



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Laboratorio de Acuicultura Tropical

EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO
COMERCIAL DEL PEJELAGARTO *Atractosteus tropicus*, LA
FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA Y SU CALIDAD
NUTRICIONAL.

TESIS

Para obtener el grado de
Maestría en Ciencias Ambientales

Presenta:

Ing. Fredy Acosta López

Director de Tesis:

Dr. Carlos Alfonso Álvarez González



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



Villahermosa, Tab., a 20 de Septiembre de 2016

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. FREDY ACOSTA LÓPEZ** egresado de la Maestría en **CIENCIAS AMBIENTALES** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO COMERCIAL DEL PEJELAGARTO *Atractosteus tropicus*, LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA Y SU CALIDAD NUTRICIONAL”**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

**M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado

Miembro CUMEX desde 2008

**Consortio de
Universidades
Mexicanas**
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: dirección.dacbiol@ujat.mx



Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN



SEPTIEMBRE 20 DE 2016

C. FREDY ACOSTA LÓPEZ
PAS. DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
PRESENTE

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO COMERCIAL DEL PEJELAGARTO *Atractosteus tropicus*, LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA Y SU CALIDAD NUTRICIONAL"**, asesorado por el Dr. Carlos Alfonso Álvarez González sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por el Dr. Rafael Martínez García, Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez, Dr. Carlos Alfonso Álvarez González, M. en C. Otilio Méndez Marín y Dra. Susana Camarillo Coop.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ
DIRECTORA

C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo



CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO COMERCIAL DEL PEJELAGARTO *Atractosteus tropicus*, LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA Y SU CALIDAD NUTRICIONAL"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 20 de Septiembre de 2016.

AUTORIZO



FREDY ACOSTA LÓPEZ

Dedicatoria

- ❖ A Dios porque me ha dado el conocimiento y la sabiduría, por a verme incluido en el bello mundo del saber, que sin Él nada de esto hubiera sido posible. Estoy seguro que me has sobre bendecido. Cantare al Señor porque él es bueno conmigo Sal. 13:6 (NTV).
- ❖ A mis padres, que los quiero grandemente, los cuales me han apoyaron en todo lo que he emprendido y por a verme dado la herencia del primer amor.
- ❖ A mis hermanos, por su amor incondicional, sin duda son parte de este logro académico.
- ❖ A mis amigos de Compañerismo Estudiantil (COMPA) y los de Ontheredbox Tabasco, que sin duda han sido de gran apoyo en este sueño logrado.

Pues la sabiduría entrará en tu corazón, y el conocimiento te llenará de alegría, las decisiones sabias te protegerán; el entendimiento te mantendrá a salvo Prov. 2:10-11. (NTV).

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A mi Soberano y Eterno Padre Celestial gracias te doy, por a verme dado el conocimiento y sabiduría, para culminar una de las metas más importantes de mi Vida. El temor a Dios es el principio del conocimiento. Prov. 1:7 (NVI).
- ❖ A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, por ver brindado las facilidades, para ingresar al programa de posgrado de la Maestría en Ciencias Ambientales, además de cada uno de los apoyos recibidos, que permitieron culminar los estudios y desarrollo del trabajo de investigación.
- ❖ Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por la beca de posgrado otorgada, para la formación de nuevos científicos.
- ❖ El agradecimiento al Dr. Carlos Alfonso Álvarez Gonzáles, por haberme brindado la oportunidad de trabajar con él y compartir sus conocimientos para culminar esta Tesis.
- ❖ Al Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez y al Dr. Rafael Martínez García, por las observaciones y sugerencias para el desarrollo de esta tesis, durante los tutoriales.
- ❖ A los miembros que conformaron el comité de revisión de tesis, la Dra. Susana Camarillo Coop, y M en C. Otilio Méndez Marín, el agradecimiento por las observaciones y sugerencias....
- ❖ Dichoso el que haya sabiduría, el que adquiere inteligencia. Porque ella es de más provecho que la plata y rinde más ganancias que el oro. Prov. 3:13-14. (NVI).

CONTENIDO

I. Introducción.....	1
II. Antecedente.....	3
2.1. Distribución y reproducción.....	3
2.2. Larvicultura de la especie.....	4
2.3. Dietas artificiales y densidad de siembra.....	5
2.4. Evaluación financiera.....	7
III. Justificación.....	9
IV. Objetivos.....	10
4.1 Objetivo general.....	10
4.2 objetivo específicos.....	10
V. Materiales y Métodos.....	11
5.1 Ubicación del experimento.....	11
5.2 Diseño experimental.....	11
5.3 Evaluación del crecimiento, índice hepatosomático y viscerosomático.....	11
5.4 Análisis proximales.....	12
5.5 Variables de crecimiento.....	12
5.6 Variables financieras.....	13
5.7 Análisis estadístico.....	13
VI. bibliografía citada.....	14
Artículo en extenso.....	20
VII.-Normas Editoriales de Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.....	44

I. INTRODUCCIÓN.

Los peces y otros productos de acuicultura, son una fuente importante de alimento a nivel mundial, tanto en zonas costeras como interiores; la acuicultura constituye una opción accesible de proteína animal para muchas poblaciones humanas. El crecimiento y desarrollo de la acuicultura, se ha visto beneficiado mediante los avances tecnológicos en los últimos años, permitiendo un incremento en la importancia de esta actividad (Gonzales *et al.*, 2011). Además, la acuicultura se percibe por muchos organismos implicados en la ayuda internacional contra el hambre, entre los que destaca la FAO (Food and Agriculture Organization), como una posible vía para la reducción de la pobreza, mediante proyectos y programas, que se han ejecutado con resultados variables (López, 2005).

De acuerdo a estadísticas de la FAO (2011), la producción acuícola ha crecido considerablemente en los últimos años y la pesca extractiva está decreciendo, ante la demanda futura de productos pesqueros, no se podrá acudir a la pesca extractiva como una solución sin causar daños a los ecosistemas marinos, lagos y ríos. En consecuencia, el aumento en la producción de alimentos de origen acuícola debe de provenir de la acuicultura, con la mejora de las líneas genéticas y el estudio de nuevas especies de importancia comercial. Por tanto, es necesario expandir la capacidad productiva de recursos acuáticos, incluyendo algas, peces moluscos y crustáceos.

El desarrollo de la acuicultura en Tabasco, se ha enfocado mayormente en especies introducidas. Sin embargo, en los últimos años se han incluido algunas especies nativas, con la intención de generar los paquetes tecnológicos que permitan desarrollar su cultivo. En el Estado se encuentra una amplia variedad de especies nativas de importancia económica, tales como, la mojarra tenguyaca (*Petenia splendida*), la mojarra castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*), la mojarra paleta (*Vieja bifasciata*) los robalos (*Centropomus* spp) y el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) siendo esta última especie de gran importancia en el Estado, ya que es utilizada en la cocina

tradicional tabasqueña, en artesanías y como pez de ornato tiene amplias posibilidades de ser incorporado en la acuicultura comercial (Farías, 2009; Carrillo, 2011).

Alrededor del mundo, una gran cantidad de estudios se han enfocado a la comprensión de la fisiología digestiva (conocimiento de la capacidad de crecimiento) de los peces, con el fin de desarrollar alimentos inertes diseñados para cada especie y estadio de desarrollo. Esto, con la finalidad de sustituir parcial o totalmente el uso de presas vivas (Iracheta, 2006). El estudio sobre la alimentación y nutrición de organismos acuáticos en cautiverio es de gran importancia, ya que este rubro representa en ocasiones más del 60% del costo de producción, por lo cual es importante conocer la factibilidad económica de cualquier cultivo de peces.

