

## Rendimiento productivo de *Clarias gariepinus* alimentados con dietas alternativas

### Productive performance of *Clarias gariepinus* fed alternative diets

José Llanes-Iglesias<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Empresa Desarrollo Tecnologías Acuícolas. Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana. Cuba.

**Autor de correspondencia.** José Llanes-Iglesias. Empresa Desarrollo Tecnologías Acuícolas. Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana. Cuba. Email: jose@edta.alinet.cu

**Como citar:** Llanes-Iglesias J (2024) Comportamiento productivo de *Clarias gariepinus* alimentados con dietas alternativas. Tropical Aquaculture 2 (2): e5731. DOI 10.19136/ta.a2n2.5731

**License creative commons:** This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License 

**Artículo recibido:** 6 de Junio de 2024

**Artículo aceptado:** 20 de Diciembre de 2024

#### Resumen

Por la necesidad creciente de nuevas formulaciones de alimentos con ingredientes locales, se evaluó el comportamiento productivo de 72 juveniles de *Clarias gariepinus* (100.16 ± 1.72 g de peso inicial) alimentados con diferentes dietas durante el engorde. Se empleó un diseño completamente aleatorizado de tres tratamientos con tres repeticiones y la prueba estadística de Duncan al 5 % de probabilidad. Los tratamientos fueron el control (alimento comercial, AC) y dos dietas húmedas con subproductos de pescado y quebrado de frijol de soya y como fuente energética una con harina de yuca (HY) y otra con salvado de trigo (ST). Las cantidades de proteína bruta suministrada por pez fueron similares para el control y la dieta con harina de yuca (78.9, 77.0 y 88.4 g). El crecimiento no mostró diferencias entre las dietas (pesos finales de 291.43, 284.21 y 241.29 g). La conversión alimentaria se desfavoreció con las dietas húmedas (1.23, 1.81 y 2.21), mientras la eficiencia proteica fue igual para el control y la dieta con harina de yuca (2.41, 2.40 y 1.61). Las supervivencias resultaron 100 % para todos los tratamientos. El análisis económico mostró un ahorro monetario por concepto de alimentación con las dietas húmedas (\$ CUP 17,316 y 14,543), una vez que se elaboraron a base de subproductos disponibles en el territorio y no hubo una variación significativa de los indicadores zootécnicos. Se concluye que las dietas alternativas promovieron buenas tendencias productivas en juveniles de *C. gariepinus*, con efecto económico positivo.

**Palabras clave:** alimentación, bagres, local, subproductos, nutrición.

#### Abstract

Due to the growing need for new food formulations with local ingredients, the productive behavior of 72 juvenile of *Clarias gariepinus* (100.16 ± 1.72 g initial weight) fed with different diets during the fattening period was evaluated. A completely randomized design of three treatments with three repetitions and Duncan significance test at 5 % probability was used. The treatments were the control (commercial food, AC) and two humid diets with fishery by-products and broken soybeans and as energy source, one with cassava meal (HY) and the other with wheat bran (ST). The amounts of crude protein supplied per fish were similar between the control and cassava meal diet (78.9, 77.0 y 88.4 g). Growth did not show differences between the diets (final weights of 291.43, 284.21 and 241.29 g). The feed conversion was unfavorable with the humid diets (1.23, 1.81 y 2.21), while the protein efficiency was the same for the control and the diet with cassava meal (2.41, 2.40 y 1.61). Survivals were 100% for all treatments. The economic analysis showed monetary savings due to feeding with humid diets (\$ CUP 17,316 y 14,543), since they were made from by-products available in the territory and there was no significant variation in the zootechnical indicators. It is concluded that alternative diets promoted good productive behaviors in juveniles of *C. gariepinus*, with a positive economic effect.

**Keywords:** food, catfish, local, byproducts, nutrition.

## Introducción

El consumo mundial de pescado se incrementó significativamente en los últimos años y se prevé que continúe su crecimiento los próximos años. La acuicultura tiene un gran potencial para alimentar y nutrir la creciente población mundial, pero este crecimiento debe ser sostenible (FAO 2022).

