



*Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce *Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial*



EVALUACIÓN DEL USO COMO ALIMENTO VIVO DE LA ARTEMIA DE AGUA DULCE *Dendrocephalus Affinis* (ANOSTRACA: THAMNOCEPHALIDAE) PARA DESARROLLAR CULTIVOS MASIVOS EN LA ALIMENTACIÓN DE PECES DE INTERÉS COMERCIAL

INFORME FINAL

Ejecutado por: Autoridad nacional de acuicultura y pesca – AUNAP- y Universidad de la Costa –CUC-.

Investigador principal: Sebastian Hernandez Piñeres, MSc (c).

Lugar de ejecución: Estación piscícola Bajo Magdalena.





Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce *Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial



CONTENIDO

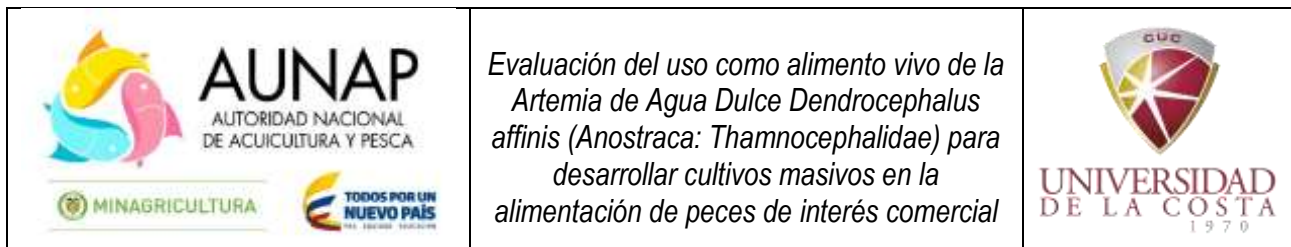
1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL CONOCIMIENTO	3
2. SINOPSIS DE LOS RESULTADOS	6
3. CUADRO DE LOS RESULTADOS DE CONOCIMIENTO	8
4. METODO.....	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
5.1 Incidencia de los factores fisicoquímicos sobre la biología de <i>D. affinis</i>	24
5.2 Comparación del uso de <i>Dendrocephalus affinis</i> vs., <i>Artemia Salina</i> , en su utilización como alimento	30
6. BIBLIOGRAFIA.....	34

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---

1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL CONOCIMIENTO



Del orden Anostraca en la región Neotropical existen cinco de las ocho familias reportadas en el mundo: Artemidae, Branchinectidae, Chirocephalidae, Streptocephalidae y Thamnocephalidae. Sin embargo, estas no han sido estudiadas a profundidad, no existe suficiente información en la literatura especializada y no se ha valorado suficientemente su potencial como alternativa de cultivo en producciones acuícolas. Sobre la familia Thamnocephalidae, se conocen tres géneros, de los cuales *Dendrocephalus*, también conocidos como *Artemias* de agua dulce, habitan charcas temporales que son cuerpos de aguas naturales que experimentan una fase seca recurrente y son predecibles en su tiempo de aparición y duración; están limitados por factores como el clima y la geología, aunque también pueden presentar algunas diferencias regionales. Las Artemias de agua dulce en Colombia están presentes en ambientes temporales del departamento de La Guajira que se caracterizan por enfrentar uno o más periodos de sequía al año. En Latinoamérica investigadores en países como Brasil, Venezuela y Argentina han reportado el uso del género *Dendrocephalus*, con anotaciones sobre la viabilidad de su cultivo y su importante valor nutricional, además en la actualidad, las granjas acuícolas intentan incorporar nuevos tipos de alimento vivo para estadios larvarios de organismos de interés comercial, con la finalidad de aumentar su supervivencia en esta etapa, la cual constituye la fase más crítica del cultivo. Dada la importancia de las especies de Anostraca como promisorias para su uso en acuicultura, y teniendo en cuenta que de la especie nativa *Dendrocephalus affinis*, se desconocen muchos aspectos de su ecología y biología se realizaron una serie de ensayos de laboratorio en las instalaciones de la Estación Piscícola Bajo Magdalena, en donde se expusieron quistes y juveniles de *D. affinis* a variaciones en las condiciones fisicoquímicas en diseños factoriales para determinar las condiciones óptimas para su cultivo.

Para esto en primera instancia se realizó un aislamiento de las cepas provenientes de charcas temporales ubicadas en el sistema desértico de la





Guajira Colombiana en donde se extraía de forma aleatoria sedimento el cual se secaba al sol, una vez seco, éste se colocaban tanques de 600 litros de capacidad ubicados en el exterior del laboratorio simulando así las condiciones naturales en un ambiente temporal, pasados 6 días se recolectaban con redes de zooplancton hembras ovadas que se pasaban a condiciones de laboratorio y con aireación constante; al momento de realizar este procedimiento cada día se obtenían quistes desovados por medio del sifoneo con ayuda de una manguera plástica de 5 mm de diámetro. El agua colectada se filtró usando un tamiz para remover restos vegetales, después el agua que contenía los quistes fue filtrada con un papel filtro y por último el papel filtro fue llevado a una incubadora a 26°C durante dos semanas para su desecación, una vez secados y limpios los cistos fueron almacenados.

Además para estimar el efecto de la temperatura, la salinidad y la conductividad sobre la eclosión y supervivencia de las larvas se estimó, el porcentaje de eclosión (H%), Tasa de eclosión y Supervivencia, obteniendo los mejores resultados utilizando temperaturas de 30 °C y Agua Sintética Moderada Dulce la cual resulto de la mezcla de aguas lluvia colectada y agua proveniente del embalse el Guajaro, encontrando que el porcentaje de eclosión (H%) promedio para esta especie fue del 60,3%, en cuanto a la tasa de eclosión se encontró que una vez incubados los quistes los primeros nauplios eclosionaron a las siete horas, con un porcentaje de eclosión del 1,93%, a las 12 horas eclosionó el 50% de los quistes y a las 15 horas de ocurrida la incubación eclosionó el 100% de los quistes, además que la gráfica de la tasa de eclosión presenta una forma sigmoidea, es decir que en las primeras 11 horas se presenta una eclosión acelerada de los quistes, después esta se detuvo y tendió a bajar, en cuanto a los adultos la supervivencia fue del 42% hasta la fase de madurez sexual, en cuanto a la salinidad el efecto fue demasiado extremo sobre la eclosión y supervivencia ya que a tan solo 3 UPS se obtenían mortalidades de casi el 100% por lo tanto del diseño factorial fue eliminado este factor.

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---



Otro aspecto importante fue realizar larvicultura de Bocachico utilizando *D. affinis* y *Artemia salina*, puesto que los tamaños de los nauplios son similares no hubo una variación significativa en la depredación por parte de los peces, en cuanto a la supervivencia de las larvas también se obtuvieron resultados similares, posiblemente debido a que la calidad nutricional de las especies es similar, sin embargo al ser *D. affinis* propio de agua dulce implica un gasto económico mucho menor para su obtención, lo cual propulsaría aún más las ventajas de esta especie como una alternativa de alimento vivo en Colombia.