II. ANTECEDENTES

2.1 Distribución y reproducción

En México se distribuyen dos especies del género *Atractosteus*; el catán (*Atractosteus spatula*) en el norte de la vertiente del Golfo de México desde Tamaulipas hasta el estado de Veracruz, y el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Este último es un pez con caracteres muy primitivos de cuerpo largo y cilíndrico, de color verde y ligeramente grisáceo, cubierto de una sustancia mucilaginosa. La región ventral es blanca, a veces manchada de gris. Además presenta una serie de motas en el dorso y a lo largo de los costados. Sus escamas romboides, son muy duras y cubren todo el cuerpo (Chávez *et al.*, 1989), de las cuales, se cuentan de 42 a 48 escamas predorsales (Wiley, 1978). Las aletas de esta especie carecen de espinas; la dorsal y la anal son cortas y se sitúan muy atrás en el cuerpo; mientras que las pectorales y las pélvicas se localizan ventralmente. La aleta caudal es de tipo heterocerca, se observa redondeada y es ligeramente asimétrica. Sus vértebras se encuentran completamente osificadas y son opistocélicas, lo que le permite realizar movimientos rápidos y precisos indispensables para la depredación. Las mejillas están cubiertas por numerosas placas, las mandíbulas alargadas forman un hocico bordeado de dientes afilados y curvos hacia el interior, con los nostrilos en la punta del hocico (Wiley, 1978). En México ha sido reportado en la cuenca del río Coatzacoalcos en Veracruz, en las cuencas de los ríos Tonalá, Mezcalapa y Grijalva-Usumacinta para Tabasco, en el río Palizada del estado de Campeche y en dos cuencas más en Chiapas. Su distribución se extiende hacia Centroamérica: Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica (Astorqui, 1971; Reséndez y Salvadores, 1983; Bussing, 1987).

El ciclo reproductivo de la especie *A. tropicus* inicia cuando alcanza una talla de 48.5 cm en las hembras y 42.5 cm en los machos (Chávez *et al.*, 1989), otros estudios realizados indican que la talla mínima de madurez es de 36 cm (Reséndez y Salvadores, 1983). En lo que respecta a la temporada de reproducción Reséndez y Salvadores (1983), mencionan que la maduración gonádica inicia en abril y para junio se aprecian organismos maduros, a punto de desovar. Mientras

que Contreras y Alemán (1988) y Chávez *et al.*, (1989), señalan que la temporada se ubica entre los meses de junio, julio y agosto. Los trabajos sobre las inducciones hormonales de la madurez gonádica en el pejelagarto han mostrado resultados variables, utilizando la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG) se han obtenido algunos avances en el proceso de maduración gonadal (Pérez, 1995). Últimamente se han utilizado otras hormonas para la inducción de la madurez gonádica; tal es el caso de los análogos de los factores de gonadotropinas (des-Gly10 – (D-Ala6) LHRH etilamina; DAla6- LHRHa) los cuales se han aplicado en dosis de 35 µg/kg siendo altamente efectivas cuando se suministra en la temporada natural de reproducción de la especie (Hernández, 2002).

2.2 Larvicultura de la especie

La larvicultura en los peces, es la etapa más importante, ya que se puede presentar mortalidades elevadas sino existe un buen cuidado, al superar esta fase se puede lograr un ciclo de producción con éxito (Devresse *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 1996). Especialmente en la cría de larvas de peces marinos y algunos dulceacuícolas es necesario iniciar el esquema de alimentación con presas vivas debido a que las larvas son muy pequeñas y no presentan aún un estómago funcional que les permita digerir alimentos artificiales. Hernández, *et al.*, (1997). En la alimentación y nutrición del *A. tropicus*, se han realizado estudios sobre sustitución de alimento vivo, empleándose principalmente la sustitución de nauplios de *Artemia* por alimento artificial, evaluándose el crecimiento y supervivencia. Las técnicas desarrolladas para la crianza de larvas de *A. tropicus* implican la alimentación con presas vivas (alimentación exógena) durante los primeros 30 o 40 días después de la eclosión (DDE), por lo que es preciso establecer a la par del cultivo larvario, cultivos anexos de fitoplancton y/o zooplancton para garantizar la alimentación de las larvas. Por lo que, el costo en infraestructura, trabajo y energía se incrementan. Por otro lado, las presas vivas más utilizadas para el cultivo larvario se han restringido casi exclusivamente al uso de rotíferos y

Artemia, al ser fácilmente cultivables y alcanzar producciones masivas en corto tiempo lo que ha garantizado su suministro en la alimentación de las larvas.

El diseño de alimentos microparticulados en el crecimiento y supervivencia de larvas de pejelagarto *A. tropicus*, usando extractos multienzimáticos de larvas de tres edades (9, 15 y 31 días después de la eclosión), ha permitido obtener importantes avances en la alimentación durante la Larvicultura (Frias, 2009). Este autor evaluó 5 dietas, de las cuales dos de ellas fueron las mejores; harina de pescado (DP), harinas de cerdo y pollo con gluten de trigo (DR/T). Reportando que las dos dietas, DP y DR/T, tuvieron el mayor crecimiento y supervivencia (105 mm, 75% y 98 mm, 68% respectivamente) comparadas con el resto de los tratamientos. De esta manera, la utilización de alimentos diseñados en base a la fisiología digestiva permiten mejorar el crecimiento y la producción de juveniles de *A. tropicus*. García *et al.*, (1997), evaluaron la adaptación al consumo de alimentos inertes (pellets, glóbulos, pescado, hígado de res y combinado de pescado-glóbulos) en sustitución del alimento vivo para la cría de larvas y postlarvas de *A. tropicus*, concluyendo que las larvas lograron consumirlo y aceptarlo pero con un crecimiento pobre. Otros estudios realizados en larvas; García *et al.*, (1997), Rodríguez *et al.*, (1997), Hernández (1999), Márquez-Couturier *et al.*, (2005), y juveniles; López *et al.*, (2005), Álvarez-González *et al.*, (2007), muestran una mejor supervivencia con el alimento artificial (Silver Cup), obteniendo supervivencias mayores al 60% sin sustituir el alimento vivo en los primeros días de alimentación. Aguilar (2013). Reporto resultados que demuestran que el uso de microencapsulados para la alimentación de larvas de *A. tropicus* es factible, aunque se requieren más investigaciones para optimizar el diseño y aplicación.

2.3 Dietas artificiales y densidad de siembra

Los estudios sobre la alimentación y nutrición de organismos acuáticos son necesarios ya que este rubro representa en ocasiones más del 60% del costo de producción, si se pretende lograr que la acuicultura sea rentable, se requiere profundizar en los aspectos fisiológicos básicos

durante las etapas de desarrollo del cultivo (Tacon, 1993), Ramos *et al.* (2000), evaluaron la densidad de carga en el crecimiento y la supervivencia de juveniles de pejelagarto *A. tropicus*, en jaulas flotantes. Teniendo como resultado una buena aceptación del alimento artificial y una alta supervivencia; con respecto al peso, observaron que los ejemplares presentaban una tendencia a ganar peso cuando están en mayor densidad.

En el estudio de Márquez *et al.*, (2004b), se evaluó la alimentación de prejuveniles de *A. tropicus* con tres alimentos comerciales para trucha (Silver Cup). El primero, utilizando una dieta para reproductor con 45% de proteína y 10% de grasa. El segundo, suministrando un alimento para engorda con 38% de proteína y 10% de grasa. El tercero, dando una dieta de alevinaje con 45% de proteína y 16% de grasa. Como resultado obtuvieron que los peces alimentados con esta última dieta tuvieron los mejores valores en ganancia porcentual (95.7 %), ganancia en peso diario (0.19 %/d), tasa específica de crecimiento (7 %/d), factor de conversión alimenticia (1.16), tasa de eficiencia proteínica (2) y ganancia de proteína diaria (963 g/d). En todos los tratamientos la supervivencia fue mayor al 95%. La densidad de siembra en cualquier cultivo es primordial para obtener buenos resultados, ya que el crecimiento y conversión alimenticia, está directamente relacionado con el número de peces por metro cúbico, Jesús-Ramírez (2006), realizó un estudio de engorda de pejelagarto en jaulas flotantes en la laguna Miramar, reportando una densidad de siembra de 15 org/m³, concluyendo que esta densidad no afecta el crecimiento en los juveniles de *A. tropicus*. Cervantes *et al.*, (2006) propusieron la engorda de pejelagarto en jaulas flotantes, en una densidad de 60 org/m³, reportando que esta alta densidad está directamente relacionado con el crecimiento y homogeneidad de tallas, Carrillo (2011), reporto una densidad de siembra de 5 org/m³, en el crecimiento y engorda, en pilas de concreto, determinando que esta densidad favorece un rápido crecimiento en los juveniles.