El bagre africano, *Clarias gariepinus* es la principal especie de cultivo intensivo en Cuba, cuya producción llegó a 7 000 t anuales con un rendimiento promedio de 30 t /ha, destinadas al consumo de la población (Toledo *et al.* 2015). Es un animal omnívoro, depredador, con amplia variedad de alimentos que consume y de pocas exigencias de cultivo (Falaye *et al.* 2018). El estudio de Llanes *et al.* (2010) reveló que el uso de los subproductos pesqueros (SP) otorga alto valor nutricional para *C. gariepinus*, por lo que se establecieron como su principal alimento, pero por su nivel de humedad (70 - 80 %) fue necesario mezclar con alimento formulado a base de harinas vegetales para lograr mejor calidad física, aprovechamiento por el animal y reducir el deterioro de la calidad del agua.

En la actualidad Cuba tiene una compleja realidad económica que se ha encargado de asestar un duro golpe a la mentalidad importadora, la que cede terreno en buscar soluciones a muchos problemas en el tramado productivo del país. La dificultad principal es el sostenimiento alimentario de los cultivos intensivos de peces, sustentado durante años en la erogación de cientos de millones de dólares en la compra de materias primas convencionales y alimentos formulados. No contar con el financiamiento necesario, junto a la escalada de precios de los ingredientes convencionales que se utilizan en la elaboración de los alimentos formulados ha

obligado a la búsqueda de alternativas para encontrar propuestas sostenibles en el ámbito local.

Algunas opciones disponibles en la localidad son el quebrado de frijol de soya (QFS) procedente de la industria láctica que consiste en cáscaras y cotiledones quebrados de frijol de soya “full fat”; subproductos de la elaboración de leche y yogurt, la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y el salvado de trigo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de *C. gariepinus* alimentado con dietas elaboradas a partir de subproductos locales en la fase de engorde.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición de peces de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA) en La Habana, Cuba. La instalación cuenta con tanques circulares de cemento de 68 L de capacidad con flujo constante de agua de pozo (recambio de 100 % diario).

Los animales fueron procedentes del área de pre-engorde de la EDTA; estos se aclimataron en las instalaciones experimentales durante una semana. Al cabo de este tiempo se seleccionaron 72 juveniles de *C. gariepinus* ( $100.16 \pm 1.72$  g de peso inicial), los cuales se ubicaron al azar en nueve tanques (tres tanques por tratamiento y ocho peces por tanque), correspondiendo el tanque a la unidad experimental.

Los subproductos pesqueros empleados corresponden a cabezas y vísceras de tenca blanca (*Hypophthalmichthys molitrix*), de la industria de la EDTA, los cuales se molieron en un molino de carne (JAVAR 32, Colombia) a un tamaño de partícula de 5 mm. El quebrado de frijol de soya (QFS) fue

procedente del Complejo Lácteo de la Habana y la harina de yuca (HY) se elaboró con las raíces incluidas las cáscaras según la metodología de Valdivié (2022). Por su parte, el salvado de trigo se adquirió en los molinos de Regla en la Habana.

Para la elaboración de las dietas húmedas, los subproductos harinosos (QFS, HY y el salvado de trigo) se molieron en un molino de martillo criollo aproximadamente a 300  $\mu$ m. Las mezclas con los subproductos pesqueros se realizaron en una mezcladora (HOBART M-600, Canadá) durante 5 min y se almacenaron en recipientes plásticos con tapa a -10°C. Se suministraron húmedas y en forma de esferas. El control se correspondió con la formulación del alimento comercial de engorde de *Clarias*. Para su elaboración se molieron las harinas de pescado, soya y trigo en el molino de martillo aproximadamente a 250  $\mu$ m. Estas harinas junto al aceite, fosfato dicálcico y la premezcla vitamínica-mineral se mezclaron en la mezcladora HOBART M-600 durante 5 min y se adicionó 30 % de agua para su acondicionamiento. La peletización se realizó en el molino de carne JAVAR 32, a un tamaño de 5 mm y posteriormente los pellets se secaron a 60°C durante 48 h en una estufa (Selecta, España).

