas en la incubación. Los problemas de la enfermedad generalmente están relacionados con el estrés causado por el hacinamiento, el saneamiento deficiente y la desviación de las temperaturas óptimas del agua.

Dos problemas de enfermedades comunes en las canaletas de incubación de bagre son: las infecciones bacterianas y el hongo del huevo. Las bacterias se manifiestan generalmente ocurre cuando la temperatura del agua es mayor que 28 ° C, mientras el hongo cuando la temperatura del agua de incubación es inferior a 25 ° C. Un buen saneamiento y el mantenimiento de la temperatura adecuada del agua para incubar ayudan a prevenir estos problemas.

7.5 Incubación en canastillas.

Una de las maneras de cómo se incuban los huevos en las salas de incubación es por medio de canastillas hechas de acero y suspendidas sobre el agua por ganchos que están a un costado de la canastillas, estas a su vez se sujetan por medio de los ganchos en dos varillas que se sujetan a lo largo de la canaleta (figura 8) Estas cestas son 7,5-8,0 cm de profundidad y se dividen de uno a cuatro compartimentos. Están hechas de tela metálica de malla de 5-6 mm.

Una recomendación es de que los huevos no deben pasar más allá de la superficie del agua siempre deben estar por debajo y manteniendo la oxigenación constante.



Figura 8 Incubación de los huevos sobre canastillas en las canaletas.

7.6 ¿Cómo alimentar adecuadamente a las larvas y alevines?

Las larvas que son sólo alrededor de 1/4 de pulgada de longitud total, Inicialmente, la larva utilizar su saco vitelino como una fuente de energía y nutrientes. Una vez que se absorbe el saco vitelino (aproximadamente 3-5 días después de la eclosión), los alevines empiezan a buscar alimento y deben alimentarse frecuentemente.

En el criadero, los alevines deben ser alimentados con harinas finamente molidas o con harina que contienen 45-50% de proteína.

Las alevines de incubación deben ser alimentadas a una tasa diaria igual a aproximadamente el 25% del peso corporal dividido en ocho a 10 alimentaciones iguales.

Si se requiere alimentar a las larvas con peso aproximado de 0.1 gramos o 100 miligramos.

$25\% \times 0.1 \text{ gr} / 100 \% = 0.025$ gramos de peso corporal por alimentar. Aproximadamente por canaleta hay 7000 a 9000 larvas por hembra con un total de 4 canastillas por canaleta nos dará un total de 0.025×252000 larvas = 630 gramos de alimento / 10 raciones = 63 gramos de alimento por canaleta en aproximado teniendo en cuenta el 70% de supervivencia de larvas.

Para un mejor manejo alimentar en porciones pequeñas los 63 gramos hasta saciar las larvas pudiéndose no alimentar con la totalidad del alimento y así evitar la sobresaturación del alimento.

Los alevines pequeños (1-2 pulgadas) deben ser alimentados una o dos veces al día a la saciedad conteniendo 35% proteína

Nota: son raciones propuestas por acuicultores norteamericanos, sin embargo lo recomendable es dar de comer hasta saciar, pudiendo consumir los 630 gr o menos.

7.7 Manejo en capacidad de carga en las canaletas

En la sala de incubación se producen crías desde la larva hasta una longitud de 1-2 pulgadas que posteriormente se pasan a estanques para la engorda. La densidad máxima de siembra recomendada para granjeros principiantes, es el número de peces que colectivamente pesarán 150 kg/m³. Si se quiere saber cuántos peces se requiere en las canaletas para evitar una sobresaturación. A Continuación se da un ejemplo de cómo calcular el número de peces

Total del peces por metro cubico = 150 kg/m³ /

El peso promedio del pez a sembrar = 0.0001

Total = 1,500000 larvas

Para alevines de 1 pulgada es aproximadamente de 500,000 alevines por m³

Para alevines de 2 pulgadas es aproximadamente de 150,000 alevines por m³

TABLA 7 Tamaño y peso promedio de alevines en canaletas

Talla						Etapa
sistema ingles		sistema internacional				
ln	lb	cm	mm	g	kg	
2	0.003	5.08		1	0.001	Alevin Pequeño
1	0.0007	2.54		0.3	0.0003	Alevin Pequeño
1/4	0.00022		8	0.1	0.0001	Cria

8 BUENAS PRACTICAS DE MANEJO PARA EL ENGORDE DEL BAGRE DE CANAL.

8.1 Selección de tallas-desdoble.

El desdoble del bagre de canal como comúnmente se le conoce, es cuando los peces se llevan al proceso de engorda en estaques de geo membrana y estanques rústicos en la granja rio cristal Xicoténcatl, la recomendación es siempre se debe llevar a cabo en horas en que la temperatura sea apropiada para la bagre, donde los rayos del sol no estén directamente en contacto con el organismos, ya que manipularlos bajo esas condiciones eleva el estrés además de la disminución de oxígeno por el incremento de la temperatura. También se debe evitar que los utensilios a utilizar (cucharones, taras, chinchorro) se calienten ya que el contacto con los organismos puede dañar con lesiones al organismo. Para realizar la selección existe un utensilio adecuado el cual cuenta con las características apropiadas.

8.2 Consideraciones acerca del transporte en el desdoble.

Una de las actividades más importantes en el cultivo de peces es su transporte, Los peces deben ser trasladados a su destino final de la manera más rápida y directa posible, después de colocarlos en el recipiente escogido para su transporte. En los métodos de transporte utilizados en la granja incluye a pie, en camioneta o motocicleta, etc.

- ✚ Los peces soportan mejor el transporte cuando su sistema digestivo está libre de alimento. Por esto, los peces no deben ser alimentados 1 a 2 días antes de su transporte.
- ✚ Los peces pueden ser cosechados y mantenidos, durante 24 a 48 horas, en tanques dentro de agua limpia que circula lentamente. Durante este tiempo, los peces evacuarán el alimento de sus intestinos y estarán en mejor

condición para su transporte. Si los peces presentan enfermedades o parásitos, éstos pueden ser tratados efectivamente dentro de estos tanques antes del transporte.

- ✚ Mientras se transportan los peces, es esencial mantener una adecuada concentración de oxígeno disuelto en el agua. La técnica recomendada para la oxigenación del agua durante el transporte de peces utiliza oxígeno puro embotellado en cilindros de gas. El oxígeno puede ser burbujeadado continuamente al agua de un tanque o recipiente destapado durante el transporte.

Como se mencionó anteriormente utilizar material limpio y libre de óxido para evitar daño en los peces.

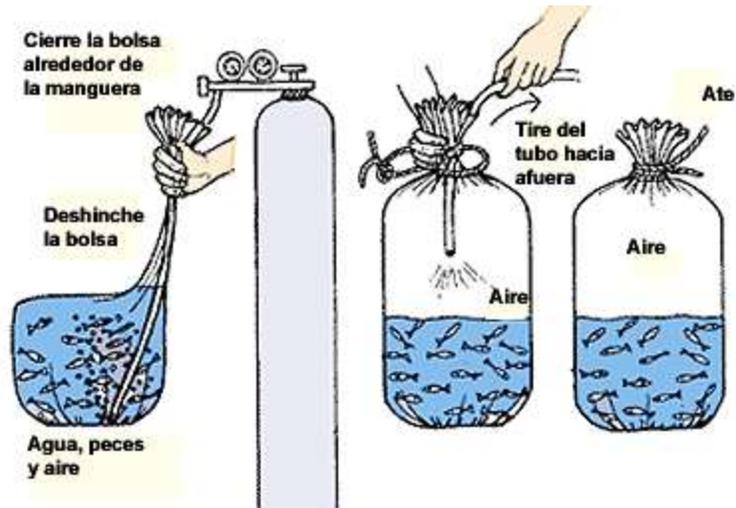


Figura 9 Procedimiento recomendado para el transporte de peces vivos

8.3 Capacidad de carga.

La capacidad de carga es muy importante a la hora del desdoble, un buen manejo ayudara a que los peces estén en óptimas condiciones, Es muy importante antes del desdoble monitorear la calidad de agua para que este en las mejores condiciones. Una buena calidad de agua evitara que los peces se enfermen o estresen. A continuación se muestra las tallas y peso promedio de los peces para la engorda.