2.4 Evaluación financiera

El desarrollo de la biotecnología de cultivo de una especie de importancia comercial, se deben considerar los perfiles de inversión, a fin de que los costos de construcción y producción lo justifiquen. Ya que el principal interés radica en las ganancias, más que en la producción. Esto implica otros factores además de la producción, como el monto de la inversión, las utilidades de la venta, el costo de la producción, el tiempo de recuperación de la inversión (Ramírez *et al.*, 2005). En este aspecto, Jesús-Ramírez (2006) evaluó la factibilidad de la engorda de juveniles de *A. tropicus* en jaulas flotantes, recomendando que es factible, ya que los organismos se adaptaron fácilmente a este tipo de sistema intensivo. A pesar de que el crecimiento no fue lo esperado, tuvieron buenos resultados. Recomienda que para engorda en jaulas flotantes que tengan un peso promedio inicial 100 g, pues, son los más adecuados para la siembra ya que presentan mayor resistencia al manejo, adaptación al ambiente y al tipo de sistema de cultivo. Gonzales *et al.*, (2011), evaluarán la factibilidad financiera de la producción de pejelagarto *A. tropicus*, analizando las variables de: valor actual neto (VAN), relación beneficio costo (B/C), y la tasa interna de retorno (TIR). Los resultados obtenidos, para este período, fueron: VAN \$ 119,825.00, B/C 1.08, y TIR 25.6%. Los indicadores para el cultivo en asociación fueron VAN \$ 629,254, B/C 1.43, y TIR = 145.0%. Hernández (2007) realizó un estudio sobre la viabilidad económica para el cultivo de especies nativas en el cual elaboró un programa de acuicultura extensiva y semi-intensiva con castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*) y mojarra colorada (*Vieja synspilum*). Las variables financieras que analizó, dieron como resultado, una VAN de \$12'180,420.00 M.N., TIR de 52.05%, y la relación B/C de 11.50, por lo que concluyó que el proyecto mantiene una estabilidad económica y que no existe contratiempo para la ejecución y recuperación de la inversión, Acosta (2012) estudio la factibilidad técnica y financiera de una unidad de producción de engorda de tilapia en el municipio de La Libertad Chiapas. Analizando las variables financieras; con un presupuesto de \$7'129,130, obteniendo un VPN de \$ 4'095,382.49 M.N. Y una TIR de 27%. La relación beneficio-

costo de 1.57. El Punto de Equilibrio en 2.96 años. De acuerdo con el análisis realizado por el software Intecplan®, indica que cuenta con un rendimiento financiero aceptable y una capacidad para sostenerse, al ponerse en marcha.

III. JUSTIFICACIÓN

La pesca y la acuicultura contribuyen a la seguridad alimentaria en tres formas principalmente. Incrementan directamente el suministro de alimentos, proporcionando proteínas animales de excelente calidad nutritiva. El pescado también resuelve el problema de falta de alimentos cuando hay escasez, además de que la pesca y la acuicultura ofrecen empleo e ingresos que las personas utilizan para comprar otros alimentos. De acuerdo a estadísticas de la FAO (2008), la producción pesquera ha disminuido considerablemente en los últimos años, por una sobreexplotación. Ante la demanda de productos pesqueros, no se podrá acudir a la pesca extractiva, como una solución sin causar daños a los ecosistemas marinos, lagos y ríos. La acuicultura se percibe como la alternativa para sustituir la demanda de los productos pesqueros, por lo cual es importante expandir la capacidad productiva de recursos acuáticos. El cultivo de especies nativas, como el pejelagarto, puede ayudar a recuperar este producto, ya que en los últimos años ha presentado una disminución de sus poblaciones, debido a la sobreexplotación pesquera y captura en la temporada reproductiva, por ser un producto de importancia turística, cultural y económica (Gonzales *et al.*, 2011). Siendo importante generar conocimiento, a través de amplios esfuerzos en la investigación sobre las especies acuáticas, basada en estudios sobre las densidades de cultivo y excelentes formulaciones de alimentos que satisfagan las necesidades nutrimentales de las especies cultivadas.

El estudio de la biología del pejelagarto *Atractosteus tropicus*, ha permitido desarrollar un paquete tecnológico de su cultivo. Sin embargo, existe carencia de información sobre la evaluación de la densidad óptima del cultivo y su impacto en la factibilidad económica. A pesar de que el pejelagarto, es una especie de alta importancia económica en el estado, a la fecha no existen estudios, para evaluar el potencial de rentabilidad del cultivo. En el presente estudio se pretende generar, conocimiento sobre la factibilidad económica del cultivo, generando información para los productores que cultivan esta especie y detonar el cultivo del *A. tropicus*.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

4.1. Evaluar el efecto de la densidad de siembra inicial sobre la calidad nutricional y la factibilidad económica financiera en la engorda comercial de pejelagarto *Atractosteus tropicus* cultivados en piletas de concreto.

4.2 Objetivos específicos

- Evaluar la engorda comercial de pejelagarto *A. tropicus* en tres densidades de siembra (10, 14, 16 peces/m³), utilizando el alimento "Super", diseñado para la especie en base a su fisiología digestiva.
- Determinar el índice hepatosomático, viscerosomático y la calidad nutricional (proteína, lípidos y energía) del músculo de pejelagarto cultivados a tres densidades.
- Describir las variables económico-financieras (Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN), Relación Beneficio-Costo (B/C), Punto de Equilibrio (P/E) en las tres densidades de siembra del pejelagarto.
- Evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la producción y factibilidad económica de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) cultivado en estanques de concreto.

V. Materiales y Métodos

5.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la granja acuícola Tilapia Azul Acuicultura S.P.R. de R.L., ubicada en la carretera Emiliano Zapata – Balancan Tabasco. Los organismos serán obtenidos del Laboratorio de Acuicultura Tropical de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). A partir de un desove de los reproductores, las larvas obtenidas se les dieron crecimiento, en un sistema controlado hasta alcanzar la tallas promedio de los juveniles de 9.09 ± 1.53 g.

5.2 Diseño experimental

En esta investigación se utilizaron seis piletas de concreto de 15 metros de largo por 3 metros de ancho y 1.20 metros de profundidad, con una capacidad de 45 m³. La evaluación del crecimiento y rentabilidad económica se realizó en tres densidades de cultivo 10, 14 y 16 org/m³, con dos replicas, los peces fueron transportados del Laboratorio de Acuicultura DACBIOL-UJAT, al lugar del experimento y aclimatados en los estanque de concreto durante 15 minutos antes de su liberación, durante la engorda, los peces fueron alimentados con el alimento fabricado para pejelagarto Súper de la empresa Consorcio Súper S.A. de C.V. en Guadalajara, Jalisco, el cual fue diseñado a partir de estudios previos, con juveniles en base al estudio de la fisiología digestiva de pejelagarto. Los peces fueron alimentados utilizando el 4 % de la biomasa por pileta, dividida en cuatro raciones diarias (9:00, 12:00, 15:00 y 17:00 h).