El análisis bromatológico se realizó a los ingredientes por triplicado según los métodos descritos por Latimer (2016) (tabla 1). La energía digestible (ED), se calculó utilizando los siguientes coeficientes calóricos: 3,00 Kcal/g para carbohidratos (no leguminosos) y 2,00 (leguminosos), 4,25 proteína animal, 3,80 proteína vegetal y 8,00 para lípidos (Toledo *et al.* 2015). La composición porcentual y proximal de las dietas se presenta en la tabla 2. Todos los días se tomaron los valores de temperatura y oxígeno disuelto con Oxímetro

digital portátil (HANNA®, Rumania). El cálculo de la cantidad de ración diaria fue por la tabla de alimentación para *C. gariepinus* (tabla 3), a la cual se le calculó el aporte de gramos de proteína bruta por kg de peso vivo para el control y estos aportes se consideraron para las dietas húmedas (HY) por las diferencias de proteína bruta (PB). Los alimentos se suministraron en dos raciones diarias durante 60 días. Cada 15 días se realizaron muestreos grupales para ajustar las raciones y al final del bioensayo se efectuó un pesaje individual a todos los peces para el cálculo de los siguientes indicadores productivos:

Alimento suministrado /pez (g) = Alimento añadido (materia seca) / Número de peces finales.

Proteína suministrada /pez (g) = Proteína suministrada /Número de peces finales

Ganancia de peso diario (g/día) = Ganancia de biomasa /Días de cultivo

Factor de Conversión Alimentaria = Alimento añadido (materia seca) /Ganancia peso.

Eficiencia proteica = Ganancia de biomasa /proteína suministrada.

Supervivencia (%) = No. Animales finales/ No. Animales iniciales x 100.

**Tabla 1.** Composición proximal de las materias primas experimentales para la alimentación de *C. gariepinus* (% en base seca).

Ingredientes	Materia seca	Proteína bruta	Extracto etéreo	Fibra bruta	Cenizas
Subproductos pesqueros	26.11	43.17	14.19	-	33.04
Quebrado de frijol de soya	88.25	37.05	15.21	11.60	2.75
Harina de yuca	87.26	2.50	0.35	4.56	3.63
Salvado de trigo	89.30	14.56	0.65	5.21	3.90

**Tabla 2.** Composición porcentual y proximal de las dietas experimentales para la alimentación de *C. gariepinus*.

Ingredientes	AC	HY	ST
Harina de pescado	10	-	-
Harina de soya	45	-	-
Harina de trigo	40	-	-
Aceite de soya	3	-	-
Fosfato dicálcico	1	-	-
P vitamínica-mineral	1	-	-
Subproducto pesquero	-	60	60
Quebrado de frijol de soya	-	15	15
Harina de yuca	-	25	-
Afrecho de trigo	-	-	25
Análisis calculado (% base seca)			
Materia seca	91.21	52.13	52.64
Proteína bruta	30.9	24.81	29.41
Extracto etéreo	4.94	11.12	11.51
Fibra bruta	4.37	3.96	5.73
Energía digestible Kcal /kg	2,720.26	3,925.55	3,900.19
Proteína bruta /Energía digestible.mg /Kcal	113.59	63.21	75.4

**Tabla 3.** Tabla de alimentación para *C. gariepinus* con dietas húmedas (% de la biomasa).

Peso promedio (g)	Requerimiento (g PB /kg peso)	Control	Dietas húmedas
100	1.25	4.0	10.2
130	1.2	3.8	9.8
150	1.1	3.5	9.0
200	1.0	3.2	8.0
250	0.85	2.7	6.9

### Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012). Los valores medios se compararon mediante la dócima de Duncan (1955) en los casos necesarios.