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---



2. SINOPSIS DE LOS RESULTADOS

Durante las últimas décadas, las técnicas usadas en acuicultura para la producción de especies comerciales han avanzado notablemente y particularmente los métodos para la producción masiva de alimento vivo para larvas de peces y crustáceos, pero se hace necesario buscar fuentes de alimento natural diferente de Artemia, rotíferos y cladóceros. En la búsqueda de nuevas fuentes de alimento vivo se están investigando algunas especies entre las cuales los anostracos como *Dendrocephalus*, *Thamnocephalus* y *Streptocephalus* se convierten en fuentes potenciales de alimento. Las especies del genero *Dendrocephalus* conocidas como Artemias de agua dulce, son un grupo de organismos pertenecientes al orden Anostraca y a la familia Thamnocephalidae que habitan cuerpos de agua temporales y son muy valiosas por su papel en la cadena trófica de estos ecosistemas. En la actualidad están asociadas a alternativas de producción como alimento vivo por su alto valor nutricional en las fases larvarias de diferentes especies con importancia acuícola. Como parte de su ciclo reproductivo producen embriones dentro de quistes que permanecen latentes durante periodos de sequía, por lo que resisten variaciones extremas del clima, que además mirándolo desde el punto de vista comercial permite su fácil almacenamiento como en el caso de *Artemia salina*.

Perteneiente al género *Dendrocephalus* en el sistema desértico de la Guajira se encuentra la especie *Dendrocephalus affinis*, la cual hasta hace muy poco fue descubierta para el país convirtiéndola gracias a las experiencias en otros países como una especie promisoría para la acuicultura en el país, por lo tanto debido a estas grandes cualidades esta investigación tuvo como principal objetivo evaluar el uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce *D. affinis* para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial, en donde se determinaron las condiciones fisicoquímicas optimas del agua para el cultivo de la especie, además se realizaron las primeras aproximaciones al usarla en larvicultura de especies nativas de peces,

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---

avanzando de esta forma en esta nueva tecnología y dando pasos agigantados en pro de la acuicultura de la región.

	<p>Evaluación del uso como alimento vivo de la <i>Artemia</i> de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</p>	
---	--	---

3. CUADRO DE LOS RESULTADOS DE CONOCIMIENTO

Objetivos	Resultado esperado	Resultado obtenido	Indicador verificable del resultado	No. De anexo soporte	Observaciones
Producir en condiciones controladas y de manera sostenible poblaciones de <i>Dendrocephalus affinis</i> .	Producción de biomasa constante	Se cumplió a cabalidad con el resultado. Obteniendo en promedio 16 individuos por litro.	Tablas de resultado y fotografías	Figuras 1-5.	Debido a que el agua procedente del embalse el Guajaro tiene una dureza bastante elevada se dificulto el proceso de producción, por lo tanto se utilizó agua pluvial obteniendo así el resultado deseado
Evaluar el efecto combinado de la temperatura, salinidad y conductividad en la eclosión de quistes de <i>Dendrocephalus affinis</i>	Efecto combinado de la temperatura, salinidad y conductividad en la eclosión de los quistes de <i>Dendrocephalus affinis</i>	Se establecieron las condiciones ideales fisicoquímicas para la siembra y desarrollo en sistemas controlados de <i>D. affinis</i> .	Resultados. análisis estadísticos y fotografías	Tablas 1-4. Figuras 13-16, 20-26.	Se cumplió a cabalidad con este objetivo



Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce *Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial



<p>Evaluar el efecto de la Artemia de agua dulce (<i>Dendrocephalus affinis</i>), en la supervivencia y crecimiento cuando es utilizada como alimento vivo en la larvicultura de peces de interés comercial.</p>	<p>Efecto de la utilización de <i>Dendrocephalus affinis</i> en la nutrición, crecimiento, sobrevivencia y engorde de peces de interés comercial.</p>	<p>Se evaluó el efecto del uso de <i>D. affinis</i> hasta larvas de 30 dpe.</p>	<p>Resultados y análisis estadísticos y fotografías.</p>	<p>Figuras 17, 27-29.</p>	<p>Se cumplió a cabalidad lo propuesto encontrando resultados favorables al uso de esta nueva tecnología.</p>
<p>Realizar una comparación del uso de <i>Dendrocephalus affinis</i> vs., <i>Artemia Salina</i>, en su utilización como alimento vivo en la larvicultura de especies nativas</p>	<p>Realizar una comparación del uso de <i>Dendrocephalus affinis</i> vs., <i>Artemia Salina</i>, en su utilización como alimento vivo en la larvicultura de especies nativas</p>	<p>Se realizó la primera fase de este ensayo pero no se alcanzó a realizar la larvicultura con <i>Artemia salina</i> por cuestiones logísticas con</p>	<p>Resultados comparativos técnico - económicos y análisis estadísticos</p>	<p>Figuras 27 -29.</p>	<p>Se cumplió a cabalidad con este objetivo.</p>

4. METODOLOGIA

Se realizaron las salidas de campo pertinentes para obtener muestras provenientes de ecosistemas temporales del sistema desértico de la Guajira (Figura 1 y 2), se lograron obtener quistes de *Dendrocephalus affinis*, de 22 charcas temporales; este proceso de colecta se tardó al menos un mes, debido a que algunos de los puntos de muestreos se encontraban en territorio de etnias Wayuu por lo tanto se realizó primero un proceso de acercamiento para obtener los respectivo permisos de acceso a sus tierras.



Figura 1. Recolección de muestras de *D. affinis* provenientes de ecosistemas temporales.



Figura 2. Almacenaje y separación de muestras.

En cuanto al trabajo experimental en la Estación Piscícola Bajo Magdalena, para cumplir el primer objetivo del proyecto (*Producir en condiciones controladas y de manera sostenible poblaciones de Dendrocephalus affinis*), para esta labor se realizaron siembras del sedimento procedente de ambientes naturales el cual contiene los quistes de *D. affinis* (Figura 3) y aunque se obtuvieron resultados favorables (Figura 4) el número de ejemplares que eclosiono no fue el esperado, este resultado se atribuye posiblemente a que el agua procedente del embalse el Guajaro tiene una dureza bastante elevada lo cual estaría afectando el desarrollo de los animales, por lo tanto para descartar esta hipótesis y buscar soluciones que den mejores resultados se está aprovechando el agua pluvial (Figura 6) y se está usando para la siembra de los quistes (Figura 7). Para recrear las condiciones naturales y obtener un nuero cada vez mayor de ejemplares en cada generación una vez las hembras

de *D. affinis* desovan dentro de los tanques se realiza un secado al sol de 7 días y nuevamente se llena de agua para empezar otro ciclo (Figura 8).

Gracias a este proceso de cultivo con agua pluvial se obtuvieron resultados favorables, en donde ya se cuenta con un banco de quistes los cuales se usan para desarrollar los diferentes bioensayos en laboratorio (Figura 5), no obstante lo que se desea es a futuro utilizar el agua procedente del embalse el Guajaro para la producción sostenible de *D. affinis*, en este orden de ideas se ejecutaron ensayos de aclimatación en donde durante el ciclo de vida del animal se realiza un cambio sistemático del agua utilizada hasta llegar a utilizar 100% agua del embalse



Figura 3. Siembra de las muestras de *D. affinis*, en la estación piscícola utilizando estanques de fibra de vidrio.