5.3 Evaluación del crecimiento, índice hepatosomático y viscerosomático

El experimento tuvo una duración de 6 meses, realizando biometrías mensuales, por el método de muestreo ha lazar, tomando una muestra representativa del 10% de la población, tomado datos de longitud total, utilizando un ictiómetro convencional y el peso individual con una balanza digital marca ® Torrey, de acero inoxidable, con capacidad de 10 kilogramos, al finalizar el experimento se sacrificaron 5 organismos, para determinar el índice hepatosomático, (IHS):

$IHS=(Ph(g)\times 100/Pp(g)$, donde Ph=Peso del hígado (g), y Pp=Peso del pez (g). Índice viscerosomático (IVS): $IVS=(Pv(g)\times 100/Pp(g)$, donde Pv=Peso de las vísceras (g) y Pp=Peso del pez (g).

5.4 Análisis proximales

El análisis aproximado y calidad nutricional se evaluó al finalizar la engorda, obteniendo muestras del músculo de los peces, las muestras tomadas fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Acuícola de la Universidad Autónoma de Baja California, para realizar los análisis químicos proximal del músculo. El contenido de la humedad se determinó secando las muestras a 105 °C por 12 horas hasta peso constante, la proteína total (N x 6.25) se determinó por el método de micro Kjeldahl (AOAC, 1995); las cenizas se obtendrán calcinando las muestras a 550 °C durante ocho horas (AOAC, 1995). Los lípidos del músculo se determinaron por medio de la técnica Soxhlet (extracción éter de petróleo). El contenido calórico total de la muestra seca, del músculo del pez, se calculará a partir de su porción proximal y con base a los valores calóricos de referencia para la proteína (23.6 KJ g⁻¹), lípidos (39.5 KJ g⁻¹) y carbohidratos (17.2 KJ g⁻¹), (Bureau *et al.*, 2002).

5.5 Variables de crecimiento

Para conocer la respuesta productiva de los organismos alimentados, con el alimento "Super" se calcularon las siguientes variables de índice de crecimiento. La Tasa Específica de Crecimiento (TEC): $TEC=[(\ln Pf - \ln Pi)/t]*100$, donde Ln Pi=Logaritmo natural del peso promedio inicial (g), Ln Pf=Logaritmo natural del peso promedio final y t es el tiempo en días. La Tasa Absoluta de Crecimiento: TAC (TAC)=Ac/Pg, donde Ac= Alimento seco consumido, Peso ganado en g. El Factor de Conversión Alimenticio (FCA): $FCA=Pa/Pg$, donde Pa=Peso del alimento consumido total, g y Pg=Ganancia en peso fresco del pez, g. La supervivencia (S) como el porcentaje de organismos vivos durante el tiempo del experimento por medio del conteo del total de los peces. $S=(Nf/Ni)*100$. Donde Ni=Número inicial de organismos, Nf=Número final de organismos.

5.6 Variables financieras.

Al final de la engorda, se determinaron las variables financieras, que propone Baca (2006), se utilizó el software Excel versión 2012. Las variables evaluadas son: TIR (Tasa Interna de Retorno), si el valor es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. $TIR = \sum_{t=1}^t [Rt ((1 + i)t^{-1})]$, donde "t" es el tiempo del flujo de caja, "i" es la tasa de descuento (la tasa de rendimiento que se podría ganar en una inversión en los mercados financieros con un riesgo similar) y "Rt" es el flujo neto de efectivo (la cantidad de dinero en efectivo, entradas menos salidas) en el tiempo t. VPN (Valor Actual Neto). El cual determinará si la inversión cumple con el objetivo básico financiero, $VPN = [\sum_{t=1}^n (Ft (1 + TIR))^{-t}] - I$, donde "Ft" es el flujo de caja en el periodo t, "I" es el valor del desembolso inicial de la inversión y "n" es el número de períodos considerado. La relación B/C (relación beneficio-costos) está ligada con los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se invierte, $B/C = [\sum_{i=0}^n Vi (1 + i)^{-n}] / [\sum_{i=0}^n Ci (1 + i)^{-n}]$, donde "Vi" es el valor de la producción (beneficio bruto) y Ci=Egresos (i = 0, 2, 3,4 n).

5.7 Análisis estadístico

La evaluación de las variables de crecimiento y análisis químicos, se utilizó un análisis de varianza de una vía comprando entre las densidades de siembra, al cumplirse con los postulados de normalidad (K-S) y homocedasticidad (Levene) se utilizó la prueba a posteriori de Tukey. Los datos que no cumplieron con los postulados, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba a posteriori de Nemenyi. Para todas las pruebas se utilizó un valor de significancia de 0.05. Las pruebas se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA v. 7.0 y las gráficas con el programa Sigma Plot 10.

VI. Bibliografía citada

Astorquí, I. 1971. Peces de la cuenca de los grandes lagos de Nicaragua. *Revista de Biología Tropical*. Costa Rica. 19 (12): 7-57 pp.

Aguilera, G.C. 1999. Bases fisiológicas del desarrollo de larvas de catán (*Atractosteus spatula*) y perspectivas para su cultivo. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 40-56 pp.

Aristondo, M.E. 2009. Evaluación y análisis financiero para la producción de tilapia, en el municipio de Masagua, Escuintla; Ecuador. *Tesis de Maestría en Administración Financiera*. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. 20-44 pp.

Álvarez-González, C. A., Contreras W., Castillo K., Santana O., Gallegos R. 2007. Evaluation of commercial diets on tropical gar *Atractosteus tropicus* growth. In: *Memories of Aquaculture America 2007*. San Antonio, Texas, EUA. 835 pp.

Acosta, L.F., (2012). Factibilidad Técnica y Financiera de una unidad de producción de engorda de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el ejido Benito Juárez, Libertad, Chiapas; México. Tesis de licenciatura. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 17-26 pp.

Bussing, W. A. 1987. Peces de las lagunas continentales de costa Rica. Universidad de costa rica. San José. Costa Rica. 217 pp.

Bureau, D. P., Harris, A. M., Beven, D. J., Simmons, L. A., Azevedo, P. A., Cho, C. Y. 2000. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets aquaculture, 181: 281-291.

Baca, U. G. (2006). Evaluación de proyectos. Edit. Mc Gram- Hill interamericana. México D.F. 219-243 pp.

Bravo, G. C. M., Chalen, R.J.A., Bocca, F. 2009. Análisis económico-financiero de la reproducción y comercialización de la tilapia roja como una opción para la explotación. Publicado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, del Ecuador. 2-11 pp.

Contreras, W., Alemán L. 1987. Aspectos reproductivos y desarrollo embrionario del pejelagarto *Lepisosteus tropicus* (Gill) en el Estado de Tabasco. En Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología 34 pp.

Contreras, W., Alemán L. 1988. Aspectos reproductivos y características ecológicas del área de desove de *Lepisosteus tropicus*. En: Memorias de la semana de divulgación y video científico UJAT 1988. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 29 pp.

Chávez, M., Mattheeuws. A., Pérez, M. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura. INIREB-FUCID. Xalapa, Veracruz, México. 19-27 pp.

Contreras, S. W., Márquez G., 1989. Implementación del semicultivo de pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) en la comunidad del Espino municipio de Centro Tabasco. Informe técnico Secretaría de educación Pública C8703-382. México. 30 pp.

Contreras, W., Márquez, G., García, L. 1989. Habilitación de zonas pantanosas para el semicultivo del pejelagarto *Lepisosteus tropicus* una propuesta para el manejo del ecosistema. En: Primer Seminario sobre Acuicultura PEMEX-UJAT en el estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 15-19 pp.

Chávez, M., Mattheeuws, A., Pérez, M. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura. INIREB-FUCID. Xalapa, Veracruz, México 222 pp.

Contreras, R.J. (2008). Relación proteína/energía en juveniles de "Pejelagarto" (*Atractosteus tropicus*) empleando dietas semipurificadas. Tesis de licenciatura en Biología, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 9-11 pp.

Carillo, O.H.L. (2011). Evaluación del potencial acuícola de *Atractosteus tropicus* pejelagarto para la diversidad de la piscicultura Nacional. Publicado por la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología. 13-15 pp.