Se realizó análisis de varianza de clasificación simple. Se verificaron los supuestos teóricos del análisis de varianza para todas las variables a partir de las dócimas de Shapiro-Wilk (1965) para la normalidad de los errores y la dócima de Levene (1960) para la homogeneidad de varianza. Las variables cumplieron con los supuestos teóricos del ANOVA.

### Análisis económico

Se realizó según el procedimiento de Toledo *et al.* (2015). Se calcularon los costos de las raciones a partir de los precios brindados por el Dpto. de Economía de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA) (tabla 4). A los resultados se les sumó el 50 % del total de costos de materias primas, por conceptos de gastos adicionales (transportación, maquila y administrativos) para Cuba. Estos valores se multiplicaron por los valores de conversión alimentaria que se obtuvieron en este estudio, para conocer los costos de alimentación.

**Tabla 4.** Precios de las materias primas que se utilizaron en las dietas alternativas (\$ CUP /t) (1 dólar \$ US = 24,24 CUP).

Ingredientes	Valor
Pienso	30,000.00
Subproductos pesqueros	2,500.00
Harina de yuca	7,000.00
Salvado de trigo	5 800.00
Quebrado de frijol de soya	8 200.00

### Resultados y Discusión

La temperatura del agua en los tanques fluctuó entre 26.3 y 27.5°C, la concentración de oxígeno disuelto entre 5.3 y 6.8 mg/L y el pH se mantuvo entre 7.6 y 7.9. Estos valores se consideran de confort para el buen desempeño de la especie (Toledo *et al.*, 2015).

Las dietas húmedas mostraron buena atractabilidad y estabilidad física, las cuales fueron rápidamente capturadas por los animales que estuvieron en confinamiento. Esto puede indicar que las materias primas experimentales (quebrado de soya, harina de yuca y salvado de trigo) no aportaron elementos que disminuyeran la aceptabilidad por los peces. Además, la mezcla de los

subproductos pesqueros frescos con ingredientes secos a la proporción establecida pudo ser favorable para reducir la lixiviación de nutrientes y un mejor aprovechamiento de la ración por los peces (Toledo *et al.* 2015).

El quebrado de frijol de soya es una fuente de proteína viable, con altos niveles de PB y lípidos, aunque el contenido de fibra bruta fue alto por el nivel de cáscaras que presentó la materia prima. Durante el proceso de elaboración de la leche o yogurt, las temperaturas llegan a más de 100°C, lo cual pudo favorecer la eliminación de los inhibidores de tripsina.

Toledo *et al.* (2015) informaron que el frijol de soya tiene de 18.0 a 19.0% de lípidos altamente insaturados (21.8 % de C18:1, 51.1 % de C18:2 y 6.8 % de C18:3), valiosos componentes insaponificables y tocoferoles que actúan como antioxidantes naturales previendo la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados y brindando un considerable valor nutricional para la tilapia. Los autores también refirieron digestibilidades de materia seca de 63 %, proteína bruta de 88.6 % y lípidos de 96.5 % para la harina de frijol de soya en tilapia roja (*Oreochromis* sp), lo cual pudiera tener alguna similitud para *Clarias* por ser un pez omnívoro y de agua dulce.

La harina de raíz de yuca es una fuente de energía rica en almidón, con alto contenido de amilopectinas y posee entre 3 y 5 % de azúcares totales con predominio de la sacarosa. La raíz presenta dos glucósidos cianogénicos (linamarina y lotaustralina) que reciben la máxima atención, pues al hidrolizarse por la enzima linamarinasa, presente en la raíz, produce el ácido cianhídrico libre que puede intoxicar o causar la muerte de los animales, cuando superan los límites de ingestión permisibles de 150 ppm

