

# RELACIÓN ENTRE EL DESARROLLO GONADAL DEL *CLARIASGARIEPINUS* Y VARIABLES CLIMÁTICAS EN LA CIÉNAGA DE ZAPATA.

*Andrés Hurtado*<sup>1</sup>, *Reynaldo Santana Aguilar*<sup>2</sup>, *Niliám Fernández Rosado*<sup>3</sup>, *Juliett González Méndez*<sup>4</sup>, *Jorge Luis Jiménez Hernández*<sup>5</sup>, *Victoria Fernández Vidal*<sup>6</sup> y *Dinorah Millán Caballero*<sup>7</sup>

1. Empresa Forestal Integral Ciénaga de Zapata. Carretera Playa Larga, km 30, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. [andres1.hurtado@nauta.cu](mailto:andres1.hurtado@nauta.cu)
2. Órgano CITMA “Ciénaga de Zapata”. Carretera Playa Larga, km 26, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. [santana@zapata.atenas.inf.cu](mailto:santana@zapata.atenas.inf.cu)
3. Centro Meteorológico Provincial de Matanzas. Milanés # 27 % Jovellanos y Matanzas. Matanzas, Cuba. [nilian.fernandez@mtz.insmet.cu](mailto:nilian.fernandez@mtz.insmet.cu)
4. Centro Nacional de Áreas Protegidas. Calle 18ª # 4114 / 41 y 47, Playa, La Habana. Cuba [juliett.mendez@snap.cu](mailto:juliett.mendez@snap.cu)
5. Órgano CITMA “Ciénaga de Zapata”. Carretera Playa Larga, km 26, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. [jimenez@zapata.atenas.inf.cu](mailto:jimenez@zapata.atenas.inf.cu)
6. Centro Meteorológico Provincial de Matanzas. Milanés # 27 % Jovellanos y Matanzas. Matanzas, Cuba. [victoria.fernandez@mtz.insmet.cu](mailto:victoria.fernandez@mtz.insmet.cu)
7. Órgano CITMA “Ciénaga de Zapata”. Carretera Playa Larga, km 26, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. [dmillan@zapata.atenas.inf.cu](mailto:dmillan@zapata.atenas.inf.cu)

## Resumen

Se evaluó cualitativamente la relación de variables climáticas con variables biológicas del pez gato africano, *Clariasgariepinus*, (Burchell, 1822), especie exótica invasora introducida en la Ciénaga de Zapata, Cuba. Para el estudio se tomaron mensualmente los datos morfométricos y reproductivos de una muestra de 30 a 35 ejemplares de claria, para un total de 404 individuos de los acuatorios de la Ciénaga de Zapata, desde marzo del 2015 hasta marzo del 2016. Se tomaron los datos de temperatura media mensual y de la lluvia mensual acumulada de las 5 estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca de alimentación del humedal Ciénaga de Zapata, para relacionarlas con la madurez sexual y el índice gonadosomático de las hembras de Clarias. Los resultados mostraron que existe relación de las variables reproductivas con las altas temperaturas ambientales y abundante lluvia, observándose un pico reproductivo en los meses de mayo a julio del 2015. Además, se produjeron respuestas ante las variaciones anómalas producidas por el fenómeno el Niño en los meses de diciembre del 2015 a febrero del 2016.

## Abstract

The relationship of climatic variables with biological variables of the African catfish, *Clariasgariepinus* (Burchell, 1822), an exotic invasive species introduced in the Ciénaga de Zapata, Cuba, was qualitatively evaluated. For the study, morphometric and reproductive data were collected monthly from a sample of 30 to 35 clariae, for a total of 404 individuals from the Ciénaga de Zapata aquaria from March 2015 to March 2016. Data were collected from monthly mean temperature and monthly cumulative rainfall of the 5 meteorological stations located in the watershed of the Ciénaga de Zapata wetland, in order to relate them to the sexual maturity and the gonadosomatic index of the Clarias females. The results showed that there is a relation of the reproductive variables with the high environmental temperatures and abundant rainfall, being observed a reproductive peak in the months of May to July of 2015. In addition, there were

responses to the anomalous variations produced by the El Niño phenomenon in the months of December 2015 to February 2016.