Cervantes, Q. A. C., Laguna, C. L. (2006). Evaluación económica, técnica y financiera para establecer una granja de pejelagarto. Tesis de Licenciatura. División Académicas de Económico-Administrativas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 35-45 pp.

Devresse, B., Candreva P., Léger P., Zorrueles P. 1991. A new artificial diet for the early weaning of seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Fish and Crustacean Larviculture Symposium. European aquaculture Society. Ghent Belgium 178-182 pp.

Espinosa, P. H., Ma. T. Gaspar., P. Fuentes. 1993. Listados faunísticos de peces III. Los peces dulceacuícolas mexicanos, [en línea]. México: Departamento de zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/lf3.html> [2014, 8 de mayo].

Flores, N. 1990. Breves consideraciones sobre el impacto ambiental de la piscicultura en jaulas flotantes. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Mérida. Universidad y Ciencia 7(14): 31-37.

Frías, Q. C. A. (2009). Diseño de alimentos microparticulados para larvas del pejelagarto *Atractosteus tropicus*, Gil 1863. Tesis de Maestría. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 34-49 pp.

FAO. 2011. Construcción de estanques para piscicultura en agua dulce, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

García, J., Márquez G., Páramo S. 1997. Utilización de alimento fresco y artificial en la sustitución de alimento vivo para la cría de larvas y postlarvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico. UJAT-DACBiol Tabasco, México, 61-64 pp.

González, E. J. M., Ramírez. A. O. Figueroa, H. E., Loera, M. J. 2011. Evaluación financiera de producción de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*): caso cooperativa de producción pesquera acuícola "EL PEJELAGARTO", S.C. DE R.L. Revista mexicana de agronegocios. Quinta Época. Año XV. Volumen 29. Julio-diciembre del 2011.

Hernández, VU., Márquez, G., Páramo, S., Hernández, S., Félix, V. 1997. Valor nutritivo de nauplios de (*Artemia spp*) y su uso en la larvicultura del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). En: Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico. UJAT-DACBiol Tabasco, México 65-68 pp.

Hernández, V. M. P. 1999. Nutrición acuícola en México, un reto ante el nuevo milenio. En: Álvarez, T. P., Guzmán A. M., Contreras V. S., Silva L. A. (Eds.) Memoria IV Reunión nacional de redes de investigación en acuicultura del 19 al 21 de octubre 1999. Cuernavaca, Morelos, 251-256 pp.

Hernández, G. S. 2002. Inducción al desove de pejelagarto *Atractosteus tropicus* mediante el uso de implantes hormonales GnRH-a. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México, 35-55 pp.

Hernández A.M.J. (2006). "Proyecto acuícola Los Guayacanes". Publicado por el Centro de Calidad para el Desarrollo Rural (CECADER). Palenque, Chiapas; México. 14; 47-54 pp.

Iracheta, T. 2006. Determinación de las principales enzimas digestivas y efecto de diferentes regímenes alimenticios en larvas de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Nuevo León, 65 pp.

Jesús, R. F. 2006. Evaluación de la factibilidad del cultivo de pejelagarto juveniles *Atractosteus tropicus* en jaulas flotantes: Laguna "Miramar" R/A. Pablo I. Sidar 2da Secc. Municipio, Centro Tab. Tesina. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 33 pp.

Jesús-Contreras, R 2008. Relación proteína/energía en juveniles de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) empleando dietas semipurificadas. Tesis de licenciatura. DACBIOL, UJAT, Villahermosa Tabasco, México. 70 pp. Gómez M., 1989. Reproducción del pejelagarto en estanquería rústica. Primer seminario sobre acuicultura PEMEX-UJAT en el estado de Tabasco. 13-14 pp.

Kim, J., Masse, K., Hardy R. 1996. Adult Artemia as food for first feeding salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture. 144: 217-226

López, F.A. 2005. Acuicultura como herramienta para el desarrollo. Tesis de Maestría. Con la Cooperación y Ayuda Internacional. ICEI (Instituto Complutense de Estudios Internacionales). Madrid, España. 5-10 pp.

Márquez, C. G. 2000. Biología y tecnología para el cultivo de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en el sureste de México. Memorias de la IV Reunión de Redes de Investigación en Acuicultura. SEMARNAP-INP-DGIC. Cuernavaca, Morelos 19-21 de Octubre de 1999. México: 265-268.

Márquez, G., García, T., Contreras, W., Álvarez, C. A. 2004. Efecto del alimento comercial sobre el crecimiento y la supervivencia de prejuveniles de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memorias XI Congreso Latinoamericano de acuicultura (ALA) México 2004. Villahermosa, Tabasco, México. 43 pp.

Márquez, C. G. 2004a. Cultivo de pejelagarto, tenguayaca, castarrica y mojarra paleta. Ejido Rivera de la corriente, Ranchería Rivera Gómez en el Municipio de Palizada, Campeche, México. Estudio de prefactibilidad técnica. Informe final. Laboratorio de Acuicultura de la División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México

Márquez, C. G. 2004b. Cultivo de pejelagarto, Tenguayaca, Castarrica y mojarra. Paleta. Sección Pochote en el Municipio de Emiliano Zapata, Tabasco, México. Estudio de prefactibilidad técnica. Informe final. Laboratorio de Acuicultura de la División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.

Márquez-Couturier, G., Álvarez, C., Contreras, W., Hernández U., Hernández, A., Mendoza, R., Aguilera, C., García, T., Civera, R., Goytortua, E. 2006. Avances en la alimentación y nutrición de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. pp. 446-523. En: Memorias del VIII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. UANL. Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.

Pérez, E. 1995. Efecto de la gonadotropina coriónica humana (GCH) en la maduración gonádica del pejelagarto *Atractosteus tropicus* Gill, 1823 en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Tabasco. México. 46 pp.

Reséndez, A., Salvadores M. 1983. Contribución al conocimiento de la biología del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) y la tenguayaca *Petenia splendida* (Günther) del Estado de Tabasco. *Biótica* 8(4): 413-426 pp.

Rodríguez, F, Márquez, G, Páramo, S. 1997. Utilización del uso de cladóceros y nauplios de *Artemia* en la alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico. UJAT-DACBIOL Tabasco, México 72-77 pp.

Rosenlund, G., Stoss, J., Talbot, C. 1997. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. *Aquaculture*. 155: 183-191pp.

Rivera, Y. O., Márquez G. 2001. Efecto de la densidad de carga en el crecimiento y supervivencia de larvas del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) bajo condiciones de laboratorio. En: Memorias de la Semana de Investigación y Divulgación Científica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco 433- 438 pp.

Ramírez, A.C., Rojas, A.V., Marcillo, F. (2009). Formulación y evaluación de un proyecto de inversión para operar una granja de tilapias en San Antonio (Playas-Prov. Guayas). Publicado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. 2-12 pp.

Tacon, A.G.J. (1993). Feed ingredients for warm water fish: fish meal and other processed feedstuffs. FAO Fisheries Circular. 845: 64 pp.

Wiley, E. O. 1976. The phylogeny and biogeography of fossil and recent gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). Misc. Publ. Univer. Kans. Mus. Nat. Publi., 64: 1-11 pp.

Zacarias, A., G. Márquez, S. Páramo, C. Bautista., L. Dorantes., I Candelario, A. Ramos. 1997. Supervivencia y crecimiento de juveniles de pejelagarto *Atractosteus tropicus* expuesto a fotoperiodo continuo en la etapa larval. En: memoria de la semana de investigación y divulgación científica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco 84-87 pp.

Zacarias, A., G. Márquez., S. Páramo., C. Bautista., L. Dorantes., I. Candelario, A. Ramos. (1997). Supervivencia y Crecimiento de juveniles de pejelagarto *Atractosteus tropicus* expuestos a fotoperiodo continuo en la etapa larval. En Memoria, semana de divulgación y video científico de la UJAT 1997. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. Pp 84-87.