para aves y cerdos. El principio básico para eliminar estos metabolitos secundarios consiste en moler la raíz, ponerla a orear durante 24 h al aire libre y posteriormente secar a temperaturas de 40 a 80°C que no destruye la enzima (Valdivie 2022). Metodología que se corrobora con los buenos resultados alcanzados en este estudio, donde los animales no presentaron intoxicación y no hubo mortalidad con la dieta HY. Otro aspecto para discutir es la relación proteína bruta – energía digestible (PB /ED) de las dietas húmedas (tabla 2). Los valores indicaron que el aporte de proteínas por los subproductos proteicos (SP y QFS) no fueron suficientes, una vez que las concentraciones de energía digestible resultaron mayores y por tanto propiciaron una relación PB/ED baja respecto a los requerimientos de la especie para el engorde (90 a 100 mg /Kcal, Toledo *et al.*, 2015). Lo anterior se atribuye a que los SP y el QFS tienen altos niveles de aceites lo cual limitan su nivel de inclusión por el exceso de energía que proporcionan a la ración. Además, del aporte de almidón de la harina de yuca y el salvado de trigo incluidos a altos niveles (47 % base seca). Orisasona (2018) solo pudo sustituir 56 % de la harina de pescado por harina de subproductos de aves en *C. gariepinus* por el alto nivel de grasa (26.66 %) que presentó esta fuente proteica. Para fabricar la harina de pescado (HP), la materia prima se cose y se extrae parte del aceite. De igual forma, al frijol de soya se le extrae el aceite y la torta resultante (0.5 – 0.8 % de aceite) es la que se utiliza en la alimentación animal; razón por la que se puede incluir a altos niveles en la ración. Por el contrario, las materias primas experimentales son subproductos de procesos industriales que deben tener baja manipulación

para favorecer su impacto económico en el cultivo.

Se encontró diferencias en las cantidades de alimentos suministrados por pez (tabla 5), donde los mayores valores corresponden a las dietas húmedas debido que fueron las de menores concentraciones de proteínas y por tanto se necesitaron mayores cantidades de materia seca para igualar el consumo de proteínas respecto al control. Por el contrario, las cantidades de proteína suministradas por pez fueron similares (tabla 5), entre el control y la dieta HY (harina de yuca) que fue el nivel de proteína que se consideró, por resultar el más bajo, para el cálculo de las raciones (tabla 2). Es importante resaltar que los subproductos pesqueros son muy atractivos y palatables para la especie, lo cual contribuye con el consumo total de las raciones húmedas que fueron mayores respecto al control.

**Tabla 5.** Resultados productivos de *C. gariepinus* alimentados con las dietas alternativas.

Indicadores	AC	HY	ST	±EE	P
Alimento suministrado/pez (g)	232.83 <sup>a</sup>	334.01 <sup>c</sup>	310.67 <sup>b</sup>	14.47	0.001
Proteína suministrada /pez (g)	78.88 <sup>a</sup>	77.00 <sup>ab</sup>	88.44 <sup>c</sup>	1.88	0.001
Peso final (g)	291.43 <sup>a</sup>	284.21 <sup>a</sup>	241.29 <sup>a</sup>	12.53	0.286
Ganancia diaria de peso (g/día)	3.19 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	0.24	0.283
Conversión alimentaria	1.23 <sup>a</sup>	1.81 <sup>b</sup>	2.21 <sup>c</sup>	0.14	0.001
Eficiencia proteica	2.41 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	1.61 <sup>b</sup>	0.14	0.007
Supervivencia (%)	100	100	100	-	-

Letras diferentes en la misma presentan diferencias estadísticamente significativas (Duncan,  $p < 0,05$ ). El alimento suministrado por pez y la conversión alimentaria se calcularon considerando los contenidos de materia seca.

Los crecimientos no presentaron diferencias entre el control y las dietas húmedas (tabla 5), lo que indica la calidad adecuada de los ingredientes experimentales, una vez que se corrigen las diferencias de proteína dietética

por el porcentaje de alimentación. Además, se evidencia un efecto de ahorro de proteínas, por el alto nivel energético de las raciones y una alta eficiencia de utilización de los aceites de pescado y soya, ricos en ácidos grasos poliinsaturados que son más fáciles de digerir que los saturados (Perea *et al.*, 2022).