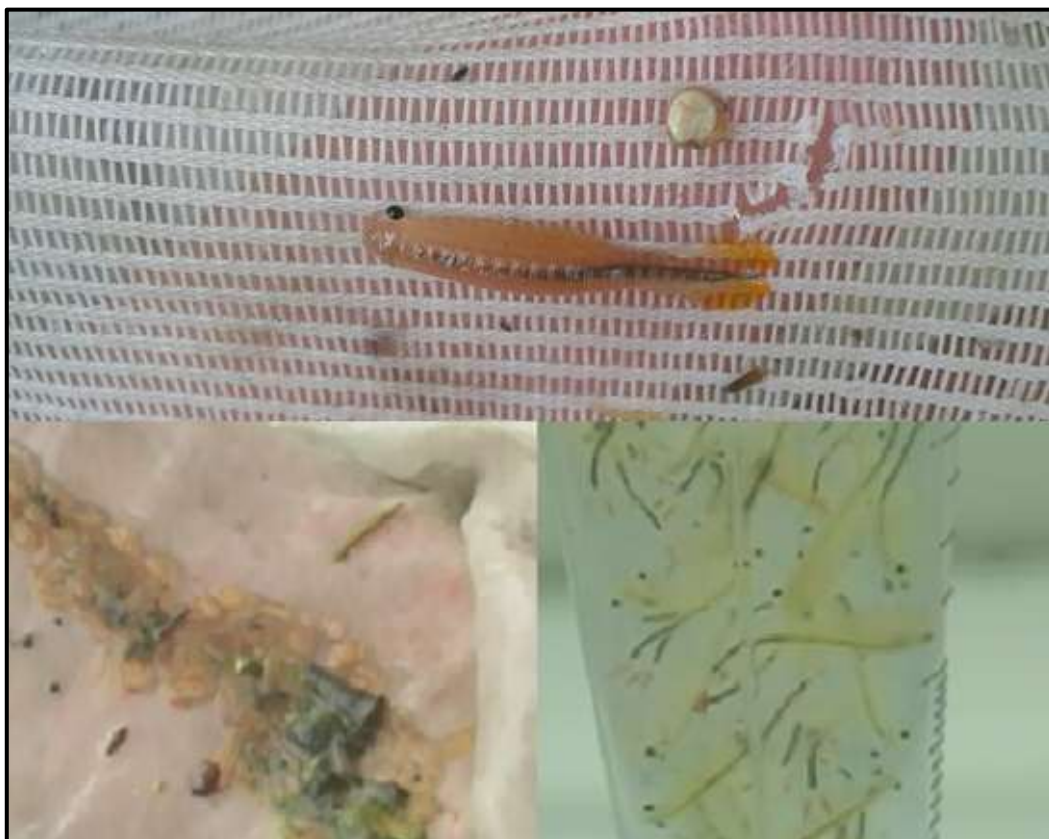


Figura 4. Imagen de los ejemplares de *Dendrocephalus affinis* obtenidos durante el proceso de siembra.

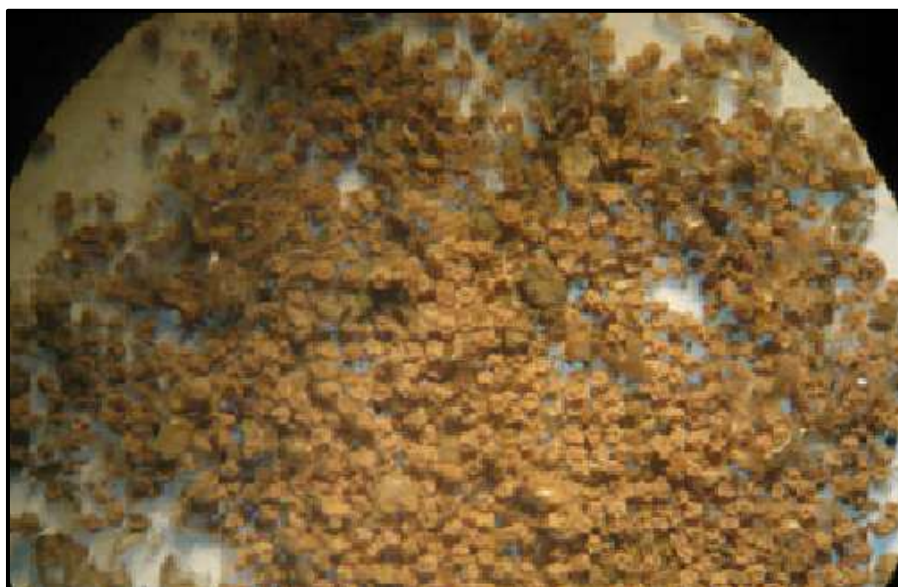


Figura 5. Imágenes de quistes aislados y almacenados para la realización de bioensayos en laboratorio.



Figura 6. Recipientes de recolección de agua pluvial ubicados dentro de las instalaciones de estación piscícola.



Figura 7. Ultimas siembras realizadas de quistes utilizando agua pluvial.



Figura 8. Secado al sol de tanques donde desovaron hembras de *D. affinis*, realizado para completar el ciclo de vida de los ejemplares.

Además, como valor agregado en marco de esta investigación se realizó la reparación y adecuación de diez estanques de tierra para mantener la cepa de Artemia de agua dulce perenne en la estación acuícola, en dicha restauración se aislaron totalmente los estanques (Figura 12) donde se mantendrá la cepa de posibles vectores dispersores de la especie (Especialmente aves), con el fin de evitar una diseminación no prevista en la región.

Además es de resaltar que no se contaban con las instalaciones idóneas para la realización de los bioensayos (Figura 9) debido a que el laboratorio destinado para tal fin se encontraba en desuso y presentaba un deterioro propio de dicha condición, motivo que suscito la necesidad de realizar labores de restauración, mantenimiento y actualización de la infraestructura (Figura 10) lo cual podría entenderse como un retraso operativo, pero también como un punto favorable del proyecto que coloco en funcionamiento un laboratorio que no se estaba utilizando (Figura 11).



Figura 9. Imágenes del estado físico en el que se encontraba el laboratorio a utilizar durante la investigación.



Figura 10. Imagen de los procesos de reparación que se están realizando para la adecuación de laboratorio donde se realizarán los bioensayos.



Figura 11. Imágenes del estado actual del laboratorio una vez finalizados los trabajos de restauración.



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA

MINAGRICULTURA

TODOS POR UN
NUEVO PAÍS

*Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce *Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial*



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970



Figura 12. Restauración de estanques de tierra.

Se realizaron ensayos en donde se evaluó el efecto de la dureza del agua en la eclosión y supervivencia de la Artemia de Agua Dulce (Figura 13-14) y en donde se ha evaluado el efecto combinado de la temperatura del agua y la dureza del agua en la eclosión y supervivencia (Figura 15-16), y un bioensayo que implica el efecto de *D. affinis* en la alimentación de larvas de peces (Figura 17). Por último se han realizado talleres con la comunidad de pescadores de la región para dar a conocer esta nueva tecnología e incentivar su posible aplicación en los procesos productivo que se dan en la Costa Caribe (Figura 18).



Figura 13. Bioensayo realizado para evaluar aspectos del cultivo, ante cambios en la dureza del agua.



Figura 14. Bioensayo realizado para evaluar aspectos del cultivo, ante cambios en la dureza del agua. Medición de parámetros fisicoquímicos.