Zacarias, S. A. (2003). Efecto del horario de alimentación en el crecimiento y supervivencia de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*, en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México 44-56 pp.

Efecto de la densidad de siembra sobre la producción y factibilidad económica de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) cultivados en estanques de concreto

Effect of the stocking density on the yield and economic feasibility of tropical gar (*Atractosteus tropicus*) culture in concrete tanks

Densidad de cultivo de pejelagarto *Atractosteus tropicus*

Fredy Acosta-López¹, Rafael Martínez-García¹, Susana Camarillo-Coop¹, Otilio Méndez-Marín¹,
Mario Alberto Galavíz-Espinosa², Carlos Alfonso Alvarez-González^{1*}

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, Villahermosa, Tabasco, 86139, México. *alvarez_alfonso@hotmail.com

²Facultad de Ciencias del Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), PO Box 76, Ensenada B.C., 22860, México.

Resumen

Se evaluaron tres densidades de siembra sobre la producción y factibilidad económica en el cultivo comercial del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. Los tratamientos consistieron en tres densidades, 10, 14 y 16 peces m⁻³, evaluadas por duplicado en estanques de concreto de 50 m³ por un periodo de 6 meses. Durante el estudio se evaluó el crecimiento, la supervivencia, índice hepatosomático (IHS), índice viscerosomático (IVS), rendimiento en canal, factor de conversión alimenticia, biomasa total, tasa de crecimiento absoluta, análisis químicos proximales de músculo, además de las variables económicas (TIR, VPN y Punto de retorno). Los resultados de los diferentes tratamientos, indican que la mejor densidad de siembra se presentó en el de 10 peces m⁻³, al

obtener un mayor crecimiento en peso promedio y longitud total promedio (193.64 ± 26.09 g y 33.83 ± 1.23 cm respectivamente). Sin embargo, en la densidad de 14 peces m^{-3} , se obtuvo una mayor biomasa (103.62 Kg) y un menor factor de conversión alimenticio (1.85 ± 0.21) comparado con las otras densidades. El análisis de las variables financieras mostró que al utilizar la densidad de 14 peces/ m^3 indica la mejor rentabilidad del cultivo, por lo que la engorda de *A. tropicus* se puede realizar en estanque de concreto con una densidad de 14 peces m^{-3} considerando un periodo de cultivo de 10 meses a partir de 9 g de peso promedio inicial y utilizando 40 estanques para la engorda.

Palabras clave: cultivo, engorda, factibilidad económica, densidad de siembra, pejelagarto.

Abstract

Three initial stocking densities were evaluated for total production and economic feasibility on commercial grow-out of tropical gar (*Atractosteus tropicus*). The treatments (stocking densities) were 10, 14 and 16 fish m^{-3} , cultured in 50 m^3 rectangle concrete tanks for six-month period. For the study, growth, survival, hepatosomatic index (IHS), visceral somatic index (IVS), harvest in channel, feed conversion rate, total biomass, absolute growth rate, chemical composition of the fillet, and variables of economic feasibility (TIR, VPN and Invest return point). Results showed statistical differences between treatments where the best density in terms of growth (average weight and total length) was for fish at a density of 10 fish/ m^3 (193.64 ± 26.09 g and 33.83 ± 1.23 cm respectively). However, fish cultured at a density of 14 fish m^{-3} , obtained the biggest total biomass (103.62 kg), and the lowest feed conversion rate (1.85 ± 0.21) compared with the other stocking densities. The analysis of the economic feasibility showed that 14 fish m^{-3} the highest revenue considering the culture for a period of 10 months starting with fish with 9 g initial average weight and at least 40 concrete tanks for commercial grow-out.

Keywords: culture, economic feasibility, grow-out, stocking density, tropical gar.

Introducción

En el sureste mexicano, la acuicultura ha surgido con gran potencial para el manejo de muchas especies de peces dulceacuícolas nativas, en el cual destaca el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) (Márquez-Couturier et al. 2006). Esta especie representa un recurso acuícola con amplias expectativas de comercialización en el sureste de México, particularmente Tabasco, lo cual ha permitido desarrollar tecnología de cultivo y escalarlo a nivel comercial en los últimos años. Sin embargo, la producción se ha visto limitada por diversos factores, como son la falta de capacidad técnica en el manejo de la especie y estudios que demuestren la factibilidad económica; en este aspecto, dentro del manejo técnico, es de suma importancia la evacuación del efecto de la densidad de siembra óptima, ya que es la base para lograr la rentabilidad durante el ciclo de cultivo (Frías-Quintana et al. 2010; Carrillo 2011); por tal motivo, es importante mencionar que para desarrollar el cultivo a escala comercial de *A. tropicus* desde hace varios años, se han realizado estudios sobre la nutrición, destacando los realizados en larvas donde se resolvieron los problemas relacionados a la producción de crías, así como los estudios sobre la fisiología digestiva (Frías-Quintana et al. 2015, 2016). En relación a los requerimientos nutricionales en juveniles por Márquez-Couturier et al. (2006) desarrollaron un alimento balanceado extruido en función de los estudios sobre la caracterización de enzimas digestivas (Guerrero-Zárata et al. 2014). Adicionalmente, con relación a la pre-engorda, se ha evaluado el cultivo experimental con tres alimentos comerciales para trucha (SCR con 45% de proteína y 10% de lípidos, SCE con 38% de proteína y 10% de lípidos, y SCA con 45% de proteína y 16% de lípidos), obteniéndose el mejor crecimiento e índices de calidad del alimento con el SCA al ser un alimento para alevinaje, el cual tiene un mayor porcentaje de lípidos (Márquez-Couturier et al. 2006; Huerta et al. 2009). Asimismo, Cervantes y Laguna (2006) realizaron la engorda de pejelagarto en jaulas flotantes, en una densidad de 60 peces m⁻³ en la Laguna del Viento, ubicada en la R/a. Boca de Chilapa, Centla, Tabasco, logrando excelentes resultados debido principalmente a la calidad de agua del sitio

seleccionado, por lo que se alcanzó 450 g de peso promedio en un periodo de 6 meses al utilizar alimento de trucha. Por otra parte, Carrillo (2011) reportó una densidad de siembra de 5 peces m⁻³, en el crecimiento y engorda en pilas de concreto, logrando crecimientos adecuados hasta talla comercial en un periodo de 7 meses a partir de peces de 110 g de peso promedio utilizando alimento de trucha. Así mismo, Jesús-Contreras (2016) evaluó el cultivo en estanques de concreto utilizando el alimento "Súper" (37 % de proteína y 8 % de lípidos) diseñado con base a la fisiología digestiva contra el alimento de trucha (Pedregal, 45 % de proteína y 16 % de lípidos), demostrando que es adecuado el uso de alimento diseñado, mejorando particularmente la calidad de la pulpa desde el punto de vista de la calidad nutricional y con un mayor rendimiento de carne. Desde el punto de vista de rentabilidad económica en *A. tropicus*, Martin et al. (2011) indicaron que los resultados del estudio de la evaluación financiera de la producción de pejelagarto favorables en estanques de concreto, lo que marca que esta especie es altamente rentable considerando la densidad utilizada. Por lo anterior, el presente estudio evaluó la engorda de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en estanques de concreto utilizando diferentes densidades iniciales de siembra en estanques de concreto empleando un alimento extruido diseñado "Súper" para la especie.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la granja acuícola, Tilapia Azul Acuicultura S.P.R. de R.L., ubicada en la carretera Emiliano Zapata-Balancán, Tabasco, México. Los peces fueron obtenidos del Laboratorio de Acuicultura Tropical de la División Académica de Ciencias Biológicas, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco a partir de un desove de los reproductores y la crianza en condiciones controladas de las larvas y juveniles hasta alcanzar un peso promedio de 9.09 ± 1.53 g, los cuales fueron criados con el alimento comercial para trucha (Pedregal, 45 % de proteína y 15 % de lípidos). Para este experimento, se utilizaron 6 piletas de concreto de 15 metros de largo

por 3 de ancho y 1.20 metro de profundidad con una capacidad de 45 m³. Se realizaron biometrías mensuales, durante seis meses, así mismo se monitoreó la calidad del agua semanalmente en función de la temperatura (29 ± 2 °C) y oxígeno disuelto (5.3 ± 0.8 mg L⁻¹), los cuales fueron para lo cual se realizaron recambios cada 30 días del 50 % del volumen total.