Fernández (2021) informó que desde hace varios años se evalúan los subproductos de la pesca en la alimentación de peces, como alternativa de la HP, por la necesidad de encontrar materias primas con alto valor nutritivo y biológico. También, hizo énfasis en su contribución a la disminución de los costos de producción y la reducción de los efectos adversos en el medio ambiente; aspectos que se reafirman en los resultados de este trabajo con la utilización de los SP.

Correa *et al.* (2020), utilizaron los SP ensilados como alternativa en la alimentación de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*) y lograron resultados productivos alentadores. Esto puede respaldarse con las determinaciones de digestibilidad de materia seca, proteína y energía de 91.84 %, 84.20 % y 68.44 % de un hidrolizado de vísceras de trucha empleado en cachamas blancas (*Piaractus brachyomus*), lo cual demuestra la calidad nutricional de los SP y la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes (Perea *et al.*, 2022).

Numerosos estudios evaluaron la utilización de varias fuentes de proteínas alternativas a la HP en los alimentos para *C. gariepinus* con resultados diversos. Falaye *et al.* (2018) lograron sustituir el 100 % de la HP por harina de estiércol de gallinas ponedoras (34.6 % de proteína), cuando la ración se suplementó con 2 % de harina de hojas de albahaca (*Ocimum gratissimum*). También, Orisasona (2018)

consiguió suplir el 56 % de la HP por harina de subproductos de aves (51.41 % de proteínas y 26.66 % de grasa), mientras Nwana *et al.* (2019) y Ameenat *et al.* (2019) remplazaron el 30 % con harina de cabeza de camarón fermentada con levadura y 68 % con las harinas de las algas spirulina (*Spirulina platensis*) y clorella (*Chlorella vulgaris*), respectivamente.

Por otra parte, Omoike *et al.* (2019) determinaron que los subproductos de cebada de cerveza pueden remplazar hasta el 40 % del maíz en la ración de *C. gariepinus* sin afectar el comportamiento productivo, lo cual recomendaron utilizar siempre que estén disponibles como ingrediente adicional en la mezcla de alimentos o como complementario del alimento formulado para peces.

Las ganancias de pesos diarias (tabla 5) fueron superiores a las reportadas para la misma especie por Nwana *et al.* (2019), Ameenat *et al.* (2019) y los registrados a niveles productivos (2.3 g /día) en la Unidad de Desarrollo e Innovación “El Dique”, donde los organismos se alimentaron con ensilado ácido de subproductos pesqueros y alimento formulado a base de soya (27 % de proteína y 2,553 kcal /kg de energía digestible) según su directora (Z. Arbolea, 2024, comunicación personal). Esto evidencia que las dietas húmedas fueron viables para la alimentación de esta especie, cuando hay disponibilidad de las materias primas y se cubren los requerimientos absolutos de proteína bruta.

Las conversiones alimentarias se desfavorecieron con las dietas húmedas (tabla 5) por los menores niveles de proteína bruta y por tanto las mayores cantidades de alimento que se suministró a los peces para igualar el requerimiento absoluto (gramos de PB por kg de peso vivo), respecto al control y no afectar los crecimientos. Esto sugiere incluir otras

materias primas proteicas (subproductos cárnicos, semillas de oleaginosas, levaduras) para incrementar el nivel de proteína dietética y la relación PB/ED por encima de 90 mg /Kcal y de esta forma reducir las tasas de alimentación. Los valores alcanzados en este estudio con la HY (harina de yuca) fueron similares a los reportados con harina de estiércol de gallinas ponedoras (1,87) por Falaye (2018).

La eficiencia proteica (EP) revela la calidad de la dieta y el balance de sus aminoácidos esenciales. De ahí, que se utilice para evaluar la utilización y el recambio de proteínas (Falaye *et al.* 2018). Los peces alimentados con el control y la dieta húmeda con harina de yuca (HY) no presentaron diferencias en este indicador, lo que corrobora la eficacia de las fuentes de proteínas de las raciones húmedas (SP y QFS) y la yuca como fuente energética no proteica por su nivel de almidón (tabla 5), capaz de brindar la energía necesaria para disminuir la actividad de desaminación de aminoácidos con fines energéticos, que no estarán disponibles.