La densidad máxima de siembra recomendada para granjeros principiantes, es el número de peces que colectivamente pesarán 150 kg/m³, Sin embargo se recomienda sembrar menos peces de lo establecido, para evitar estrés y sobresaturación de los peces. Si se quiere saber cuántos peces se requiere en las canaletas para evitar una sobresaturación. A Continuación se da un ejemplo de cómo calcular el número de peces. Tomaremos los peces con un peso de 535 gramos = 0.53 kg

Total de los peces por metro cubico = 150kg/m³

Peso promedio del pez a sembrar 0.53

Total = 283 peces de 38.1 cm / 535 gr. Por metro cubico.



Figura 2 Método de desdoble para el desdoble de peces en jaulas sobre una plataforma y ajustando la capacidad de carga.

TABLA 9 Tamaño y peso promedio de alevines, juveniles y adulto.

Talla					Etapa
sistema ingles		sistema internacional			
Engorda					
in	Lb	cm	g	kg	
17	1.8	43.1	816	0.81	Adulto talla comercial
16	1.4	40.6	635	0.63	Juvenil
15	1	38.1	535	0.53	Juvenil
14	0.9	35.5	428	0.42	Juvenil
13	0.8	33.0	336	0.36	Juvenil
12	0.75	30.5	260	0.26	Juvenil
11	0.6	27.9	196	0.19	Juvenil
10	0.3	25.4	136	0.13	Juvenil
9	0.18	22.8	80	0.08	Juvenil
Pre-engorda					
8	0.13	20.3	60	0.06	Alevin Grande
7	0.09	17.7	40	0.04	Alevin Grande
6	0.06	15.2	27	0.027	Alevin Grande
5	0.04	12.7	18	0.018	Alevin Grande
4	0.02	10.1	9	0.009	Alevin Mediano
3	0.009	7.6 c	4	0.004	Alevin Mediano

8.4 Alimentación.

Para que la alimentación sea eficiente en el sistema de cultivo intensivo que maneja la granja y exista un rendimiento mejor, la cantidad de alimento deberá ser ajustada a medida que los peces se desarrollan. Para ellos es importante llevar un estricto control en los organismos, es decir, llevar un registro de la mortandad que se registra, para así saber la cantidad de peces que se tiene e iniciar con los muestreos periódicos, para ajustar la cantidad de alimento a proporcionar, preferentemente de forma mensual, período en el que se realiza el desdoble del bagre.

El bagre destinado para la engorda (3/16 pulgadas), se alimenta generalmente con una alimentación flotante que contiene aproximadamente 28 a 32% de proteína con un diámetro de gránulo de aproximadamente 5 mm. Sin embargo, una dieta de proteína de 32% puede resultar en un mejor crecimiento que una dieta de proteína

de 28% si la alimentación está severamente restringida. Actualmente, tanto un 28 como un 32% de alimentación proteica están disponibles comercialmente.

8.5 Tamaño óptimo de partícula de alimentación para el bagre

Actualmente la línea de alimentos extruidos **nutripec®** ofrece alimentos para bagre con todos los requerimientos necesarios para el crecimiento y engorda, con tamaños y composición nutrimentales diferentes para cada etapa.

TABLA 10 Tamaño de alimentos formulados para cada etapa.

Tamaño de pez en peso/longitud	Etapas	Tamaño de partícula
Peso= Larva hasta Alevín de 8 gr Longitud = 1 cm a 10 cm	Inicial	Migajas para larva Pellet < 1mm para Alevin
Peso = 8 gr hasta 60 gr Longitud = 10 cm a 20 cm	Inicial formulado pre-engorda	1.5 y 2.4 mm
Peso= 60 gr a 800 gr (talla comercial) Longitud =20 cm a 43 cm	Completos (engorda)	3.5, 4.0, 4.8 y 5.5 mm

8.6 ¿Cuánto alimentar?

Ejemplo: Si se requiere alimentar a peces de 27 gramos con una longitud de 15.2 cm usaremos la siguiente conversión.

$27 \text{ gr} \times 3 \% \div 100\% = 0.81$ gramos de alimento por organismo y un para 5000 aproximado de peces/ m³ pudiera haber en un estanque, recordando $150 \div 0.027$ da un aproximado de 5000 peces por m³

$0.81 \times 5000 = 4$ kg de alimento para 5000 peces.

Si el stock solo se produjo 50 kg, solo se hace otra conversión ej. $50 \text{ kg} \div 0.027 \text{ kg} = 1800$ peces y solo se ajusta la ración $0.81 \times 1800 = 1 \frac{1}{5} \text{ kg}$ de alimento.

TABLA 11 Raciones de acuerdo a su peso corporal para peces en etapa de pre-engorda y engorda.

sistema ingles		Talla			Alimentación diaria recomendada con relación al peso del pez
		sistema internacional			
Engorda					
in	Lb	cm	g	kg	
17	1.8	43.1	816	0.81	1.75 %
16	1.4	40.6	635	0.63	1.85 %
15	1	38.1	535	0.53	2 %
14	0.9	35.5	428	0.42	2 %
13	0.8	33.0	336	0.36	2.25 %
12	0.75	30.5	260	0.26	2.25 %
11	0.6	27.9	196	0.19	2.50 %
10	0.3	25.4	136	0.13	2.75 %
9	0.18	22.8	80	0.08	2.75 %
Pre-engorda					
8	0.13	20.3	60	0.06	2.75 %
7	0.09	17.7	40	0.04	2.77 %
6	0.06	15.2	27	0.027	3 %
5	0.04	12.7	18	0.018	4 %
4	0.02	10.1	9	0.009	5 %
3	0.009	7.6 c	4	0.004	5.5 %

Nota: la forma de alimentar a los bagres por raciones fue propuestas por acuicultores norteamericanos, sin embargo lo recomendable es dar de comer hasta saciar, pudiendo consumir la ración establecida o menos, dependiendo de la temperatura del agua con relación a la actividad alimenticia.

8.6 Consideraciones para alimentar los bagres en invierno.

La temperatura del agua influye drásticamente en la actividad alimentaria del bagre. A temperaturas inferiores a 10°C, la actividad alimentaria puede ser inconsistente y la ingesta de alimento disminuye considerablemente en comparación con la actividad alimentaria durante el verano. Sin embargo, un programa de alimentación de invierno parece ser beneficioso para prevenir la pérdida de peso y mantener la salud de los peces.

Se ha demostrado que el aumento de peso de bagres que no se alimentan durante los meses de invierno más fríos alcanza con el de los peces alimentados durante el invierno cuando la alimentación saciada se reanuda en la primavera y el verano.

TABLA 12 Horario de alimentación de invierno para alevines y bagre de engorda recomendado

Temperatura (°C)	Alevines		Bagre de Engorda	
	Frecuencia	% P.C	frecuencia	% P.C
30 >	2 veces al día	2	1 vez al día	1
26-30	4 veces al día	6	2 veces al día	3
21-26	2 veces al día	3	1 vez al día	2
15-20	1 vez al día	2	1 vez al día	2
10-15	Días alternados	2	Días alternados	1
< 10	Del 3er al 4to día	1	Del 3er al 4to día	1/2

8.7 La alimentación en los reproductores.

Los aspectos de la reproducción podrían estar afectados por el estado nutricional de los peces que incluyen el momento de la primera madurez, la fecundidad, el tamaño del huevo y la calidad del huevo. El bagre que presenta un déficit alimenticio ha demostrado un bajo éxito reproductivo y una mala calidad de los huevos. Se recomienda que los reproductores de bagre sean alimentados con una alimentación típica de proteína de 25% a 36% una vez al día. La ración de alimentación debe ser de aproximadamente 0,5 a 1% del peso corporal.