Diseño experimental

Para esta investigación se diseñó un experimento de una vía simple completamente aleatorio evaluado la densidad de engorda inicial con tres tratamientos experimentales (10, 14 y 16 peces m⁻³) por duplicado en un sistema abierto que consta de 6 estanques de concreto de 45 m³ (9 m x 5 m x 1 m). Los peces fueron transportados del Laboratorio de Acuicultura Tropical DACBIOL-UJAT y aclimatados en los estanques de concreto durante 15 minutos antes de su liberación. Durante la engorda, los peces fueron alimentados con la dieta fabricada para pejelagarto (Alimento extruido Súper) por la empresa Consorcio Súper S.A. de C.V. en Guadalajara, Jalisco, el cual fue diseñado en función de los requerimientos nutricionales y la fisiología digestiva de la especie (Jesús-Contreras 2008; Huerta-Ortiz 2009; Guerrero-Zárate et al. 2014), para lo cual los peces fueron alimentados utilizando el 4 % de la biomasa total por tanque, dividida en cuatro raciones diarias (9:00, 12:00, 15:00 y 17:00 h).

Evaluación del crecimiento, índices de condición y químicos proximales.

El experimento tuvo una duración de seis meses, realizando biometrías mensuales, registrando la longitud total con el apoyo de un ictiómetro, y el peso individual con una balanza digital, tomando una muestra del 10 % de la población por unidad experimental. Al finalizar el experimento se sacrificaron 5 organismos por cada replica, para determinar el índice hepatosomático, (IHS): $IHS = (Ph(g) \times 100 / Pp(g))$, donde Ph=Peso del hígado (g), y Pp=Peso del pez (g). Índice viscerosomático (IVS): $IVS = (Pv(g) \times 100 / Pp(g))$, donde Pv=Peso de las vísceras (g) y Pp=Peso del pez (g), además de realizar el análisis químico proximal del músculo en el Laboratorio de Nutrición Acuícola de la Universidad Autónoma de Baja California de acuerdo a la AOAC (1995). El

contenido de la humedad se determinó secando las muestras a 105 °C, por 12 horas hasta peso constante, la proteína total (N x 6.25), por el método de micro kjeldahl, las cenizas se calcinando a 550 °C durante ocho horas, la humedad por medio del secado en estufa por 24 h a 60 °C y los lípidos del músculo se obtuvieron por medio de la técnica Soxhlet (extracción éter de petróleo).

Variables de índices de crecimiento

Para conocer la respuesta del crecimiento en los peces sembrados en las tres densidades alimentados con la "dieta Súper", se calcularon los siguientes índices de crecimiento: La Tasa Específica de Crecimiento (TEC): $TEC = [(Ln Pf - Ln Pi) / t] * 100$, donde Ln Pi = Logaritmo natural del peso promedio inicial (g), Ln Pf = Logaritmo natural del peso promedio final y t es el tiempo en días. La Tasa Absoluta de Crecimiento: $TAC (TAC) = Ac / Pg$, donde Ac = Alimento seco consumido, Peso ganado en g. El Factor de Conversión Alimenticio (FCA): $FCA = Pa / Pg$, donde Pa = Peso del alimento consumido total, g y Pg = Ganancia en peso fresco del pez, g. La supervivencia (S) como el porcentaje de organismos vivos durante el tiempo del experimento por medio del conteo del total de los peces. $S = (Nf / Ni) * 100$. Donde Ni = Número inicial de organismos, Nf = Número final de organismos.

Variables financieras

Las variables que se evaluaron al final de la engorda fueron: La TIR (Tasa Interna de Retorno) $TIR = \sum_{t=1}^t [Rt ((1 + i)^{-t})]$, donde "t" es el tiempo del flujo de caja, "i" es la tasa de descuento (la tasa de rendimiento que se podría ganar en una inversión en los mercados financieros con un riesgo similar) y "Rt" es el flujo neto de efectivo (la cantidad de dinero en efectivo, entradas menos salidas) en el tiempo t. El VPN (Valor Presente Neto): $VPN = [\sum_{t=1}^n (Ft (1 + TIR)^{-t})] - I$, donde "Ft" es el flujo de caja en el periodo t, "I" es el valor del desembolso inicial de la inversión y "n" es el número de períodos considerado. La relación beneficio-costos (B/C): $B/C = [\sum_{i=0}^n Vi (1 + i)^{-n}] / [\sum_{i=0}^n Ci (1 + i)^{-n}]$, donde "Vi" es el valor de la producción (beneficio bruto) y Ci = Egresos (i = 0, 2, 3, 4...n). De acuerdo a los datos obtenidos en este estudio se extrapoló una estimación

para una infraestructura de producción de 40 estanques de concreto de las dimensiones antes mencionadas y estimando un peso promedio final de 450 gramos para determinar la viabilidad económica en la engordad de *A. tropicus*.

Análisis estadístico

Tras la aceptación de la normalidad (test de Shapiro-Wilk) y homoscedasticidad (test de Levene), en los análisis de biometría inicial, biomasa, TEC Y IVS, se utilizó la prueba de ANOVA y la prueba a posteriori de Tukey. En el peso promedio por densidad, longitud, biomasa, TAC, FCA y IHS, se utilizó una de prueba Kruskal-Wallis y la prueba a posteriori de Nemenyi por no cumplirse los postulados de la estadística paramétrica. Para todas las pruebas estadísticas se utilizó un valor de significancia de 0.05. Los datos fueron analizados con el programa estadístico STATISTICA v. 7.0. y Sigma Plot 10.

Resultados

En relación al crecimiento no se presentaron diferencias significativas al inicio del experimento ($p > 0.05$) para al crecimiento en longitud y peso promedio (Tabla 1). Sin embargo, hubo diferencias significativas al final el experimento entre las tres densidades ($p < 0.05$), donde la densidad de 10 peces m^{-3} fue donde se obtuvo el mayor peso promedio con un valor de 193.64 ± 26.09 g; por su parte los juveniles de la densidad de 14 peces m^{-3} , obtuvieron un peso promedio de 167.58 ± 19.06 g y finalmente, los peces engordados en la densidad 16 peces m^{-3} tuvieron el menor valor con 149.26 ± 22.86 g (Fig. 1a). Así mismo, en el crecimiento en longitud total, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las tres densidades (Fig. 1b), donde el promedio más alto fue para la densidad de 10 peces m^{-3} (33.83 ± 1.23 cm), siendo mayores que los peces de las densidades de 14 y 16 peces m^{-3} con valores de 33.52 ± 1.76 cm y 30.32 ± 1.62 cm respectivamente. Por su parte, se calculó la biomasa húmeda total por metro cubico producida por cada densidades de siembra encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los

tratamientos (Tabla 1), donde la densidad 10 peces m^{-3} (86.08 ± 2.20) fue estadísticamente menor comparada con la de 14 y 16 peces m^{-3} que fueron estadísticamente iguales entre ellas (103.62 ± 17.31 y 104.02 ± 3.49). En relación a la supervivencia no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre las densidades obteniendo para la densidad de 10 peces m^{-3} un 98.77%, para la de 14 peces m^{-3} un 98.09% y la de 16 peces m^{-3} con 96.87%.