En cuanto, el salvado de trigo (ST) el valor de EP fue desfavorable y se puede relacionar con el alto nivel de inclusión (47,16 % en base seca) y, por tanto, de fibra bruta respecto a las harinas de trigo y yuca. La fibra bruta aumenta la velocidad del bolo alimentario por el tracto digestivo y por tanto disminuye la digestibilidad del resto de los nutrientes. En dietas comerciales los salvados se utilizan de relleno y su nivel de inclusión debe ser de 10 a 15 % (Toledo *et al.*, 2015). Los valores obtenidos en este estudio con las dietas húmedas fueron similares (1.75 a 2.04) a los reportados por Nwana *et al.* (2019) y superiores (0.79 a 1.11) a los informados por Omoike *et al.* (2019).

No hubo mortalidad de los juveniles de *Clarias* durante el periodo experimental (tabla 5). Esto evidencia que los diferentes subproductos experimentales no afectaron la supervivencia de esta especie, partiendo del hecho que en el caso de la harina de yuca por su nivel de ácido cianhídrico puede ser extremadamente toxico. Este compuesto termolábil pudo inactivarse totalmente durante el procesamiento, una vez que se realizó según la metodología de Valdivié (2022).

El análisis económico (tabla 6) mostró un ahorro monetario por concepto de alimentación con el empleo de las dietas húmedas cuando se elaboran a base de subproductos disponibles en el territorio sin mostrar una variación significativa del desempeño productivo de los animales. Estos resultados pueden amparar la disminución de las importaciones de materias primas convencionales, las cuales encarecen el precio de los piensos comerciales.

Se evidenció la posibilidad de incrementar la producción intensiva de *Clarias* a partir de materias primas disponibles en el territorio. Por consiguiente, se deben desarrollar proyectos que incentiven la producción eficiente y competitiva de yuca que, junto a los otros subproductos generados en el territorio, pueden impactar la producción de alimentos para peces. Para lograr este objetivo, es necesario disponer de altas cantidades de subproductos pesqueros y agroindustriales debido que estas dietas presentan 50 % de MS y es necesario utilizar altos porcentajes de alimentación, además de una logística (transporte y equipamientos) que permita el acopio y la correcta elaboración de las raciones.

Las dietas alternativas se elaboran a partir de subproductos agroindustriales y aunque siempre van a tener menor calidad que las harinas convencionales de los alimentos formulados, permiten disminuir las importaciones y garantizar una producción de pescado con recursos propios que contribuye con la soberanía y seguridad alimentaria. Verdegem *et al.* (2023), reportaron que desde el año 2000 la acuicultura se integró bien en el sistema alimentario mundial, pero su integración a los sistemas alimentarios locales sensibles a la nutrición, circulares y sostenibles debería convertirse en el principal impulsor del futuro desarrollo del sistema acuícola mundial.

**Tabla 6.** Resultados económicos de las dietas alternativas en *C. gariepinus* (\$ CUP/t).

Indicadores	AC	HY	ST
Costo de la ración	30,000.00	6,945.00	6,270.00
Costo de alimentación	40,500.00	23,184.00	25,957.00
Ahorro	-	17,316.00	14,543.00

## Conclusiones

Las dietas con subproductos pesqueros, quebrado de frijol de soya, harina de yuca y salvado de trigo promovieron buen desempeño productivo en el engorde de *C. gariepinus*, con efecto económico positivo.