La actividad alimenticia está fuertemente influenciada con la temperatura del agua cuando las temperaturas son óptimas debe alimentarse normalmente pero cuando las temperaturas son bajas su actividad metabólica se ve reducida y la ración es menor. Es por eso que se dan algunas recomendaciones a seguir.

TABLA 13 Horario de alimentación de invierno para los reproductores recomendado.

Temperatura (°C)	% de proteína	% peso de su cuerpo	Frecuencia
21 °C o mas	30-36	1.5 a 2	Diariamente
12 a 21 °C	25-30	1	Días alternados
Menor de 12 °C	25-30	-	No alimentar

8.8. Vitaminas y suplementos en la dieta del bagre de canal.

El Bagre de canal, al igual que todos los demás animales, requerir un suministro de vitaminas para el crecimiento y la salud normal. Por definición, las vitaminas son nutrientes que permiten el desarrollo y la Las funciones corporales. Las vitaminas se añaden a menudo a los peces en niveles superiores a esas dietas necesarias para el crecimiento normal. El enriquecimiento de las dietas de este modo se puede hacer para una variedad de Razones. Ciertamente fisiológico procesos o condiciones tales como reproducción, el estrés, o las enfermedades pueden aumentar los niveles de vitaminas que necesita el bagre para mantener el crecimiento normal, el metabolismo, y la salud.

Una de las recomendaciones es no medicar, aplicar vitaminas o cualquier otro suplemento sin la evaluación de un médico veterinario o experto en salud de peces esto para evitar cualquier riesgo a la salud del pez y pueda afectar significativamente la producción o lote.



Figura 11 Aplicación empírica de vitaminas una práctica común en las granjas acuícolas.

9 BUENAS PRACTICAS DE MANEJO PARA LAS ENFERMEDADES DEL BAGRE DE CANAL.

9.1 Enfermedades.

Las enfermedades de los bagres de canal se clasifican como no infecciosas e infecciosas. Las enfermedades no infecciosas incluyen trastornos nutricionales y tóxicos relacionados con condiciones ambientales subóptimas. Las enfermedades infecciosas son causadas por organismos vivos que parasitan o infectan a los peces. Las enfermedades infecciosas del bagre de canal son causadas por virus, bacterias, hongos, protozoos y metazoarios.

Principales pérdidas a las enfermedades no infecciosas ocurren pero son en gran medida prevenibles. Con buenas prácticas de manejo. Por ejemplo, la pérdida en la producción por el agotamiento del oxígeno disuelto es una amenaza constante en los alevines en estanques, pero si el equipo de aireación adecuado está disponible y las concentraciones de oxígeno disuelto son vigiladas, las pérdidas. Importantes ocurren sólo en circunstancias extraordinarias como cortes de energía eléctrica.

9.2 Indicaciones generales de manejo.

El monitoreo de las instalaciones de producción para los indicadores generales de la enfermedad requiere una vigilancia constante porque las nuevas enfermedades pueden resultar de cambios sutiles en las estrategias de manejo o la evolución natural de los nuevos procesos de la enfermedad. El mantenimiento de registros precisos del inventario, las densidades de población, la actividad alimentaria, la calidad del agua y los patrones de mortalidad a lo largo del tiempo pueden facilitar enormemente el reconocimiento y la investigación de las enfermedades. Las claves importantes para diagnosticar problemas de salud de los peces incluyen:

- ✚ Mortalidad masiva repentina
- ✚ Cambios en la apariencia del agua
- ✚ Tasa de mortalidad constante a lo largo del tiempo
- ✚ Olores inusuales alrededor del estanque
- ✚ Actividad de alimentación reducida
- ✚ Fallas de equipo
- ✚ Pescados que se congregan cerca de entradas de agua o aireadores.

TABLA 13 Tabla de las enfermedades del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

Enfermedad	Agente	Tipo	síntomas
Enfermedad de virus del bagre de canal	-	Virus	Reducción de la actividad alimentaria; Comportamiento errático de la natación; A veces espiral; Alternando hiperactividad y letargo; Abdomen hinchado; ojos saltones; Hemorragia
Septicemia entérica	Edwardsiella ictaluri	Bacteria	Hemorragias externas en la parte inferior y alrededor de la boca; Lesiones focales blancas en la espalda y los costados de los peces; Ocasionalmente lesión gris en la parte superior de la cabeza que puede entrar en erupción a una lesión abierta
Enfermedad de Columnaris	Flavobacterium columnaris	Bacteria	Manchas blancas en la boca, bordes de escamas y aletas; Crecimiento algodonoso alrededor de la boca; Las aletas

			se desintegran en los bordes; Invasión fúngica de branquias.
Septicemia aeromonas	Aeromona hydrophila; Aeromona. sobria	Bacteria	Fraccionamiento y enrojecimiento de las aletas; Despigmentación; úlceras
Moho de agua	Saprolegnia spp	Hongo	Parches grises / blancos en la piel o branquias semejantes a la lana de algodón, que luego se vuelven marrones o verdes; Normalmente pequeña, infección focal que se extiende rápidamente sobre el cuerpo o las branquias
branquias y / o parásitos externos de piel	Trichodina sp; Trichophora sp; Ambiphrya sp; Ichthyobodo sp; Ichthyophthirius multifiliis	Protozoarios	Pequeñas manchas blancas en la piel o las branquias; Irritación, parpadeo, debilidad, pérdida de apetito y disminución de la actividad; Branquias pálidas y muy hinchadas
Proliferación de enfermedad en las branquias	Aurantiactinomyxon sp; Deo digitata	Myxozoa	Hinchazón y moteado rojo y blanco de las branquias dan aspecto de carne picada cruda
Copépodos parásitos	Ergasilus sp; Argulus sp; Lernaea cyprinacae	Copépodos	Parásitos visibles en las branquias
Otros parásitos	-	Helmintos; cestodos; trematodos	

Nota: la inspección en los estanques o canaletas es necesario cuando se aplique tratamientos, si antes del tiempo requerido los peces presentas signos de estrés dejar fluir el agua corriente para evitar algún daño en los peces.

9.3 Selección de sustancias químicas y fármacos.

Para la prevención, control y tratamiento de enfermedades en el bagre de canal por bacterias, virus, hongos y parásitos, únicamente podrán emplearse antibióticos y otros fármacos autorizados respetando las dosis y tiempo de aplicación. El uso inadecuado de algunos fármacos en el bagre de canal puede provocar acumulación de residuos en carne y vísceras por tiempos prolongados, lo que implica un riesgo para la salud del consumidor. Antes de aplicar cualquier fármaco debe consultarlo con un especialista para evitar cualquier riesgo

TABLA 14 Tabla de tratamientos Químicos aceptados para la aplicación en enfermedades en el bagre de canal.