## INTRODUCCIÓN.

La introducción de especies exóticas invasoras y los efectos producidos por el cambio climático son considerados impulsores directos de la pérdida de biodiversidad global (Montes y Salas, 2007). A menudo, sus efectos se visualizan de manera separada aun cuando las investigaciones científicas sustentan lo contrario (Stachowicz *et al.*, 2002; Walther *et al.*, 2009; Britton *et al.*, 2010; Sorte *et al.*, 2010).

El pez gato africano *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), es considerado uno de las especies de peces tropicales más importantes para la producción acuícolas en muchas regiones de África, debido a su rápido crecimiento, alta fecundidad y resistencia a las enfermedades (Ayinla *et al.*, 1994, Anyanwue *et al.*, 2007). Tales características lo hacen, además, una especie de rápida colonización en áreas inundadas, ríos y embalses.

Esta especie fue introducida en Cuba con fines alimenticios (Villegas *et al.*, 2007), bajo regulaciones de uso intensivos en estaciones de alevinaje y granjas de ceba (MINAL, 2009). Sin embargo, ha tenido una amplia distribución en casi toda la isla gracias a la alta incidencia de eventos meteorológicos extremos, conectividad de cuencas hidrológicas y ausencia de controladores biológicos (Viña, 2008), siendo reportado por primera vez en la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata (RBCZ) en el año 2001.

Las inundaciones provocadas por las fuertes lluvias asociadas al huracán Michelle, la conectividad hidrográfica del humedal, y las características biológicas y ecológicas de la especie, facilitaron su rápida dispersión en este ecosistema.

Los estudios realizados por más de una década (2003-2014), han arrojado resultados alarmantes sobre el impacto de esta especie en la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera (CITMA, 2005; Kubota *et al.*, 2012) y coinciden con lo encontrado por Pérez-Osoria y Figueredo, 2013, en la Laguna Leonero, provincia Granma, Cuba. Por tales motivos, ha sido sometida a un intenso esfuerzo pesquero, llegando a convertirse en la principal captura por las brigadas de la Unidad Empresarial Básica (UEB) René Ramos Latour del Ministerio de la Industria Alimenticia en la zona.

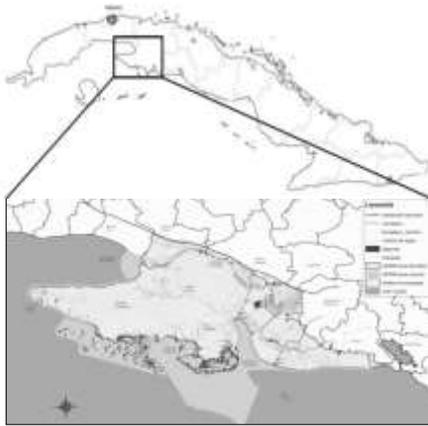
Los esfuerzos de los investigadores del área se han dirigido a describir el comportamiento reproductivo temporal de *C. gariepinus* y su relación con variables climáticas y ambientales del humedal a fin de encontrar resultados que permitan un mejor manejo adaptativo de la especie.

A pesar del trabajo de manejo ejecutado y no haberse hecho ninguna introducción de larvas ni alevines de la especie, la población del clarias en la RBCZ continúa siendo abundante y al practicar disecciones se pueden encontrar gónadas con diferentes estadios de desarrollo en distintos momentos del año, lo que demuestra que los ejemplares que llegaron desde la parte alta de la cuenca han tenido éxito reproductivo en este ecosistema.

Teniendo en cuenta estos aspectos el objetivo de nuestro trabajo es describir el comportamiento reproductivo temporal de *C. gariepinus* y su relación con variables climáticas y ambientales del humedal, a fin de encontrar resultados que permitan un mejor manejo adaptativo de la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Caracterización hidrológica del área de estudio.



La Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata, situada al sur de la provincia de Matanzas, posee una superficie marino-terrestre de 738 482 ha, donde habitan un gran número de especies de la flora y la fauna con alto valor para la conservación,

que la han hecho merecedora de categorías internacionales como Reserva de la Biosfera (2000), Sitio Ramsar (2001) y Área de Importancia para las Aves (2009).

El 75 % de su territorio corresponden a áreas inundadas, siendo el mayor sistema de drenaje cársico del país y uno de los más complejos e interesantes desde el punto de vista hidrológico (ACC, 1993).

### **Figura1. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata**

La cuenca de alimentación a la ciénaga occidental proviene de la vertiente norte, donde las aguas superficiales se originan en su mayor parte en las Alturas de Bejucal - Madruga - Coliseo. Esta abarca un área de 1516 km<sup>2</sup> y tributó el 53.24 % de los aportes de agua al territorio en el año 2000 (Petrova, 2008). El 91.59 % de estas aguas se infiltran a través de un sistema de ponores abiertos o difusos, con cotas de 15 a 20 m sobre el nivel del mar en áreas de la propia llanura. Durante la temporada lluviosa, además de las precipitaciones que ocurren en el humedal, la Ciénaga de Zapata recibe agua desde la parte alta de la cuenca, por lo que su dinámica está estrechamente vinculada con el comportamiento hidrológico de las cuencas vecinas (Petrova, 2008). Esta dinámica hídrica hace que el humedal, en esta época del año, se convierta en un gran embalse, facilitando la dispersión de la biodiversidad asociada a los acuatorios.

La lluvia promedio anual es de 1500 mm y la parte Noroeste de la ciénaga es una de las zonas más lluviosas del país, con un máximo de 1700 mm. Resulta junio el mes más lluvioso del año (300 – 500 mm) y diciembre el menos lluvioso (< 20 mm). En la Península de Zapata ocurren inundaciones periódicas en gran parte del territorio y se presentan cuando las lluvias alcanzan entre 500 – 700 mm en los meses de mayo – junio o septiembre – noviembre.

El evento meteorológico El Niño / Oscilación del Sur (ENOS), provocó una variación de los parámetros ambientales a finales del 2015. Según lo esperado, ocurrió en la temporada invernal (último trimestre del año 2015), un aumento de la temperatura media del aire. De igual forma, en ese periodo de escasas lluvias, ocurrió un incremento de la lluvia en la cuenca de alimentación de la Ciénaga de Zapata, que triplicó el promedio histórico de los últimos cuatro años (Figura 1).

### Estudios Biológicos

Los muestreos se realizaron con una periodicidad mensual y durante un año, en el período de marzo 2015 a marzo 2016. Las áreas de muestreos coincidieron con las zonas inundadas, canales y ríos donde se realiza la pesca comercial por los pescadores dulceacuícolas de la UEB René Ramos Latour del MINAL y pescadores particulares. Se muestrearon de 30 a 35 ejemplares, de la captura realizada en un día llegando a un tamaño muestral de 404 ejemplares de *C. gariepinus*.

El peso de los ejemplares capturados se obtuvo mediante una Pesa Digital DONSO, Modelo 393 de 50kg y graduación 50g; mientras que el peso de las gónadas se midió utilizando una pesa digital de 300 gramos y una graduación de 1g. Para las medidas de longitud se utiliza una cinta métrica de 150 cm. Las observaciones de las gónadas se hicieron mediante una lupa y estereoscopio de 10x y 30x, se accedió a la cavidad abdominal través de un corte longitudinal con una tijera de disección.

Se recogieron los siguientes datos:

Localidad de estudio.

Fecha.

Sexo.

LT: Largo total (cm). Desde el extremo anterior de la cabeza hasta el extremo de la aleta caudal

LS: Longitud estándar (cm). Desde el extremo anterior de la cabeza hasta la base de la aleta caudal

LC: circunferencia (cm). Por detrás de las aletas pélvicas

PT: Peso total (kg).

PG: Peso de gónadas (g).