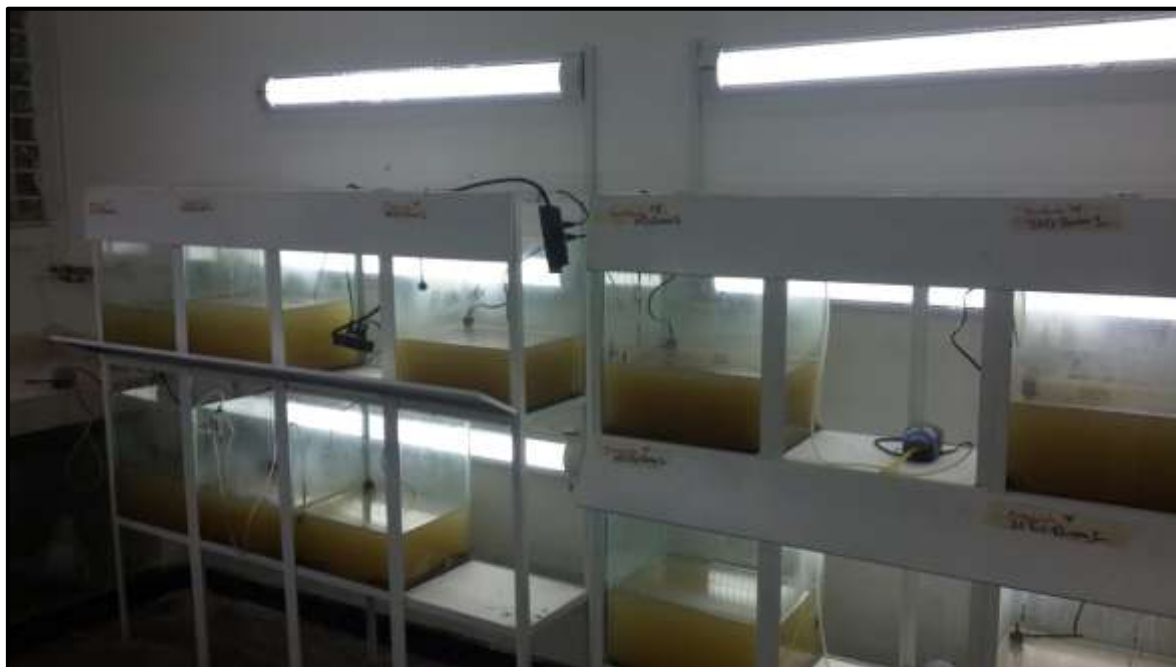


Figura 15. Bioensayo realizado para evaluar aspectos del cultivo, ante cambios en la dureza del agua combinado con cambios en la temperatura del agua.

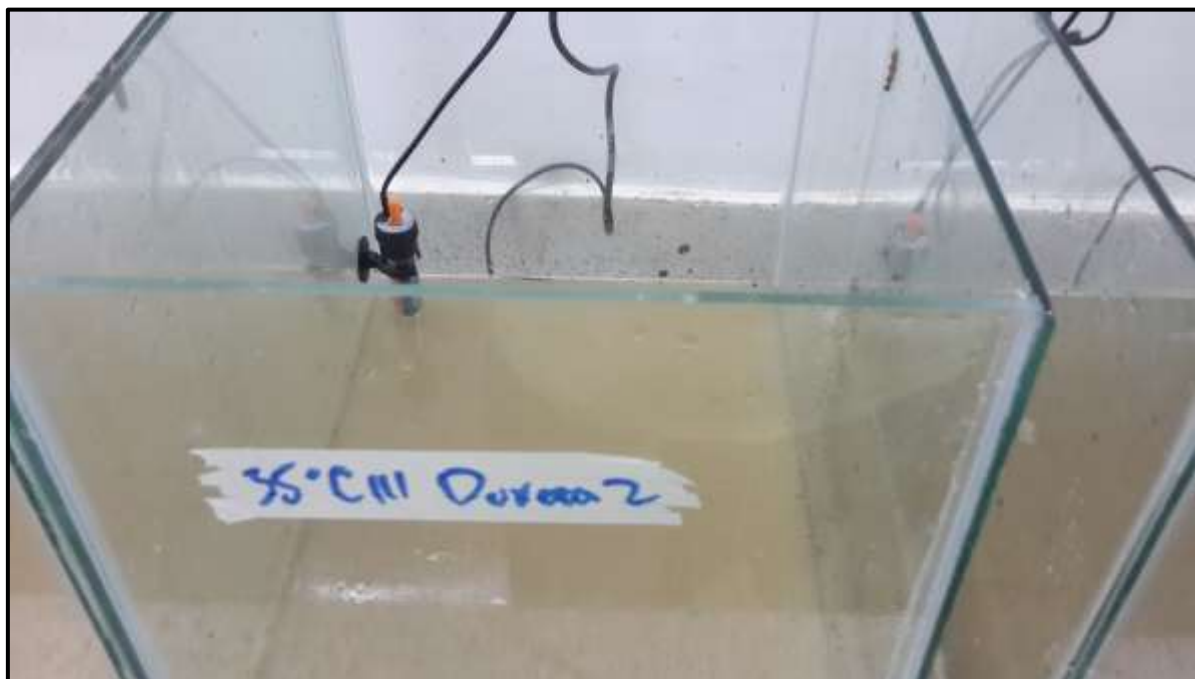


Figura 16. Termostatos utilizados durante el bioensayo realizado para evaluar aspectos del cultivo, ante cambios en la dureza del agua combinado con cambios en la temperatura del agua.



Figura 17. Montaje de ensayos de larvicultura de larvas de Bocachico utilizando *Dendrocephalus affinis* y *Artemia salina*.



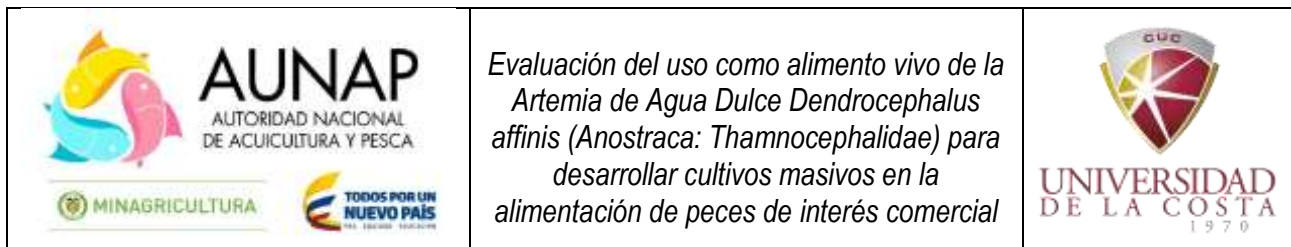
Figura 18. Taller para dar a conocer el uso de la Artemia de Agua Dulce a los acuicultores de la región.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Todos los ensayos realizados en los laboratorios de la Estación Piscícola Bajo Magdalena, se efectuaron con cepas obtenidas de la baja y media Guajira, provenientes de 22 ecosistemas temporales (Figura 19) seleccionados a través de sistemas de información geográfica, encontrada una charca a los $11^{\circ}17'6.89''N$ $73^{\circ}7'6.04''O$; y las restantes cercanas todas a los $11^{\circ}22'9.50''N$ $72^{\circ}10'8.80''O$. a continuación se describen de manera sistemática todos los resultados de manera conjunta con la discusión de los mismos, todos los análisis estadísticos se usaron utilizando estadística paramétrica con el software estadístico Statgraphics Centurión XVI.II y el paquete de Microsoft office excel.