	Indicación	Dosis recomendada	Recomendaciones
Formalina	Parásitos externos: protozoarios Monogeneos, trematodos	2.5 ml/L de agua	No sujete a temperaturas por debajo de 4 °C 15 minutos de tratamiento prolongado y mantener con aireación vigorosa, posteriormente circular el agua
	Hongos en huevos	1-2 ml/L de agua	No sujete a temperaturas por debajo de 4 °C 15 minutos de tratamiento prolongado y mantener con aireación vigorosa, posteriormente circular el agua
Oxitetra	Control de bacterias Septicemia hemorrágica	200-700 mg / L de agua de 2-6 horas	Ninguna

	(Aeromonas spp) y enfermedad por pseudomonas (Pseudomonas spp.)		
Permanganato de Potasio	Patógenos como los parásitos de las branquias y las infecciones bacterianas y fúngicas externas	2 mg / L de agua	El permanganato de potasio se puede administrar como un baño prolongado de 15 minutos, posteriormente fluir el agua. Mantener con aireación vigorosa
de Azul Metileno	Hongos y bacterias	1 gota por cada 3-5 litros	Ninguna

Nota: bioensayo preliminar debe llevarse a cabo en un pequeño número de especies de peces para determinar la sensibilidad

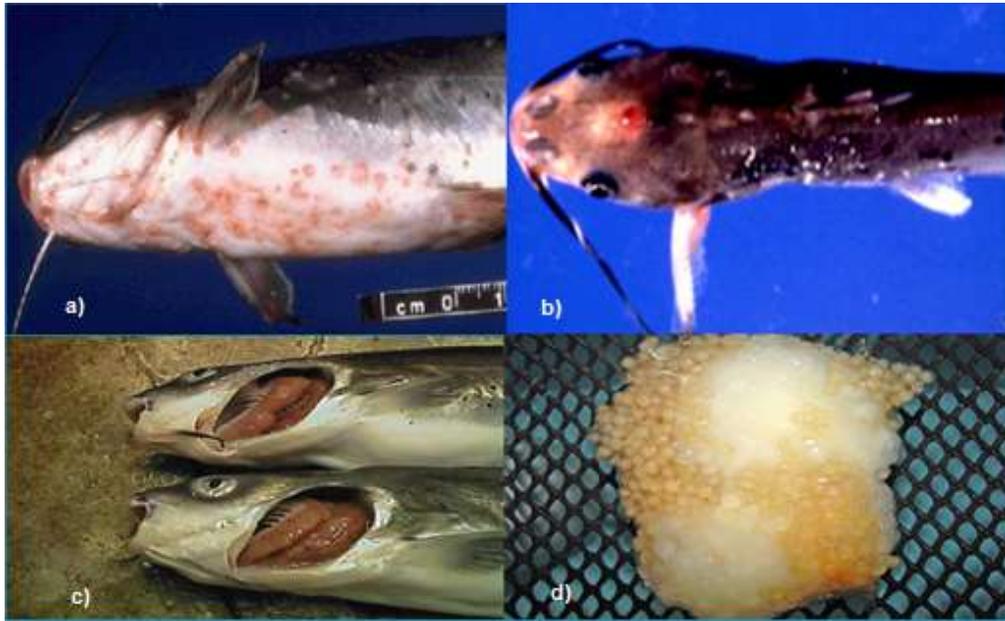


Figura 12 a) bagre infectado posible por un virus b) bagre infectado por bacteria del genero *Edwardsiella* ocasionando la enfermedad como se le conoce con el nombre de *Edwardsiellosis* c) infección en las branquias por ectoparásitos ocasionando la enfermedad proliferativa en branquias d) posible infección por hongo del genero *Saprolegnia* en huevos de bagre

10 BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE ESTANQUES Y OTROS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN.

Uno de los factores de estrés importantes es el aumento de las sustancias orgánicas metabólicas disueltas en el agua en los estanques y canaletas. Puede aumentar el amoníaco y los microorganismos.

TABLA 15 Compuestos orgánicos disueltos causantes de estrés en los peces

Compuestos orgánicos Metabólicos disueltos	causa de estrés	Consecuencias en los alevines
Descomposición del exceso de Alimento rico en proteínas.	Amonio y nitrato toxico	Los animales dejan de comer, se debilitan y se vuelven susceptibles a enfermedades
Larvas y peces muertos, , algas	Organismos patógenos (bacterias, virus, hongos, protozoarios)	Baja calidad de agua y enfermedades
Excreción de heces de los alevines	Demanda de oxígeno disuelto	Baja calidad en el agua y enfermedades

10.1 Limpieza en Estanques de geo membrana.

Los estanques de geo membrana se recomienda limpiarlos al menos una vez por semana, esto es una labor importante para mantener en buen estado de salud a los peces, la limpieza se realiza bajando el nivel de agua a un 50 cm, esto para que por

medio del movimiento de los peces y la corrientes del agua puedan salir los desechos que están en el fondo acumulados en los estanques.

10.2 Limpieza en Estanques rústicos.

Los estanques rústicos o de tierra deben ser desinfectados de 8-10 días, una vez al año después de la cosecha, algunos productores usan cal viva como desinfectante a razón de 80 gramos por metro cuadrado en estanques rústicos que han sido drenados y todavía húmedos. Este tratamiento con cal viva es muy bueno para controlar bacterias, hongos, insectos, huevos y larvas.

10.3 Jaulas

Como se describe en Capítulo 5 en el apartado 5.4 Una recomendación es limpiar periódicamente las jaulas con escoba o cepillos largos que puedan llegar hasta la parte final de la jaula y poder eliminar las algas y mohos, ya que estos organismos se incrustan en las jaulas e impiden la circulación de agua.

10.4 Sifón para limpieza de estanques

Para realizar la limpieza, se introduce uno de los extremos tapados de la manguera en el agua el estanque o canaleta queremos limpiar y el otro extremo de la manguera se baja tapándolo a nivel del piso. Se libera el extremo de la manguera que está en el agua y posteriormente se libera el extremo de la manguera que está cerca del suelo, esto crea una corriente de agua por gravedad que aspira las heces y restos de alimento que hay en el fondo de la pila. Otra manera es el extremo que está a nivel del piso o a fuera de la canaleta o estanque succionar con la boca y la parte que está dentro del agua atraerá el agua por fuerza arrastrando el agua hacia afuera y siempre mantener la parte del agua dentro para que no crear burbujas de aire y obstruir la circulación de agua. Con este sistema se va limpiando toda la pila con el cuidado de que no se maltraten los peces. Generalmente la técnica del sifón se realiza con la participación de dos personas. Mantener las pilas limpias es muy importante para que haya una buena calidad del agua para el crecimiento de los peces.



Figura 13 Limpieza mediante sifón en una canaleta de alevines de bagre de canal

10.1 Mantenimiento del sistema de conducción del agua.

Otra de las medidas de bioseguridad en los sistemas es la toma de agua, las tuberías y los canales de alimentación del agua deben ser monitoreadas todos los días para detectar la presencia de problemas de fugas, rupturas u obstrucción que puedan impedir el flujo del agua a los diferentes sistemas de cultivo. La falta de agua por unos pocos minutos, puede causar altas mortalidades o predisponer a los peces para la aparición de enfermedades.

11 BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y CONTROL DE PREDADORES Y AGENTES NOCIVOS.

Los depredadores son una fuente importante de estrés para los peces y también pueden causar pérdidas significativas. Es por ello que el acuicultor debe tener un programa de control y vigilancia de animales que puedan poner en riesgo a los peces. El control de plagas urbanas debe hacerlo alguien certificado.

Los depredadores:

- ✚ Consumen los peces en el estanque
- ✚ consumen el alimento del pez
- ✚ transmitir parásitos y otras infecciones a los peces,
- ✚ asustar al pez cuando lo están persiguiendo,
- ✚ causar daño físico a varios peces en el proceso de caza.
- ✚ Puede mover los peces a un estanque diferente.

Algunos depredadores son:

11.1 Ranas y serpientes.

Las poblaciones de ranas y serpientes pueden controlarse manteniendo las áreas de estanques limpios. No permitir que los arbustos crezcan alrededor de los estanques. Evitar encharcamientos alrededor de los estanques también deben mantenerse limpios y despejados. Las ranas tienden a entrar en las áreas del estanque a través de los canales de agua. La hierba corta alrededor de los estanques reduce los escondites de las serpientes y ranas, lo que los hace más vulnerables a la depredación por los halcones.

11.2 Aves.

- ✚ Las aves caminan en el estanque para cazar peces. Para controlar las aves, asegúrese de que las profundidades del agua de un estanque sean de 1 metro para que las aves no puedan permanecer en el estanque.