Estadio macroscópico de desarrollo gonadal, de acuerdo a los criterios de la maduración del ovario descrita por Yalcinet al., 2001, que considera como ovarios maduros, del estadio III a VI.

Se calculó el índice gonadosomático (Ferrer y Orlando, 1988), para determinar madurez de las gónadas y posible época de desove de la especie en la laguna mediante la fórmula:

$$\%IGs = (PG/PT-PG) \times 100$$

donde:

$$\%IGs = \% \text{Índice gonadosomático}$$

PG = Peso de las gónadas

PT = Peso total del individuo

Se midieron los estadios de maduración sexual de toda la muestra y para las hembras de clarias, se graficaron los porcentos de maduración sexual con las variables meteorológicas lluvia y temperatura.

#### Estudios climáticos:

Se tomaron los datos primarios de la temperatura media mensual de la estación meteorológica de Jagüey Grande y Playa Girón, según lo reportado por el Centro Meteorológico Provincial de Matanzas, y el acumulado de lluvia caída en las estaciones meteorológicas ubicadas en los municipios de la cuenca de alimentación; Colón, Jovellanos, Unión de Reyes, Jagüey Grande y Playa Girón. Se sumaron los valores de la lluvia acumulada en las cinco estaciones meteorológicas y se relacionaron con el comportamiento de la temperatura media mensual. La temperatura se midió en grados Celsius (°C), y la lluvia en milímetros (mm). Los datos del estudio climático comprendieron desde enero del 2012 a marzo del 2016. Se totalizó la lluvia caída en las cuatro temporadas poco lluviosas, para determinar la ocurrencia de anomalías en el clima. Para el

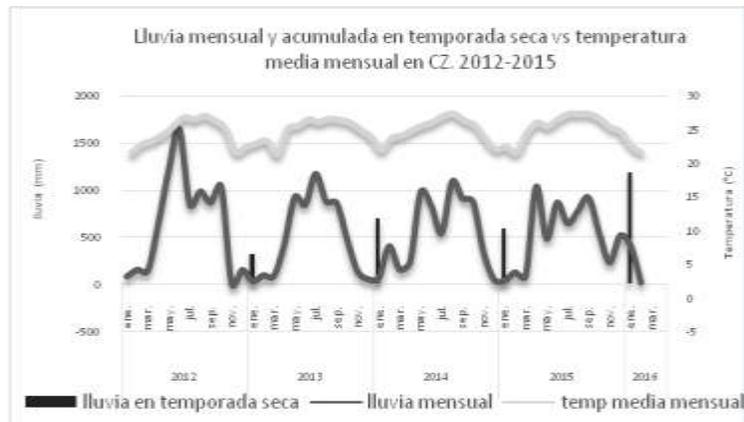
procesamiento de los datos primarios y realización de las gráficas se utilizó el programa Excel de Microsoft Office 2016.

Para una interpretación de las variables climáticas en la temporada del estudio de las variables biológicas del Clarias se graficaron los datos de la lluvia acumulada mensualmente en la cuenca de alimentación y la temperatura media mensual (Figura 3)

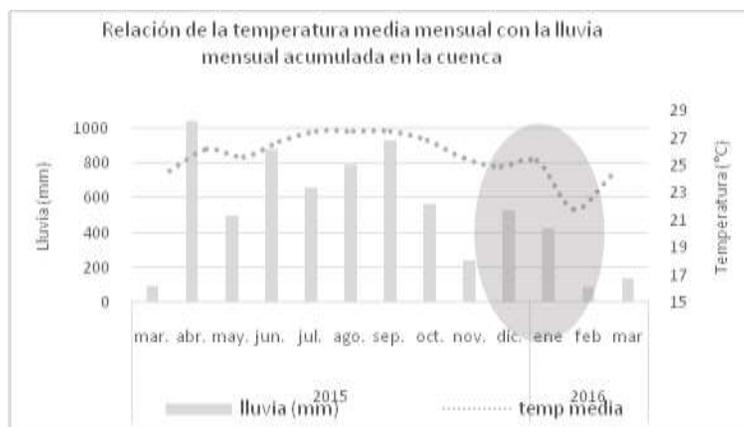
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