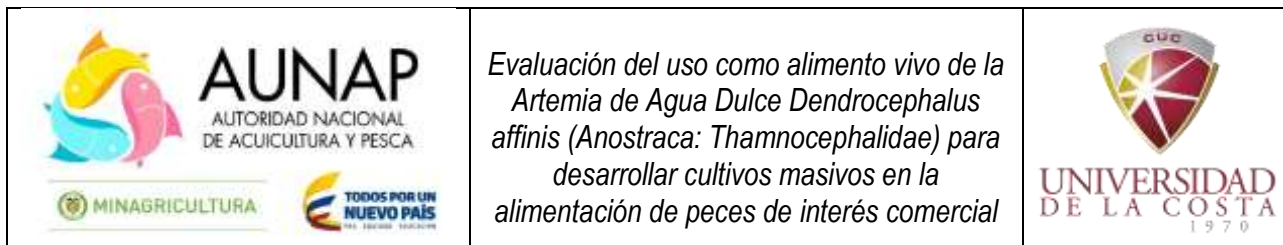
Figura 19. Ubicación geográfica de los ambientes temporales en el departamento de la Guajira.



5.1 Incidencia de los factores fisicoquímicos sobre la biología de *D. affinis*.

Al tratar de comprender el efecto que causaban los factores fisicoquímicos sobre el desarrollo de la Artemia de agua dulce, se consideraron tres parámetros, la salinidad, conductividad y temperatura que son cruciales en el desarrollo de las especies acuáticas, aunque al ser *D. affinis* dulceacuícola no debe ser tan importante la salinidad, esta se consideró dentro del diseño pues en especies de peces marinos también se realiza larvicultura a las larvas. Sin embargo experimentalmente se corroboró que esta especie es netamente de agua dulce; debido a que se encontró una marcada diferencia, porque solamente en salinidades de 0 UPS se observaron quistes eclosionados con un promedio del 11,3% (Tabla 1). Con la prueba de ANOVA se encontraron diferencias significativas (p -valor 0,0144) entre los tratamientos usados, es decir que la salinidad del medio es un factor determinante en la eclosión de los quistes de *Dendrocephalus sp* (Figura 20), con la prueba de Múltiples Rangos (Tukey HSD) se encontró que el tratamiento de salinidad 0 UPS es el que mejor ayuda en la eclosión (Figura 21).

En cuanto a la salinidad sobre la supervivencia de las larvas de *Dendrocephalus sp*, se encontró que a salinidades de 0 ‰ el porcentaje de larvas vivas fue del 25%, mientras que a 1,5 ‰ tan solo la supervivencia obtenida fue del 5% y a la mayor salinidad usada la mortalidad fue del 100% (Tabla 2). De acuerdo al ajuste del modelo de crecimiento poblacional, se seleccionó el modelo matemático Raíz Cuadrada de Y (en donde Y es la variable dependiente que en este caso es la supervivencia), en donde se encontró una correlación negativa (-0,59) entre los tratamientos y la supervivencia es decir que a medida que se aumenta la salinidad disminuye el número de larvas vivas. Gráficamente se observa que solamente el tratamiento con salinidades de 0 UPS se mantiene de cierto modo constante durante la línea de tiempo (Figura 22); en el de Análisis de Varianza de



Evaluación del uso como alimento vivo de la *Artemia de Agua Dulce Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial

Pendientes de Regresión (Figura 23), arrojo un *p-valor* de 0,040, de modo que la salinidad del medio tiene un efecto significativo en la supervivencia de las larvas de *D. affinis*. En donde a salinidades más bajas (0 PSU), se obtienen las supervivencias más altas.

Tabla 1. Datos del porcentaje de eclosión obtenido por el efecto de cambios en la Salinidad del medio.

Factor fisicoquímico	Porcentaje de eclosión
0 UPS	11,3
Salinidad 1,5 UPS	0
3 UPS	0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	256,889	2	128,444	9,32	0,0144
Intra grupos	82,6667	6	13,7778		
Total (Corr.)	339,556	8			

Figura 20. Análisis de Varianza realizado a los datos obtenidos por el efecto de la salinidad sobre la eclosión de quistes de *Dendrocephalus affinis*.

SALINIDAD	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1,5	3	0	X
3	3	0	X
0	3	11,3333	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Limites
0 - 1,5	*	11,3333	9,29911
0 - 3	*	11,3333	9,29911
1,5 - 3		0	9,29911

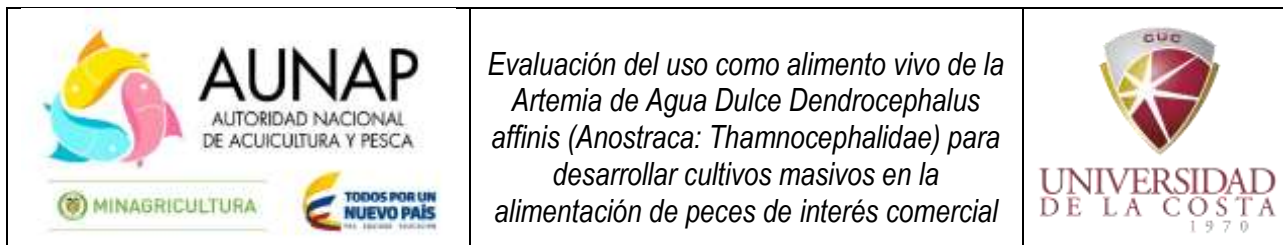


Figura 21. Prueba de múltiples rangos Tukey HSD, aplicada sobre los tratamientos del efecto de la salinidad sobre la eclosión de quistes de *Dendrocephalus affinis*.

Tabla 2. Datos del porcentaje de supervivencia obtenido por el efecto de cambios en la Salinidad del medio.