- ✚ Evite colocar sus estanques o jaulas cerca de lugares donde las aves pueden posarse, bajo el teléfono o cables de electricidad / postes, árboles, etc. Estos proporcionan un lugar para las aves de rapiña para sentarse, observar los peces y el tiempo cuando mejor cazarlos. Palos altos o ramas colocados en estanques o cerca de jaulas son excelentes perchas para aves acuáticas. Si se requieren palos cerca de los estanques o jaulas, deben mantenerse tan cortos como sea posible
- ✚ Pueden usarse espantapájaros o ruidos como petardos para ahuyentar a las aves. Sin embargo, si se utiliza esta opción, cambie las tácticas al menos cada dos semanas. Esto se debe a que los pájaros aprenden bastante rápido que el objeto no amenaza la vida y finalmente ignorará el espantapájaros o el ruido.
- ✚ Aprende a qué hora los pájaros vienen a cazar peces. La mayoría de las veces, los pájaros vienen a conseguir peces después de alimentarlos, en las mañanas o tarde en la tarde. Estar alrededor en tales épocas para asustar lejos los pájaros. La actividad humana ayuda a mantener a las aves alejadas
- ✚ No deje animales muertos ni alimento, etc. que se encuentran alrededor de estanques porque las aves pueden venir a alimentarse de ellos. Deshágase de todos los desperdicios y cadáveres enterrándolos lejos del área del estanque.
- ✚ también entrenar perros en la granja para asustar lejos el pájaro.
- ✚ permanecer en el estanque hasta que los peces han consumido la alimentación, así evitara que la aves estén rondando sobre las jaulas y estanques
- ✚ Proporcionar buena oxigenación o medir la calidad del oxígeno, así evitara que los peces salgan a la superficie por oxígeno y sean expuestos para las aves.
- ✚ Las aves pueden ser un "bio-indicador". Comenzarán a reunirse alrededor de un estanque donde los peces están teniendo problemas. Por lo tanto, si usted ve una reunión de aves en sus granjas, vigile la zona

11.3 Otros organismos

Mantener limpia el área de peces de arbustos y otras plantas para que no busquen refugio cerca de los estanques organismos no deseados. Establezca trampas para atrapar mapaches, tejones o lagartos. Los perros también son muy buenos en perseguir a estos depredadores.

Nota: Use medios no letales para controlar depredadores. Los "depredadores" comunes que no son el hombre son la vida silvestre y están protegidos por la ley. En el caso de animales se vuelven incontrolables, informe a protección civil o agencia de vida silvestre para reubicarlos.

X. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en el análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la granja de cultivo y producción de bagre de canal “Rio cristal Xicoténcatl” lo siguiente fue comprobar en trabajo anterior con los antecedentes del mismo tema.

Para buenas prácticas de manejo especies acuícolas con base un análisis riesgos, identificación y control de puntos críticos solo se tiene trabajos en las mejoras en el cultivo de la trucha como García (2012) y Arcos (2006) donde llevaron a cabo un análisis de riesgos en el manejo en la producción y manejo sanitario en granjas trutícolas.

Para el bagre de canal no se ha elaborado ningún plan de manejo de buenas prácticas con base de un análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos a nivel nacional y para el estado de Tamaulipas, sin embargo solo hay Manuales de buenas prácticas de manejo por la SENASICA. (2008) en colaboración con el Centro de investigación en alimentación y desarrollo (CIAD) y Unidad de Mazatlán en acuicultura y manejo ambiental.

Para las etapas de la producción de bagre de canal en Tamaulipas así como estados unidos son similares donde se lleva a cabo el ciclo productivo desde la selección de reproductores, incubación de huevas, engorda adulta, y comercialización, en el diagrama de flujo muestra las etapas mencionadas en el ciclo productivo, sin embargo producción difiere en la engorda como lo menciona (SEDAGRO, 2015; Lara, 2015; SAGARPA 2011.) donde en México, así como la granja “Rio cristal Xicoténcatl” se lleva a cabo en jaulas flotantes en cuerpos de agua abiertamente, estanques rústicos y de geo membrana, mientras la engorda de bagres en Estados Unidos se lleva a cabo en canales o Raceways (Hill, 1988). Cabe destacar que la granja son de las únicas granjas productoras de pie de cría en la región por lo que es importante llevar a cabo mejoras en el manejo de buenas prácticas en los alevines ya que en esta etapa las incidencias de mortalidades se eleva.

Es importante mencionar que la aplicación de un análisis de riesgos. Identificación y control de puntos críticos la mayor parte de este método se ha utilizado para la evaluaciones de productos e la industria procesadoras de alimentos, como cárnicos, lácteos y pesquerías con forme a las normas de la secretaria de salud NOM-251-SSA1-2009, PRACTICAS DE HIGIENE PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS, BEBIDAS O SUPLEMENTO. Sin embargo trabajos han adoptado esta herramienta para identificar riesgos en la producción de organismo acuáticos como lo propuso Arcos en el 2006, donde realizo un análisis de riesgos, identificación de puntos críticos donde centro únicamente en analizar dos tipos de riesgos, organismos biológicos y vertebrados, los cuales pudieran afectar la inocuidad del proceso de producción de la trucha arcoíris a diferencia del trabajo realizado granja truticola el Zarco, no se analizaron los mismos riesgos, pues en éste trabajo realizado en la granja Rio cristal Xicoténcatl se analizaron cada una de las etapas que van desde la reproducción hasta a la venta al consumidor del bagre de canal. Los riesgos identificados no solos fueron del tipo biológico ya que el objetivo del trabajo fue también identificar cualquier tipo de riesgo que pudieran poner en peligro la calidad del producto en cada etapa o proceso. El diagrama de flujo representa cada etapa en el proceso de cultivo en la granja y técnicas se sigue para su producción ya que con base en este diagrama de flujo se dispuso a localizar cada unto critico en el proceso de producción y su verificación con un árbol de decisiones para definir si es un PPC o no como lo dicta la SSA.

Para poder tener un amplia visión sobre todos los posibles riesgos que pudieran ser puntos críticos en la producción de bagre se analizaron los datos recabados por el comité de sanidad acuícola y personal de la misma granja. Lo cual se ajustó a las necesidades técnicas de análisis de peligros

El análisis de los paramentos ambientales de la granja río cristal Xicoténcatl donde de acuerdo con Lewis y Gilbert en el 1986 y Wyatt et al, 2006. Para tener un buen manejo en el cultivo de peces se deben considerar dos eventos importantes en la acuacultura antes de prevenir peligros en la producción. 1 Buenas prácticas de

manejo y 2 Se debe prestar atención a los eventos o condiciones que pueden estar asociados con el agotamiento de oxígeno, como lluvias torrenciales, vientos fuertes, días nublados y temperatura. Para algunas granjas acuícolas intensivas se maneja como mortalidades altas mayor de 10,000 organismos y mortalidades bajas menor de 10,000 acuerdo con Lambregts et al 1993 y Boyd, C. E. y Tucker, C. S. en 2012. Las mortalidades no estuvieron asociadas a los parámetros ambientales, ya que tanto mortalidades altas y mortalidades bajas se presentaron en las mismas condiciones ambientales, en la granja Rio Cristal Xicoténcatl.

La temperatura estuvo dentro del rango óptimo para el bagre de canal en cultivo intensivo de 22 a 30 °C de acuerdo la secretaria de pesca 1988, Para la velocidad del viento fue de un promedio de 5.2 km/Hr vientos tranquilos para la escala de Beaufort, la precipitación obtuvo un promedio de 52.5 presentándose lluvias fuertes en época de lluvias datos publicados por Comisión nacional del Agua en el 2014. Cabe destacar que la granja no tenía registro alguno sobre medidas sobre las concentraciones de oxígeno disuelto, no se pudo realizar una relación oxígeno y parámetros ambientales, sin embargo el estudio sugiere que pudo deberse las altas mortalidades por causa de malas prácticas de manejo ya que se registraron 36 riesgos identificados.