## Literatura citada

- Ameenat, R., Olawale, J., Pozi, M., Norhidayah, T., Adamu, F., Asiata, K., Zazali, A. & Shaharudin, R. (2019). Partial replacement of fishmeal with *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* and its effect on growth and body composition of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Indian J. Fish* 66(4): 100-111. DOI: 10.21077/ijf.2019.66.4.87193-13
- Correa, C., Da Silva, T., Leonardo, A., Reis-Neto, R. & Enke-Shoffen, D (2020). Acid fish silage in the diet of pacu and tambacu reared at cold suboptimal temperature. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 55 (n. e 01653): 1-8. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01653>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. (2012). Infostat versión 2012. Grupo Infostat. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>. [Consulted: October 9, 2019]
- Duncan, D. B. (1955). "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1. ISSN: 0006-341X, <https://dx.doi.org/10.2307/3001478>.
- Falaye, A.E., Omoike, A., Oyebanji, B. O & Adiat, T. (2018). Effect of Poultry Hatchery Waste Meal supplemented with Clove basil leaf, *Ocimum gratissimum* as Replacement for Fish Meal on Growth Performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *African Journal of Fisheries and Aquatic Resources Management* 3: 1-7. ISSN: 2672-4200 (Online). [www.theajfarm.com](http://www.theajfarm.com)
- FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Fernández, A. (2021). Ensilados químicos y biológicos. Una alternativa de aprovechamiento integral y sustentable de los residuos pesqueros en Argentina. *Marine and fishery Sciences* 34(2): 235-262. <https://doi.org/10.47193/mafis.3422021010603>
- Latimer, G. W. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International*. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Levene, H. (1960). Robust tests for the equality of variance In: Olkin, I., *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, Stanford University Press, pp. 278–292, ISBN: 978-0-8047-0596-7.
- Llanes, J., Toledo, J., Lazo de la Vega, J. (2010). Evaluación de desechos de pescado frescos y ensilados en la alimentación de híbridos de *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 27(1):55-59. ISSN 0138-8452.
- Nwanna, L. C., Fagbenro, O., Boh, G., Afolabi, J. & Okiki, O. (2019). Growth Performance and Nutrient Utilization of African Catfish Fed Yeast Fermented Shrimp Head Meal in Replacement for Fish Meal. *African Journal of Resources Management Fisheries and Aquatic* 4:43-50. ISSN: 2672-4200 (Online). [www.theajfarm.com](http://www.theajfarm.com)
- Omoike, A., Falye, A. E., Ogunyemi, A. (2019). Use of Agro-Industrial Waste (Brewer's Dried Grain) to Substitute Maize in the Diet of African Catfish *Clarias gariepinus*. *African Journal of Resources Management Fisheries and Aquatic*, 4: 91-98. ISSN: 2672-4200 (Online). [www.theajfarm.com](http://www.theajfarm.com)
- Orisasona, O. (2018). Utilisation of A Poultry Wastes Meal as A Replacement for Fishmeal in Diets of *Clarias gariepinus*. *African Journal of Fisheries and Aquatic Resources Management* 3: 1-7. ISSN: 2672-4200 (Online). [www.theajfarm.com](http://www.theajfarm.com)
- Perea, C., Garcés, Y., Morales, Y., Jiménez, M., Hoyos, J.L. & Vivas, N. (2022). Digestibility of enzymatic hydrolyzates from animal origin viscera in *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 20(1):54-67. DOI: <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1606>
- Shapiro, S. S. & Wilk, M.B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4): 591–611, ISSN: 0006-3444. <https://dx.doi.org/10.2307/2333709>

- Toledo, J., Llanes, J. E. & Romero, C. (2015). Nutrición y alimentación de peces de aguas cálidas. *AcuaCUBA*, 17 (1): 5-22, ISSN: 1608-0467.
- Valdivié, M. (2022). Alternativas de alimentación para la producción de aves, cerdos y conejos en Cuba. Taller Producción de monogástricos. Memorias Convención Producción Animal y Agrodesarrollo. Del 10 al 14 de octubre 2022. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Matanzas, Cuba. ISBN: 978-959-7171-86-7.
- Verdegem, M. (2023). The contribution of aquaculture systems to global aquaculture production. *Journal of the World Aquaculture Society* 54 (2): 206-250.