Factor fisicoquímico	% de supervivencia
0 PSU	25
Salinidad 1,5 PSU	5
3 PSU	0

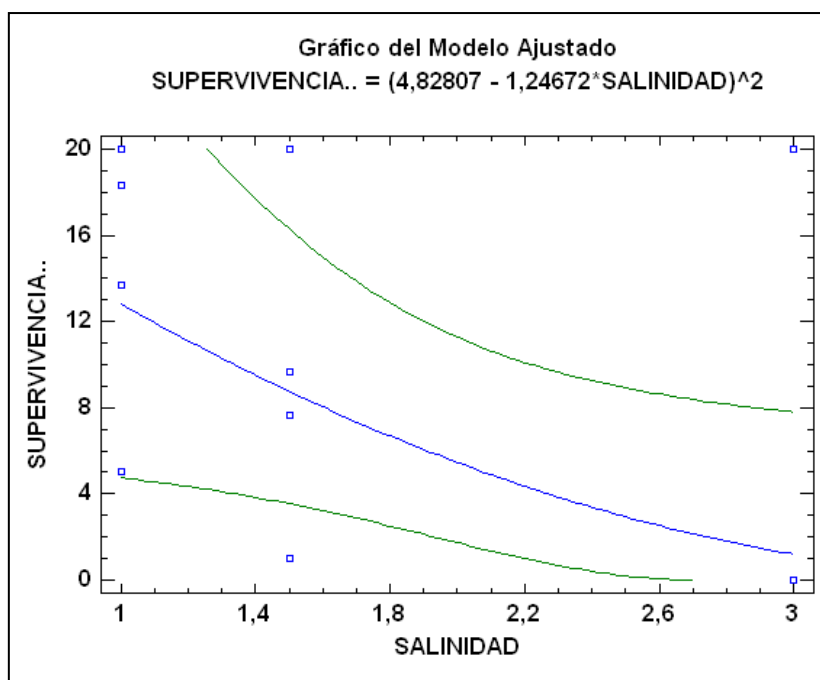
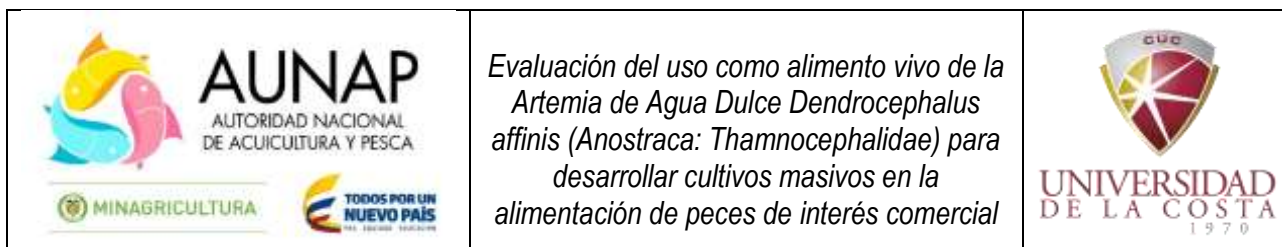


Figura 22. Curvas de supervivencia de las larvas de *Dendrocephalus affinis*, sometidas a cambios en la salinidad del medio, y curva del modelo matemático Raíz Cuadrada de Y.



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	13,4706	1	13,4706	5,54	0,0403
Residuo	24,2958	10	2,42958		
Total (Corr.)	37,7664	11			

Figura 23. Análisis de varianza. Datos de supervivencia de larvas de *Dendrocephalus affinis*, sometidas a cambios en la salinidad del medio.

De este modo, se realizó el ensayo de la eclosión y supervivencia ajustado a un modelo factorial 3*3, en donde los factores fueron la Temperatura y la conductividad, y los niveles fueron temperaturas de 25, 30 y 35°C y conductividad de 260 $\mu\text{S/cm}$, 650 $\mu\text{S/cm}$ y 1000 $\mu\text{S/cm}$. Encontrando que la mayor eclosión se obtuvo utilizando 30°C de temperatura y 260 $\mu\text{S/cm}$ de conductividad con un 60.3% ± 10 (Tabla 3), a estas mismas condiciones en donde se registró el mayor porcentaje de eclosión se calculó la tasa, para determinar el ritmo en que nacen los nauplios determinando que se ajusta a una curva sigmoidea propia de los anostracos (Figura 24), y tras 14 horas eclosionan el 100% de los nauplios que deberían eclosionar.

Tabla 3. Datos del porcentaje de eclosión a temperaturas de 25, 30 y 35°C y conductividad de 260 $\mu\text{S/cm}$, 650 $\mu\text{S/cm}$ y 1000 $\mu\text{S/cm}$.

Muestra	25°C- 260 $\mu\text{S/cm}$	25°C- 650 $\mu\text{S/cm}$	25°C- 1000 $\mu\text{S/cm}$	30°C- 260 $\mu\text{S/cm}$	30°C- 650 $\mu\text{S/cm}$	30°C- 1000 $\mu\text{S/cm}$	35°C- 260 $\mu\text{S/cm}$	35°C- 650 $\mu\text{S/cm}$	35°C- 1000 $\mu\text{S/cm}$
1	63	36	18	80	10	30	65	45	12
2	68	38	19	60	65	31	62	28	13
3	67	36	10	57	50	38	63	33	18
4	51	28	11	49	78	23	59	36	20
5	52	29	8	52	63	21	72	37	21
6	54	36	9	44	51	17	48	46	19
7	63	37	12	68	45	24	52	41	13
8	49	42	17	62	46	36	53	43	14
9	65	33	16	63	40	38	59	32	17
10	38	31	13	68	53	39	54	33	17
Promedio	57	34,6	14	60,3	50,1	29,7	58,7	37,4	16,4
Desv. Est.	9,2	4,1	3,7	10,0	17,1	7,6	6,8	5,8	3,0

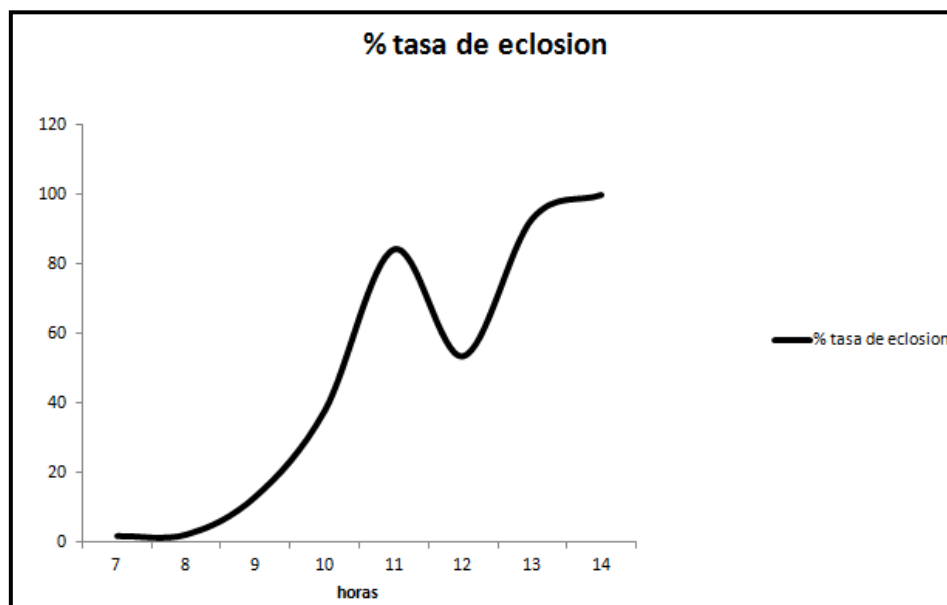
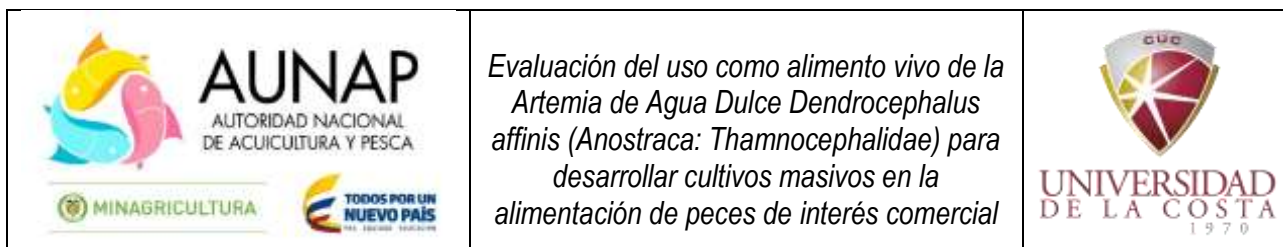


Figura 24. Comportamiento de la tasa de eclosión a lo largo del tiempo de los quistes de *Dendrocephalus affinis* a temperaturas de 30°C y conductividad de 260 μ S/cm.