En el diagnóstico de los reportes presentados por el comité de sanidad acuícola del estado se reporta prevalencia de dos clases de patógenos, bacterias y Parásitos, de los cuales las bacterias tuvieron más presencia de *Aeromonas* y *Pseudomonas* descrito por Ewing et al ,1965 y *Streptococos*, con presencia en época de aguas cálidas (primavera a otoño) como lo describe Tucker, C. S., & Hargreaves, J. A. En 2004 en un rango de temperatura de 22 a 30 °C, mientras que algunos parásitos fueron los que tuvieron mayor prevalencia en época de aguas templadas y frías que en aguas cálidas, *Henneguya exilis*, Y *Ligictaluridus floridanus* los casos más reportados en la granja Rio cristal Xicoténcatl que de acuerdo con Tucker, C. S., & Hargreaves, J. A. en 2004 las incidencias de estos parásitos se elevan en aguas con temperaturas que van desde 15 a 21 °C para *H exilis* y para *L.floridanus* debajo de 15 °C., una de las recomendaciones para las granjas acuícolas.

Con base en cada punto crítico analizado mediante el árbol de decisiones , se estableció los límites críticos, así como un sistema de vigilancia para cada punto crítico, que posteriormente se elaboró un manual de buenas prácticas de manejo para el proceso de producción del bagre de canal que acuerdo al Código alimentario, ARICPC para llegar al producto final de un manual de buenas prácticas de manejo debe realizarse siguiendo cada uno de los principios establecidos, de tal manera se desarrolló el trabajo de la granja Rio Cristal Xicoténcatl, los principios se llevaron a cabo sin omitir ninguna de las indicaciones.

XI. CONCLUSIÓN

En este trabajo la aplicación de un Análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la producción de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en la granja río cristal Xicoténcatl permitió conocer el proceso de cultivo y producción de la especie donde ahí se lleva acabo , de igual manera conocer la infraestructura con la que cuenta para que los peces estén en óptimas condiciones así como las prácticas en manipulación de la especie desde la reproducción hasta la cosecha, donde posteriormente se realizó la descripción de cada fase y posteriormente analizadas como lo indica la SSA y la NOM-251-SSA1-2009 con el propósito de detectar si en cada etapa existen riesgos que pudieran poner en riesgo el producto final, así formas de mal manejo que pudieran llevar acabo en la granja y la inexistencia de prevención con el desconociendo de las buenas prácticas de manejo, pues los conocimientos que se tiene son insuficientes y error como son:

La falta de conocimiento sobre las enfermedades del bagre de canal y sus causas así como su posible respuesta ante signos de una posible enfermedad, la calidad de agua es otro de los riesgos más comunes en la producción del bagre decanal, la capacidad de carga de los organismos, la cantidad de alimento suministrado son problemas comunes que se suscitan en las granjas acuícolas y que ponen en riesgo la calidad de alimento y sobre todo las salud del consumidor. Sobre el análisis que se realizó sobre los parámetros ambientales y como pudieron repercutir sobre la mortalidad en el periodo 2014 por ello es necesario que considere como punto crítico los parámetros ambientales ya que estos pueden influir en la disminución del oxígeno disuelto en el agua que podría traer consecuencias graves como las mortalidades en los peces y esto afectara la producción significativamente. Asi mismo

Por tal motivo con base en la información recopilada una vez detectado todos los riesgos y sus causas, se prosiguió a elaborar un manual de medidas correctivas como lo dicta un ARICPC en cada falla. El manual de medidas correctivas están basadas con el propósito en la descripción de las buenas prácticas para la

producción acuícola del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) ya que es necesario cumplir con todas las medidas de calidad e inocuidad del producto durante el proceso de producción, asegurar el éxito del mismo, previniendo los posibles problemas con la calidad del bagre de canal y cumplir con un producto de calidad que espera el consumidor.

XII LITERATURA

- Aguilera, .P y Zarza, M. (1986). El bagre y su cultivo. Publicaciones de la Secretaria de Pesca. FONDEPESCA. Edit. Litografía. México. S.A. Mexico. D.F. 47 Pp.
- Arcos, C. (2006). HACCP plan El Zarco, SAGARPA, México pp.59-69
- Allen, D. (2014). Water Quality Management for Recirculating Aquaculture. Aquaculture. Iowa State University, Iowa State University Extension and Outreach
- Banerjea, S. M. (1967). Water quality and soil condition of fish ponds in some states of India in relation to fish production. *Indian journal of Fisheries*, 14(1 & 2), 115-144.
- Bastola, U., Engle, C. R., Haukenes, A. y Freeman, D. (2012). The costs and effects of alternative winter feeding strategies for channel catfish *Ictalurus punctatus* in multiple-batch production. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(4), 283-298.
- Bhatnagar, A. y Garg, S.K. (2000). Causative factors of fish mortality in still water fish ponds under sub-tropical conditions, *Aquaculture*, 1(2), pp 91-96.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. y Mc. Larney, W. D. (1982). *Aquaculture; the farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. 1a. Ed; John Wiley and Sons, New York, USA, 868p.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. y McLarney, W. O. (1972). *Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. John Wiley & Sons, Inc.
- Braun, A. P. y Phelps, Q. E. (2016). Channel Catfish Habitat Use and Diet in the Middle Mississippi River. *The American Midland Naturalist*, 175(1), 47-54.

- Bartram, J. y Ballance, R. (Eds.). (1996). *Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. CRC Press.
- Bernabé, G. (1991). *Acuicultura*. Vol I y II Ed. Omega S.A. Barcelona, España 1099p
- Boyd, C. E., Lim, C. L., de Queiroz Queiroz, J. F., Salie, K. S. y Lorens de Wet, W. E. T. (2008). *Best management practices for responsible aquaculture*. USAID.
- Boyd, C.E., Romaire, R. P. y Johnston, E. (1978). Predicting early morning dissolved oxygen concentrations in channel catfish ponds. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107: 484-492.
- Boyd, C.E. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
- Boyd, C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University Agricultural Experimentation Station, Auburn, AL.
- Boyd, C.E. y Tucker, C.S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. New York, USA: Springe Science + Business Media.
- Boyd, C. E. y Tucker, C. S. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
- Buttner, J.K., Soderberg, R.W. y Terlizzi, D.E. (1993). *An Introduction to Water Chemistry in Freshwater Aquaculture*. University of Massachusetts Dartmouth. NRAC Fact Sheet No. 170-1993
- Camus, A.C. (2004). *Channel Catfish Virus Disease*. SRAC Publication No. 4702
- Carro, R. y González. D (2012). *Normas HACCP. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control*. Facultad de Cs. Económicas y Sociales. Universidad Nacional de Mar de plata: Mar de Plata, Argentina.
- Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Tamaulipas (CESATAM). (2013). *Programa de Sanidad Acuícola de Tamaulipas 2013*. Consulta en línea <http://www.cesatam.com/> [Revisado Septiembre 2016].

- Carlander, K. C. (1969). Channel catfish. Handbook of freshwater fishes of the United States and Canada, -exclusive of the Perciformes. Iowa State Univ. Press, Ames. 752 pp.
- CODEX ALIMENTARIUS, (2013) CAC/RCP 1-1969, Rev. 4, (2003). *Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene*, 2003, vol. 4.
- Codex Alimentarius Commission. (1997). Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application. *Annex to CAC/RCP, 1(1969)*, Rev-3.
- COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) – Directrices para su aplicación. NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 34 243 Primera Revisión.
- Colombo, R. E. (2007). Demographics and the ecological role of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in commercially exploited and unexploited reaches of the Wabash River with implications for the flathead catfish (*Pylodictis olivaris*). Doctoral Dissertation, Southern Illinois University Carbondale. 214 p
- Contreras, S. (2000). Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. In: C. Retana & J.H. Leach (Eds.). *Non-indigenous freshwater organisms. Vector, biology, and impacts*. Lewis Publishers. Boca Ratón. pp. 33-54.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (CONEVIN). (2002). DIRECTRICES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN EL SECTOR ALIMENTARIO.FONDONORMA.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). (2006). Programa Maestro Nacional del Bagre. México: Centro de Estudios de Competitividad
- Chávez, M. C. (1993). El estado actual de la acuicultura en México y perfiles de nutrición y alimentación. *La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la*

América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México, 109-149.