Monitoreo meteorológico:

Durante la temporada poco lluviosa 2015-2016, en los meses de diciembre y enero, ocurrió una anomalía climática producto al fenómeno meteorológico “el Niño” triplicando el acumulado de la lluvia caída en la cuenca de alimentación, respecto al promedio de los últimos cinco años (Figura 2). Un análisis del comportamiento de la temperatura media y la precipitación mensual se representa en la figura 3 , donde se muestra que los valores de temperatura estuvieron más elevados que lo esperado para la época invernal y se reportó un promedio mensual de unos 25 grados Celsius, cuando el promedio histórico de los últimos cinco años fue de 22,8 grados Celsius.



**Figura 2. Relación de las precipitaciones acumuladas por meses en época de seca con la temperatura media mensual en la Ciénaga de Zapata.**

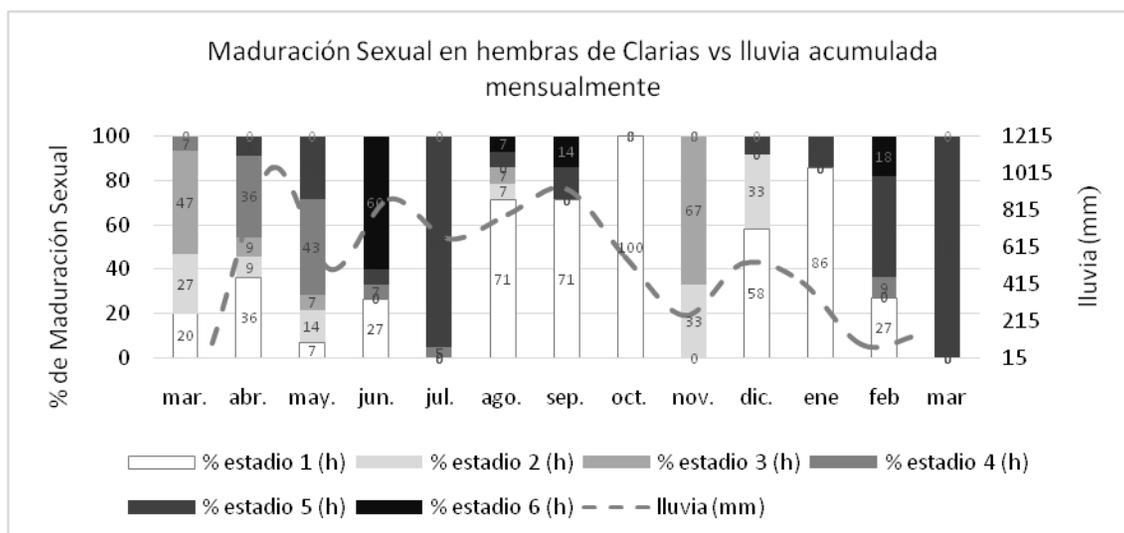


**Figura 3. Relación lluvia y temperatura media mensual en la cuenca de la Ciénaga de Zapata en el período 2015-2016.**

### Monitoreo biológico:

De los 404 ejemplares analizados de *C. gariepinus*, 248 correspondieron a machos y 156 a hembras. La proporción poblacional entre sexos fue de 1.59:1 (M: H).

La Figura 4 se muestra el porcentaje de maduración sexual de las hembras de la especie relacionada con la lluvia mensual.