Tabla 4. Tasa de eclosión de los quistes de *Dendrocephalus affinis* a temperaturas de 30°C y conductividad de 260 μ S/cm.

Hora	Número calculado de nauplios	Porcentaje de la tasa de eclosión
7	2367	1,93
8	2988	2,34
9	14678	13,29
10	38778	37,98
11	85700	84,33
12	59873	53,65
13	93884	93,14
14	103678	100

Primeros nauplios eclosionados	7h
10% de nauplios eclosionados	9h
50% de nauplios eclosionados	12h
100% nauplios eclosionados	14h



Evaluación del uso como alimento vivo de la *Artemia de Agua Dulce Dendrocephalus affinis* (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial

Para determinar el efecto sobre la supervivencia se utilizó el diseño factorial anteriormente descrito sobre las larvas, por un periodo de 5 días. Encontrando diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos p valor:0.0000 (Figura 25), al realizar la prueba a posteriori se determinó que aunque la temperatura posiblemente ejerza algún impacto sobre la variable supervivencia, realmente la conductividad es la decisiva en este parámetro pues es como se diferencian los grupos, siendo durante el ensayo las temperatura de 30°C y las conductividades mas bajas las variables que mejor respuesta ofrecieron.

Por lo tanto se determinó que la salinidad es un parámetro tensionante para el desarrollo de la vida de *D. affinis* y que las temperatura de 30°C es donde el metabolismo de la especie mejor responde y que a conductividades bajas se desarrolla mejor el ciclo de vida de la Artemia de agua dulce.

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18903,5	9	2100,38	17,14	0,0000
Intra grupos	8702,76	71	122,574		
Total (Corr.)	27606,2	80			



Figura 25. Análisis de varianza factorial a la supervivencia de *Dendrocephalus affinis* a temperaturas de 25, 30 y 35°C y conductividad de 260 μ S/cm, 650 μ S/cm y 1000 μ S/cm.

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
25°C-1000US/cm	8	13,0	X
30°C-1000US/cm	8	27,5	XX
25°C-650 US/cm	8	32,875	XX
30°C-650 US/cm	8	46,625	XX
25°C-260 US/cm	8	58,375	X
30°C-260 US/cm	9	67,3333	X

Figura 26. Prueba a posteriori de Tukey HSD realizada a la supervivencia de *Dendrocephalus affinis* a temperaturas de 25, 30 y 35°C y conductividad de 260 μ S/cm, 650 μ S/cm y 1000 μ S/cm.

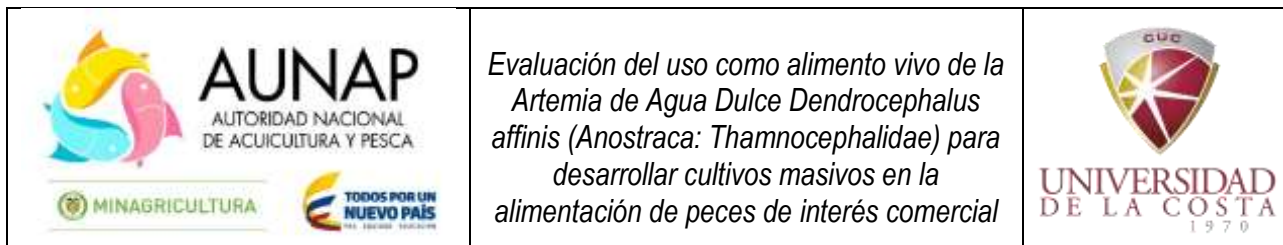
	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---

5.2 Comparación del uso de *Dendrocephalus affinis* vs., *Artemia Salina*, en su utilización como alimento

Se ha documentado que una de las necesidades actuales en la acuicultura es la producción de alimento vivo para peces y camarones, las principales consideraciones de este tipo de en la producción acuícola es que tenga valor nutricional importante, que sea palatable y tenga un tamaño apropiado para ser consumido (Torres et al., 2003; Lopes et al., 1998, Lopes y Santos-Neto, 2006, Gonçalves, 2001).

Atendiendo a este tipo de necesidades nuestros resultados brindan las primeras bases para estudiar en detalle las características de *Dendrocephalus affinis* como una alternativa de alimento vivo, los resultados de supervivencia de las larvas de Bocachico al realizar una prueba T sobre los resultados se encontró que no existen diferencias significativas entre las dos dietas (Figura 27), visualmente se observa con el grafico de cajas (Figura 28) que trabaja con las modas de los datos, que aunque no existen diferencias entre los tratamientos se observa una mayor incertidumbre con la dieta de *D. affinis* por lo tanto se requieren realizar trabajos más detallados del cómo debe ser usada.

Uno de los interrogantes que más preocupa al omento de utilizar una nueva fuente de alimento vivo es la calidad nutricional, para resolver este interrogante se realizó una comparación de la calidad nutricional de *D. affinis* vs Artemia, utilizando datos provenientes de la FAO para Artemia y del trabajo de Serna (2013) para la *Artemia de agua dulce*, aunque los datos reportados por este autor de perfil nutricional son para cepas obtenidas en campo, al comparar estos con el valor nutricional de la Artemia (Figura 29), se aprecia que para esta última los valores reportados por la FAO (1989) son más altos, no obstante estas referencias son de organismos cultivados en condiciones de laboratorio sujetos a una dieta enriquecida en ácidos grasos altamente insaturados (HUFA por sus siglas en inglés) y óptimas condiciones de digestibilidad que incrementa las propiedades nutricionales de la especie



(Léger et al., 1987). En contrastes, los organismos de *D. affinis* provenientes de campo y de laboratorio, no contaron con una alimentación diseñada para incrementar el valor nutricional.

Si bien especies del género *Dendrocephalus* (*D. brasiliensis*, *D. espartenova*) se han usado como alimento para peces y camarones (García et al. 2000, Carneiro et al., 2004, Yflaar y Olivera, 2003), sigue siendo incipiente la información sobre el valor nutricional. Por consiguiente es posible que el valor nutricional de *Dendrocephalus affinis* se pueda incrementar, principalmente en condiciones de laboratorio, si se suministra una dieta adecuada que para incrementar los niveles nutricionales de la especie y pueda ser implementada como alimento para peces y camarones de agua dulce.

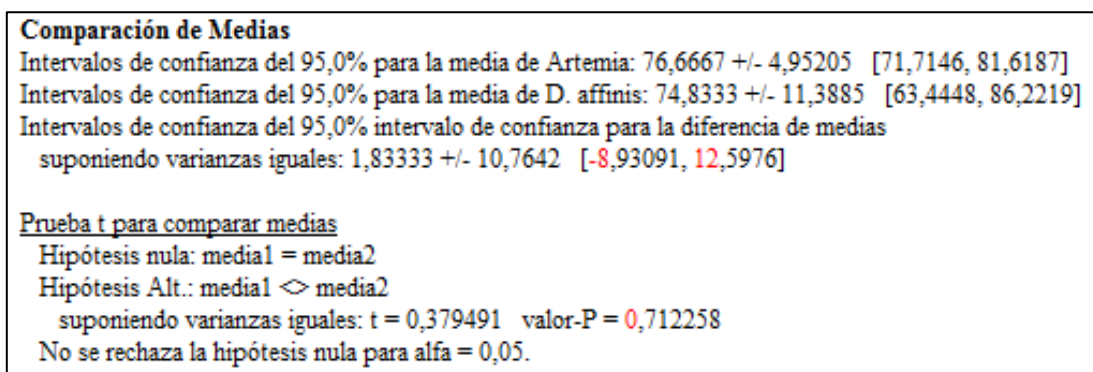


Figura 27. Prueba T para muestras independientes realizada a los datos de supervivencia de larvas de Bocachico, ante dietas de *D. affinis* y Artemia.