- Chatakondi, N. G. (2012). Hybrid catfish offer performance advantages for US catfish farmers. *Global Aquaculture Advocate*, 15, 22-23.
- Davis, K.B., Goudie, C.A., Simco, B.A., Mac Gregor, R. y Parker, N.C. (1986). Environmental regulation and influence of the eyes and pineal gland on the gonadal cycle and spawning in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) *Physiological Zoology*. 59:717–727.
- De la Rosa, D., Xóchitl, F., Sifuentes, A. M., Parra, G. M. y Arellano, W. (2014). Identification of Two Channel Catfish Stocks, *Ictalurus punctatus*, Cultivated in Northeast Mexico. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(2), 104-114.
- Dobrecky, L. P. (2008). Identificación de peligros y puntos críticos de control en bibliotecas. *Bibliotecaria Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la nación Biblios*. No.30
- Dunham, R. A. y Smitherman, R. O. (1984). Ancestry and breeding of catfish in the United States. Cir.273, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, AL.
- Durborow, R. M., Crosby, D. M. y Brunson, M. W. (1997). Ammonia in fish ponds. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32, 2379-2383.
- Engle, C. R., y Valderrama, D. (2001). An Economic Analysis of the Performance of Three Sizes of Catfish *Ictalurus punctatus* Fingerlings Understocked in Multiple-Batch Production. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(4), 393-401.
- Engle, C. (2003). The evolution of farm management, production efficiencies, and current challenges to catfish production in the United States. *Aquacul. Econ. Managem.* 7: 67-84
- Ewing, W. H., McWhorter, A. C., Escobar, M. R. y Lubin, A. H. (1965). *Edwardsiella*, a new genus of Enterobacteriaceae based on a new species, E.

tarda. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 15(1), 33-38.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2005–2010). Cultured Aquatic Species Information Programme. *Ictalurus punctatus*. In: Stickney RR (ed.) FAO Fisheries and Aquaculture Department. Available from URL: <http://www.fao.org/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2004) Programa de información de especies acuáticas. *Ictalurus punctatus*. Programa de información de especies acuáticas. **Texto de Stickney, R.R.** In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* [en línea]. Roma. Actualizado 1 January 2004. [Citado 2 December 2016].

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2002). SISTEMAS DE CALIDAD E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC).

Fijan, N. N., Wellborn Jr, T. L. y Naftel, J. P. (1970). An acute viral disease of channel catfish (No. 43). US Fish and Wildlife Service.

Floyd, R.F. (1992). Dissolved Oxygen for Fish Production. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida: FA27

Gaspar, M, T. y Hernández, D. (2013). *Pesquerías Continentales de México*. Instituto nacional de pesca (INAPESCA). primera edición.

Gan Quin, G. C. C. K Liu., N. H. Richman y J. E. T. Moncura. 2005. Aquaculture wastewater treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. *Aquacultural Engineering* 32 :365–378

Gaikowski, M. P., J. J. Rach, M. Drobish, J. Hamilton, T. Harder, L. A. Lee, C. Moen, and A. Moore. 2003. Efficacy of hydrogen peroxide in controlling mortality

associated with saprolegniasis on walleye, white sucker, and paddlefish eggs. North American Journal of Aquaculture 65:349–355.

García, L. A. (2012). Análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos a la granja productora de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) Rocio, en la localidad Los Capulines Tlalnelhuayocan, Ver.

Gasteiz, V. (2004). Implantación del sistema APPCC/HACCP en el País Vasco Estándar de referencia de los sistemas de autocontrol de empresas alimentarias basados en el APPCC/HACCP. GOBIERNO VASCO, DEPARTAMENTO DE SANIDAD. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Goldburg, R.J., M.S. Elliot. y Naylor, R.L. (2001). Marine aquaculture in the United States: Environmental Impacts and Policy Options. Arlington: Pew Oceans Commission. 33 p

Hargreaves, J. A. y Tucker, C. S. (2004). Managing ammonia in fish ponds. (Vol. 4603). Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center.

Hawke, J. P., McWhorter, A. C., Steigerwalt., A. G. y Brenner D. J.(1981). *Edwardsiella ictaluri* sp. nov., the causative agent of enteric septicemia of catfish. International Journal of Systematic Bacteriology 31:396–400

Hill, T. K. (1988). Channel Catfish Production in Tennessee. Cooperative Extension Work in Agriculture and Home Economics, the University of Tennessee Institute of Agriculture, USDA.

Holtan, P. (1998). Channel Catfish - *Ictalurus punctatus*. Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Fisheries Management. PUB-FH- 713 98 Rev.

Jearld, A. y Brown, B. E. (1971). Food of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in a southern Great Plains Reservoir. Am. Midl. Nat., 86(1):110–115.

Jacquez, R. B., El-Rayes, H. y Lou, C. M. (1986). Preliminary Studies Characterizing Wastewater from the Intensive Culture of Channel Catfish and Nitrification in

Laboratory Scale Submerged Filters. New Mexico Water Resources Research Institute, New Mexico State University.

Jensen, F. B. (2003). Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 135(1), 9-24.

Jiménez, Galaviz, L. y Segovia, F. (1992). Aspectos etiológicos y patológicos de las enfermedades de peces. Parásitos y enfermedades de la trucha. Publicación Técnica No. 4, Imprenta de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL-SEPESCA.

Kinman, T. B. (1993). Kentucky fish. Kentucky Department of Fish and Wildlife Resources Division of Fisheries. Kentucky 1993.

Lambregts, J. A., Griffin, W. L., Lacewell, R. D., Davis, J. T. y Clary, G. M. (1993). Estimated costs and returns for catfish farms with recirculating ponds along the upper Texas coast. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 25(02), 1-12

Lang, R. P., Romaine, R.P y Tiersc, T.R. (2003). Induction of early spawning of channel catfish in heated earthen ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*.65:73-81.

Lara, A. L., Parra, G. M., Sifuentes A. M., Gojón, H. H., Rodríguez, H. y Montelongo, I. O. (2015). El bagre de canal (*Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818): estado actual y problemática en México. *Latin american journal of aquatic research*, 43(3), 424-434.

Lee, J.S. (1991). Commercial catfish farming. Danville ,Illinois: Interstate,330p.

Lewis, G. W. (1985). Oxygen depletion in ponds. *Leaflet-Cooperative Extension Service, University of Georgia (USA)*.