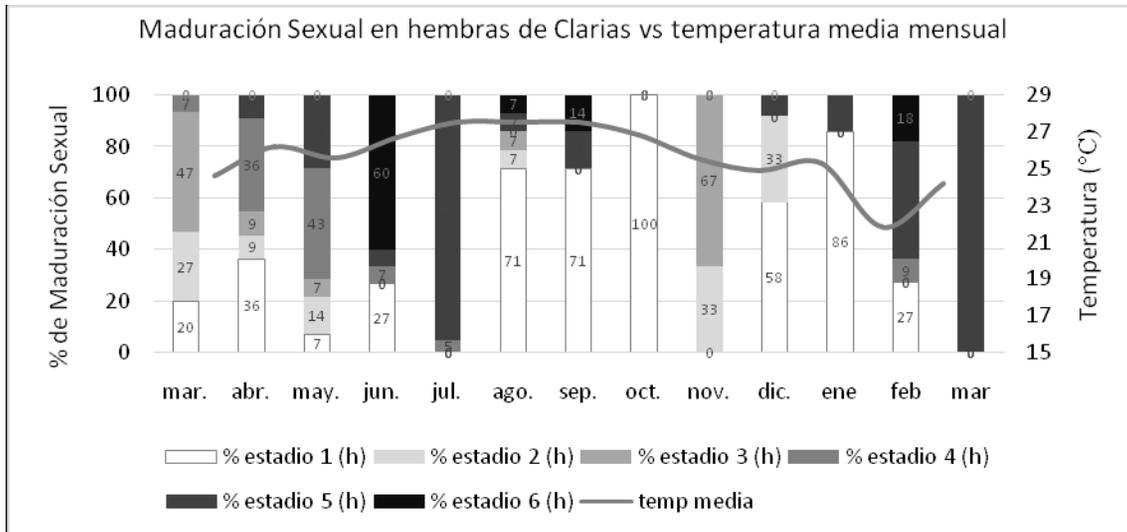
**Figura 4. Relación de la maduración sexual de *C.gariepinus* con la lluvia mensual en la cuenca Ciénaga de Zapata durante el período marzo 2015 - marzo 2016.**

En el periodo analizado (marzo 2015- marzo 2016) durante el mes de mayo, casi el 30% de las hembras muestreadas presentan estadio 5 de maduración sexual, y el mes de junio el 60% en estadio 6, coincidiendo con la temporada lluviosa, lo cual corrobora un desove correspondiente a la alta maduración sexual observada en el mes de mayo.

En julio, el 95% de las hembras estaban en estadio 5, lo que indica la ocurrencia de un segundo ciclo de maduración gonadal. En menor medida pudo haber ocurrido otros ciclos reproductivos hasta los meses de agosto y septiembre, donde aún persiste la temporada de lluvias y las altas temperaturas. Estos resultados coinciden con lo obtenido por otros autores (De Graaf *et al.*, 1996; Kubota *et al.*, 2012; Pérez-Osoria y Figueredo, 2013)

En plena temporada poco lluviosa, se observaron individuos en varios estadios de maduración sexual, que indica la relación del estado reproductivo de la población con el nivel de agua de los acuatorios, producto a las condiciones anómalas ocurridas en la temporada.

El análisis del comportamiento reproductivo se representa en la Figura 5, donde se destaca que al final del año hubo un aumento de 2,4°C por encima de la temperatura media mensual histórica para esa temporada, que facilitó unido a las condiciones ambientales para la reproducción *C. gariepinus* en la Ciénaga de Zapata.