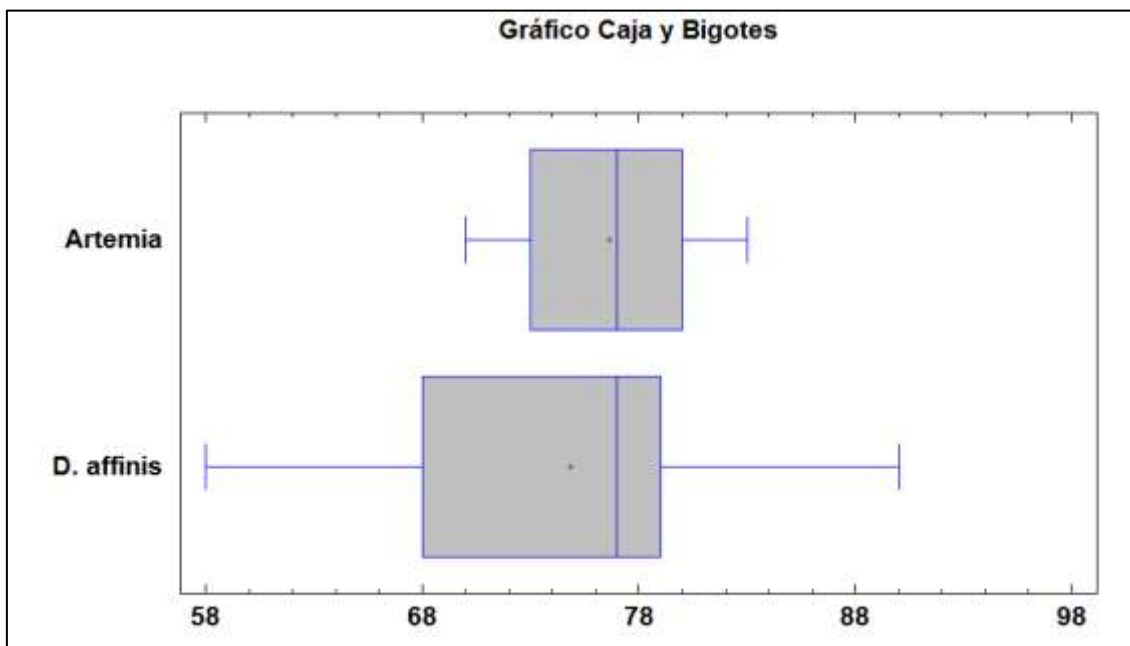




Figura 28. Gráfico de Cajas y Bigotes realizada con los datos de supervivencia de larvas de Bocachico, ante dietas de *D. affinis* y Artemia.



Compuestos	NAUPLIOS DE ARTEMIA (FAO)			MUESTRAS DE <i>D. affinis</i>	
	San Francisco	S. América	Canadá	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Humedad %	89,7	90,9	88,2	94	92,8
Proteína %	6,1	6,5	6,8	5,2	5
Grasa %	2	1,6	2,1	-	-
Ceniza %	1,2	1	1,5	0,7	0,53
Ca mg/g	0,23	0,24	0,41	0,008	0,003
Mg mg/g	0,44	0,2	0,68	0,012	0,005
P mg/g	1,33	1,21	1,44	0,522	0,520
Na mg/g	4,02	1,43	4,93	0,183	0,081
K mg/g	1,08	0,96	1,16	0,151	0,139
Fe µg/g	52,2	294,6	287,3	206	206
Zn µg/g	16,1	21,1	24,1	8	6
Mn µg/g	2,1	2,6	3,7	201	155
Cu µg/g	0,6	1,1	1,9	-	-

Figura 29. Comparación de la composición bromatológica de adultos de *Dendrocephalus affinis* y nauplios de *Artemia* sp, Tomado y modificado de Serna D, 2013.

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce Dendrocephalus affinis (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	---	---

6. BIBLIOGRAFIA

- Calviño, P. A. y R. Petracini. 2004. Artemia de Agua Dulce, mito o realidad?. BIBKA Suplemento No. 2. Killi Club Argetino.
- Carneiro, R., J. Silva, R. Albinati, E. Socorro y A. Neves. 2004. Uso do microcrustaceo branchoneta (*Dendrocephalis brasiliensis*) na racao para tucunaré. Rev. Bras. Saúde Prot. An. 5(1): 18-24.
- FAO. 1989. La producción de alimento vivo y su importancia en la acuicultura. Depósito de Documentos de la FAO. 90 p.
- García, J. V., S. Marcano y G. Pereira. 2000. Eclosión de quistes en dos especies de *Dendrocephalus* (Anostraca: Thamnocephalidae): de uso potencial como alimento en la acuicultura. Rev. Biol. Trop. 48: 145-149.
- Gonçalves, J. L. 2001. Remoção de algas via alimentação pelo microcrustáceo *Dendrocephalus brasiliensis* (Crustacea: Anostraca). Master's Thesis. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil, 64p.
- Gotelli, N.J. 1998. A Primer of Ecology. Sinauer.236 P.
- Léger, P., D. A. Benstson, P. Sorgeloos, K. L. Simpson y A. D. Bek. 1987. The nutritional value of Artemia: a revision. *Artemia Research and its Applications*, 3: 357-372.
- Lopes, J. P., N. L. A. Silva, G. J. A. Santos y R. A. Tenório.1998. Branchoneta - Uma notável contribuição à larvicultura e alevinagem de peixes carnívoros de água doce. *Panorama da Aquicultura*, 8: 31-34
- Lopes, J.P. y M.A. Santos-Neto. 2006. Piscicultura Ornamental: estudo compara o uso da branchoneta e da artemia na dieta do acará bandeira. *Panorama da Aquicultura*, 98: 56-59.

	<p><i>Evaluación del uso como alimento vivo de la Artemia de Agua Dulce <i>Dendrocephalus affinis</i> (Anostraca: Thamnocephalidae) para desarrollar cultivos masivos en la alimentación de peces de interés comercial</i></p>	
---	--	---

Serna, D. 2013. Aspectos ecológicos de *Dendrocephalus sp.* (Anostraca: Thamnocephalidae) y uso potencial en la acuicultura, en una charca temporal de la Guajira, Colombia. Tesis de Maestría. Universidad del Magdalena, Facultad de Ingenierías. Colombia. 80 pp.

Torres, J., García, J., Heredia, B., Pereira, G. 2003. Evaluación preliminar del uso de *Dendrocephalus sp* Anostraca: Thamnocephalidae) en la alimentación de larvas de *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae).CIVA (<http://www.civa2003.org>). 1030-1035.