Masser, M. P., Jensen, J. y Crews, J. (1991). Channel catfish production in ponds. *Alabama Cooperative Extension System ANR-195*

- Mejía, H., Paredes, M, E. y Beltrán R, G. (2013). Primer registro y establecimiento del bagre de canal *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en un tributario del Río Balsas, México. 23(3): pp. 456-459.
- Mittelbach, G. G. (1981). Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegills. *Ecology*, 62(5):1370–1386
- Mitchell, A. J., Radomski, A. A., Straus, D. L. y Carter, R. (2009). The effect of hydrogen peroxide on the hatch rate of channel catfish eggs and on *Saprolegnia* spp. infesting channel catfish eggs. *North American Journal of Aquaculture* 71:276–280.
- Minh, K. (2013). Reproduction of channel x channel, channel x blue, and blue x blue catfish as influenced by morphological characteristics and behavior. (Thesis Master of science). Auburn University. Alabama, USA.
- Morris, J. E. (1993). Pond culture of channel catfish in the north central region. North Central Regional Extension Publication No. 444
- Neish, G. A., and G. C. Hughes. 1980. Diseases of fishes, book 6: fungal diseases of fishes. T.F.H. Publications, Neptune, New Jersey
- NASS-USDA. (2005). National Agricultural Statistics Service. USDA.
- Parra, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., Rosa-Reyna, X. F. D. L., Arellano-Vera, W., & Sosa-Reyes, B. (2011). Inbreeding evidence in a traditional channel catfish (*Ictalurus punctatus*) hatchery in Mexico. *Electronic Journal of Biotechnology*, 14(6), 11-11.
- Peres, H., Lim, C. y Klesius, P.H. (2003) Nutritional value of heat-treated soybean meal for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*.
- Pelcastre, M. (1996). Desarrollo de coextruidos de pasta de soya (*Glycine max*) y subproductos de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) para nutrición de bagre (*Ictalurus punctatus*). (Tesis de Maestría) .Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Plumb, J.A. (1978). Epizootiology of channel catfish virus disease. *Mar Fish Rev* 3:26–29
- Rodríguez, G. M., Rodríguez, C. D., Monroy, G. Y. y Mata, S. J. (2001). Manual de Enfermedades de Peces. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico.
- Rábago Castro, J. L. (2010). Monitoreo y distribución de infecciones bacterianas y parasitarias en el cultivo de bagre *Ictalurus punctatus* en Tamaulipas (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2011). Carta Nacional Acuícola. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Secretaría del Desarrollo Rural de Tamaulipas SEDER-TAM. (2013). Consulta en línea. <http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/01/consolida-tamaulipas-primer-lugar-nacional-en-produccion-de-bagre/>
- Secretaría de Pesca. (1988). Manual técnico para el cultivo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca. Primera edición. México D.F. 170 p.
- Secretaría de Pesca. (1994). Manual técnico para el cultivo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca. Segunda edición. México D.F. 30 p.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). (2015). [<http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/sedagro/documentos/granjasa-cuicolas/granjasa-cuicolas>]. Reviewed: 29 January 2015.
- Secretaría de Salud (SSA). (1994). Manual de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la industria de sabores. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud. México, D.F.

- Secretaria de Salud (SSA). (1993).Manual de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la industria de sabores. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Subsecretaria de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud. México, D.F.
- Secretaria de Salud (SSA).NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- Secretaria de Salud (SSA). NOM-256-SSA1-2012 Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas.
- Secretaria de Salud (SSA).NORMA Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba
- Secretaria de Gobierno del Estado de Tamaulipas (SEGOB-TAM). (2013). Consulta en línea. <http://www.Gonzalez.gob.mx/>
- Secretaria de Gobierno del Estado de Tamaulipas (SEGOB-TAM). (2005). PLAN MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO.
- SENASICA- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) (2008). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Bagre para la Inocuidad Alimentaria. *Centro de Investigación en Alimentación y Manejo Ambiental, y Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Alimentaria. SAGARPA Disponible en el sitio de red: [www. senasica. gob. mx/includes/asp/download. asp](http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp), 5265.*
- Simmons, M., K. Mickett, H. Kucuktas, P. Li, R. Dunham. y Z, Liu. (2006). Comparison of domestic and wild channel catfish (*Ictalurus punctatus*) populations provides no evidence for genetic impact. *Aquaculture* 252: 133-146.

- Small, B. C. y W. R. Wolters. 2003. Hydrogen peroxide treatment during egg incubation improves channel catfish hatching success. *North American Journal of Aquaculture* 65:314–317.
- Solíis, N.B. (1988), *The Biology and Culture of Penaeus Monodon*, Department Papers. SEAFDEC Aquaculture Department, Tigbouan, Boilo Philippines, pp 3-36.
- Subasinghe, R.P, Bondad-Reantaso, M.G. y McGladdery, S.E. (2001). *Aquaculture development, health and wealth. Aquaculture in the Third Millenium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millenium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000.* (Available at: <http://www.fao.org/DOCREP/003/AB412E/ab412e09.htm>).
- Straus, D. L., Mitchell, A. J., Carter, R. R. y Steeby, J. A. (2009). Optimizing copper sulfate treatments for fungus control on channel catfish eggs. *Journal of Aquatic Animal Health* 21:91–97
- Svobodová Z., Machova J., Poleszczuk G., Huda J., Hamackova J. y Kroupova H. (2005). Nitrite poisoning of fish in aquaculture facilities with water-recirculating systems: three case studies. *Acta Veterinaria Brno*, 74, 129–137.
- Starostka, V. J. y Nelson, W. R (1974). *Fish Wildl. Servo Tech. Pap. 81.* 1974. Channel catfish in Lake Oahe. U.S. 13 pp
- Stone, N. M. y Thomforde, H. K. (2004). *Understanding your fish pond water analysis report.* Cooperative Extension Program, University of Arkansas at Pine Bluff, US Department of Agriculture and county governments cooperatin
- Texas Parks and Wildlife Department. (2015). *Freshwater Catfish in Texas.* PWD BR T3200-236
- Tejada, E. (2013). *El bagre de canal en Tamaulipas. Estrategias para el desarrollo Estatal.* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Tom L. (1998). *Nutritional and feeding of fish.* Kluwer Academic Publishers. Second edition.

- Tucker, C. S. (1991). *Water quantity and quality requirements for channel catfish hatcheries*. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center.
- Tucker, C. S. y Hargreaves, J. A. (2004). *Biology and culture of channel catfish* (Vol. 34). Elsevier.
- Tucker, S.C. y Robinson, E.H. (1990). *Channel Catfish Farming Handbook*. New York, USA: Springe Science + Business Media
- Welcomme, R. L. (1988). *International introduction of inland aquatic species*. FAO, Fish.Tech. Paper, 294: 318 pp
- Waldrop, J. E. y Wilson, R. P. (1996). Present, status and perspectives of the culture of catfishes (Siluroidei) in North America. *Aquatic Living Resources* 9:183–188.
- Wang, J.C.S. (2011). *Fishes of the Sacramento-San Joaquin River Delta and Adjacent Waters, California: A Guide to Early Life Histories*. Tracy Fish Collection Facility Studies. U.S. Bureau of Reclamation, Mid-Pacific Region and Denver Technical Service Center. Volume 44 (Special Publication).
- Walser, C. A. y Phelps, R. P. (1994). The use of formalin and iodine to control *Saprolegnia* infection on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, eggs. *Journal of Applied Aquaculture* 3/4:269–278.
- Wheaton, F.W. (1982). *Acuacultura Diseño y Construcción de Sistemas*. AGT Editors, S.A. Mexico, D.F.
- Wellborn, T. L. (1987). *Catfish farmer's handbook*. *Publication-Mississippi State University. Cooperative Extension Service (USA)*.
- Wellborn, L, T. (1988). *Channel Catfish Life History and Biology*. Southern Regional Aquaculture Center. Publication No. 180
- Whittington, I. D. y Chisholm, L. A. (2008). Diseases caused by Monogenea. Pages 569–612 in J. C. Eiras, H. Segner, T. Wahli, and B. G. Kapoor, editors. *Fish diseases*, Volume 1. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA.

- Wyatt, T., Barkoh, A., Martinez, J. y Sparrow, R. (2006). Guidelines for the Culture of Blue and Channel Catfish. Texas Parks and Wildlife Department Inland Fisheries Division. Management Data Series No 244.
- Wurts, W. A. y Durborow, R. M. (1992). Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication No. 464
- Zanatta, A. S., Ramos, I. P., Silva, R. J., Langeani, F. y Carvalho, E. D. (2010). Pisces, Siluriformes, Ictaluridae, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818): first record in middle Paranapanema River reservoir, aquaculture and exotic species dispersion. Check List, 6(4).
- Zarco, E. (1993). Manual de aplicación del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Subsecretaria de Regulación y Fomento Sanitario. Secretaría de Salud. México. 48 pp.