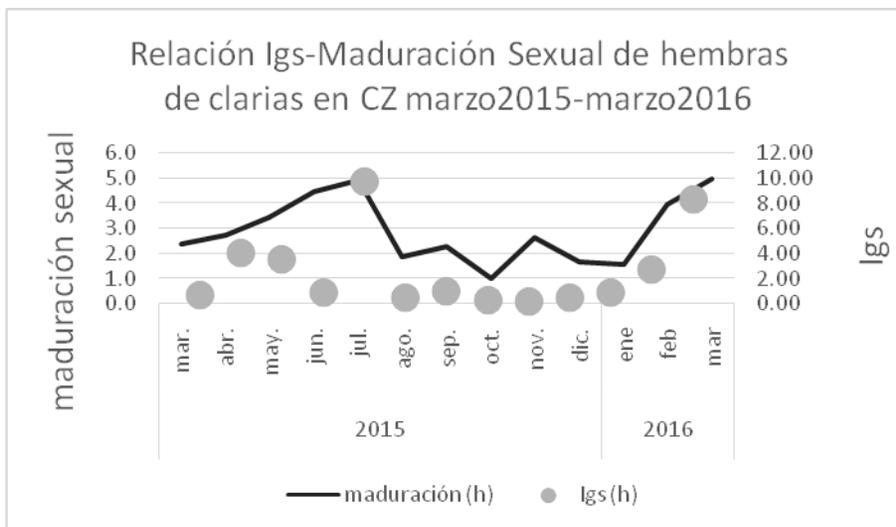


**Figura 5. Relación de las temperaturas con los estadios de maduración sexual en el período de marzo 2015 a marzo 2016 en la Ciénaga de Zapata.**

Los períodos reproductivos, aunque mantienen cierto rango, pueden ser variables localmente y de año en año, ya que responden a complejos factores ambientales relacionados con el clima, las precipitaciones, la temperatura, la abundancia de fuentes de alimentaciones estacionales o efímeras, entre otras. Por esta razón, los resultados expuestos no deben tomarse como patrones fijos establecidos, sino deben constituir tan solo puntos de comparación que sirvan de apoyo a otras investigaciones.

Análisis de la relación del índice gonadosomático con el estado de maduración sexual de las hembras de *C. gariepinus*.

En nuestro estudio encontramos que el índice gonadosomático aumenta en la medida que se incrementa la madurez de las gónadas hasta el estadio V, fue mayor en los estadios IV y V y menor en el estadio I, II, III y VI. El bajo índice Gonadosomático encontrado en el estadio VI indica la culminación de la ovulación y por ende la gónada vacía tiene menor peso (Figura 6).



**Figura 6. Relación del Índice gonadosomático con la maduración sexual de hembras de *C. gariepinus* en la Ciénaga de Zapata.**

La gráfica muestra que la temporada de pico reproductivo está comprendido entre mayo y julio donde las variables climáticas fueron las óptimas, lo cual coincide con lo obtenido por Pérez-Osoria y Figueredo 2013. Se destaca que, al finalizar el año en correspondencia con el aumento de los valores de lluvia y temperatura por encima de la media histórica, se reporta un aumento de la maduración sexual de las clarias.

Lo más importante observado en el comportamiento del clarias en este año de estudio fue, que la época de desove está muy relacionada con las condiciones ambientales idóneas, como son las abundantes lluvias que elevan el nivel de los acuatorios, las altas temperaturas que condicionan la maduración sexual y otros factores como la alimentación, como reportó en condiciones experimentales SikokiyIbimen el 2014.

#### CONCLUSIONES:

- 1- La población de *C. gariepinus* de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata, tiene una proporción sexual favorable a los machos.
- 2- Existe una estrecha relación de los valores de desarrollo gonadal de *C. gariepinus* con y las variaciones de las condiciones climáticas en la Ciénaga de Zapata.

#### RECOMENDACIONES

- 1- Mantener el monitoreo de las variables climáticas y biológicas relacionadas con el desarrollo de la Claria.
- 2- Establecer avisos sobre la posible desarrollo de la especie en correspondencia del comportamiento del clima.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Academia de Ciencias de Cuba (ACC) e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC). 1993. Estudio geográfico integral: Ciénaga de Zapata. Publicaciones Servicios de Información y traducciones del ICGC: 225.
2. Anyanwu PE, Okoro BC, Anyanwu AO, Matanmi MA, Ebonwu BI, Ayabu-Cookey IK, Hamzat MB, Ihumekpen F, Afolabi SE. 2007. Length–Weight relationship, condition factor and sex ratio of African mud catfish (*Clarias gariepinus*) reared in indoor water recirculation system tanks, *Research Journal of Biological Sciences*, 2(7): 780-783.
3. Ayinla OA, Kayode O, Idoniboyi-Obu TIE, Oresgun A, Adindu VE. 1994. Use of tadpole meal as a substitute for fish meal in the diet of *Heterbranchus longifilis* (Geoffrey St. Hillaire, 1809), *Journal of Aqua. Trip.*, 9: 25-33.
4. Britton, J.R., J. Cucherousset, G.D. Davies, M.J. Godard, y G.H. Copp. 2010. Non-native fishes and climate change: Predicting species responses to warming temperatures in a temperate region. *Freshwater Biol.* 55:1130-1141.
5. CITMA Matanzas. 2005. Informe de la Ciénaga de Zapata (Reserva de la biosfera y Sitio Ramsar). Sobre la introducción de Clarias en el territorio. (Inédito).

6. De Graff, G.; Janssen H. 1996. Manual de reproducción artificial y cultivo en estanques del pez Gato Africano (*Clariasgariepinus*) en Africa Subsahariana. Documento Técnico. FAO, 1996, No. 362, FAO. Roma. 73 p.
7. Gutiérrez, F. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. - Colombia. 156
8. Jiménez, *et. al* 2008. Plan Integral para el Ordenamiento, Sobre Bases Sostenibles de la Ciénaga de Zapata. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Septiembre, 2008.
9. Kubota *et. al.*, 2012. Uncontrolled Propagation of a Transplanted Aquaculture Catfish in Cuba and Its Utilization for Human Food.
10. MINAL (Ministerio de la Industria Alimentaria). 2009. Instrucción Ministerial. Anexo Plan de manejo de la especie *Clariasgarepinus* en cultivos de organismos acuáticos. Ministerio de la Industria Alimentaria.
11. Montes, C., Sala, O. 2007. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Ecosistemas, 2007/3. URL: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/512.pdf>
12. Pérez-Osoria y Figueredo, 2012. Morfometría de la especie invasora *Clariasgariepinus*(peces: actinopterygii) en la laguna Leonero, Granma, Cuba. ISSN 2071-9841. Versión impresa. Octubre, 2013. No. 6.
13. Petrova, V. 2008. Condiciones hídricas de la Ciénaga de Zapata. Tesis (en opción al grado científico Doctor en Ciencias).
14. Sikoki, F. D. and Ibim A. T.\* 2014. "The Effect of Environmental and Nutritional Manipulation On Year-Round Gonadal Development, Spawning And Recrudescence Of Female *ClariasGariepinus*Broodfish." *Advances in Life Science and Technology*. ISSN 2224-7181 (Paper) ISSN 2225-062X (Online) Vol.16, 2014.
15. Sorte, C.J.B., S.L. Williams y R.A. Zerebecki. 2010. Ocean warming increases threat of invasive species in a marine fouling community. *Ecology* 91 :2198-2204.
16. Stachowicz, J.J., J.R. Terwin, R.B. Whitlatch y W. Richard Osman. 2002. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates non-indigenous species invasions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99 (24):15497-15500.
17. Villegas, Z. A.; Pacheco, A. L.; Leyva, C. R.; Lage, E. O. y R. G.; González. 2007. Resultados iniciales de la biotecnología de cultivo del pez gato africano (*Clariasgariepinus*) en condiciones de producción en una estación de alevinaje. *Rev. prod. anim.*, 19 (1): 45-51.
18. Walther, G.-R., A. Roques, P.E. Hulme, M.T. Sykes, P. Pyšek, I.Kühn, M. Zobel, S. Bacher, Z. Botta-Dukát, H. Bugmann, B. Czúcz, J. Dauber, T. Hickler, V. Jarošík, M. Kenis, S. Klotz, D. Minchin, M. Moora, W. Nentwig, J. Ott, V.E. Panov, B. Reineking, C. Robinet, V. Semchenko, W. Solarz, W. Thuiller, M. Vilà, K. Vohland y J. Settele. 2009. Alien species in a warmer world: Risks and opportunities. *Trends Ecol.Evol.* 24 (12):686-693.
19. Yalcin et al., 2001. Yalcin, S., Solak, K. and Akyurt, I. 2001. Certain reproductive characteristics of the catfish (*Clariasgariepinus*Burchell, 1822) living in the river Asi, Turkey. *TurkishJournal of Zoology* 25: 453-460.