Índices de crecimiento, hepatosomático y viscerosomático

En relación a la tasa específica de crecimiento (TEC) y la tasa absoluta de crecimiento (TAC), no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las densidades de siembra como se muestra en la (Tabla 2). Por su parte, los resultados del índice hepatosomático (IHS), mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) donde la densidad 10 peces m^{-3} (2.08 ± 0.46) es diferente en comparación con las densidades 14 y 16 peces m^{-3} (2.81 ± 0.58 y 2.84 ± 0.43 respectivamente). Así mismo, en el índice viscerosomático (IVS), se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las densidades, siendo el valor más alto para el tratamiento de 10 peces m^{-3} ($7.98 g \pm 1.54$), siendo estadísticamente igual que los peces de la densidad de 14 peces m^{-3} ($7.53 g \pm 1.47$), pero diferente con la densidad 16 peces m^{-3} ($6.12 g \pm 0.80$), aunque estas últimas son iguales entre ellas (Tabla 2).

Análisis químico proximal

Los resultados de los análisis químicos proximales obtenidos en el experimento, se encuentran en la tabla 3. De acuerdo al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la concentración de proteína corporal donde los peces de la densidad de 10 peces m^{-3} (75.2 ± 0.71 %) fueron diferentes en comparación con las densidad de 14 y 16 peces m^{-3} (71.0 ± 0.30 y 69.6 ± 1.74 respectivamente). Mientras que en el contenido de lípidos no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Por su parte, en relación al contenido de humedad se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), donde la densidad 10 peces m^{-3} (5.1 ± 0.66 %) es estadísticamente igual que los peces cultivados a la de densidad de 14 peces m^{-3} (4.7 ± 0.11 %),

pero ambas densidades son diferentes en comparación de la de 16 peces m^{-3} ($6.4 \pm 1.34 \%$). Finalmente, en los niveles de ceniza corporal se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo la densidad 10 peces m^{-3} ($4.8 \pm 0.24 \%$) estadísticamente igual que los peces cultivados a una densidad de 14 peces m^{-3} ($4.9 \pm 0.25 \%$), y ambas son diferentes en comparación con la densidad de 16 peces m^{-3} ($5.5 \pm 0.15 \%$).

Análisis financiero

Con toda la información obtenida, se iniciaron las proyecciones financieras, las cuales se plantearon en dos escenarios para estimar los costos de producción; en el primer escenario (Tabla 4), se presentan los costos de producción original del experimento, con su respectivo estudio financiero utilizando la densidad de 14 peces/ m^3 , con una VPN de \$-10 709.96, TIR. -28% y RB/C 1. Cabe mencionar que estos datos son negativos, en consecuencia los costos de producción son elevados, debido a una poca producción durante los seis meses de cultivo, alcanzando un peso promedio de 170.16 gramos, con una biomasa total de 586 kg, con un precio de mercado por kilogramo de \$75.00, esto representa un ingreso de \$43 950.00, los costos de producción son elevados y no es factible el sistema de producción, ya que existe números rojos \$-10 582.50. Otros trabajos preliminares, indican que a diez meses de engorda, se puede alcanzar un peso promedio de 450 gramos.

Por otra parte, se estimaron las variables financieras para una producción en 40 piletas de las mismas dimensiones utilizadas en el experimento considerando un periodo de cultivo de 10 meses de engorda a partir de 9 gramos de peso promedio inicial y estimando un peso promedio final de 450 gramos; es así que los costos de producción se muestran en la tabla 5. En este escenario, los números son positivos en comparación con los datos originales obtenidos del estudio, un valor del VPN de \$413 000.00; para la TIR de 190 % y finalmente la relación B/C de 1:2. De acuerdo a esta estimación, los costos de producción son bajos, con una biomasa total producida de 11 340 kg, con un costo total de \$563 400.00 y un costo de producción por kilogramo de \$49.68; por lo que

se considera que el precio de venta por kilogramo de acuerdo al mercado actual de \$75.00 pesos M.N, lo que representa un ingreso bruto de \$850,500.00 pesos M.N., obteniendo una utilidad de \$287,100.00 M.N. Con estos datos se puede recomendar que el cultivo comercial de la engorda de pejelagarto *A. tropicus*, es económicamente viable.

Discusión

En esta investigación se determinó que los peces cultivados a una densidad de 10 peces m⁻³ tuvieron el mayor crecimiento en peso con un valor de 193.64 ± 26.09 g, no así en talla; sin embargo, la biomasa húmeda total por metro cubico fue mayor para las densidades más altas (14 y 16 peces m⁻³) obteniendo valores de 103.62 ± 17.31 kg y 104.02 ± 3.49 kg respectivamente al utilizar el "alimento Súper". Se debe destacar que estos crecimientos son menores a los reportados por Márquez-Couturier et al. (2013) para la engorda de *A. tropicus* por lo que ellos recomiendan iniciar el cultivo a partir de 100 a 120 gramos, para alcanzar a una talla final de 42 cm y un peso promedio final de 550 g con una duración entre 5 a 6 meses; aunque cabe destacar que para este estudio, se inició con peces de 9 g de peso promedio, por lo que se requerirían cuatro meses adicionales (10 meses totales) para alcanzar el peso promedio final recomendado. Por otra parte, el estudio de Jesús-Contreras (2016) en el cultivo intensivo de juveniles de pejelagarto *A. tropicus* en estanques de concreto de 50 m³ por 7 meses, indican resultados diferentes a los obtenidos en este estudio, ya que el autor inició la engorda con peces de 104 ± 10 g de peso promedio y con una longitud de 27.7 ± 0.88 cm, por lo que al final del experimento reportó un crecimiento en peso promedio de 450 ± 5.36 g al utilizar el alimento Súper, el cual fue mejor en cuanto a la calidad de la pulpa comparado con el alimento de trucha, donde los peces fueron más grasos, presentando mayor proporción de grasa mesentérica y menor concentración de proteína, lo cual indica que el alimento diseñado en base a la fisiología digestiva es mejor aprovechado por los peces. En este mismo sentido, aunque nuestros peces no alcanzaron la talla comercial, si se determinó que la

calidad del filete y el FCA obtenidos son similares a los obtenidos por este autor al utilizar el mismo alimento.

Respecto a la supervivencia, no se detectaron diferencias entre los tratamientos obteniendo valores por encima del 98 %, lo que es similar a lo reportado por Márquez-Couturier et al. (2006) con una supervivencia entre 98 y 99 % en el estudio de pre-engorda de juveniles, alimentados con alimento comercial, Silver Cup y alimento vivo. Datos similares de supervivencia han sido reportados por Rivas-Vega et al. (2010) quien registró un 93% de supervivencia en la engorda de tilapia alimentadas con diferentes dietas balanceadas, encontrando que no hubo efectos adversos al utilizar un alimento comercial para tilapia (*Oreochromis niloticus*). Así mismo, Heydarnejad (2010) evaluó el crecimiento y la supervivencia durante la engorda de la carpa dorada (*Cyprinus carpio*), obteniendo crecimientos adecuados y una supervivencia de 80 % utilizando alimentos extruidos. Mientras que Abdo et al. (2010) evaluaron el efecto de una dieta experimental, en el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), indicando una supervivencia superior al 90 %, caber resaltar que este alimento fue diseñado en función de los estudios sobre la fisiología digestiva de la especie, de tal manera que se considera que el alimento Súper, es adecuado para la engorda de *A. tropicus*, como fue demostrado por Jesús-Contreras (2016) obteniendo supervivencias por arriba del 97 %.

En relación al índice de crecimiento, se encontraron diferencia significativas entre las densidades, donde la mejor fue la de 14 peces m⁻³. En este aspecto, Rowland et al. (2006) estudiaron el efecto de la densidad de siembra en el cultivo de la perca plateada australiana (*Bidyanus bidyanus*) en jaulas y en estanques, donde los autores encontraron mejores resultados en los peces cultivados en jaulas a una densidad de 50 peces m⁻³, los cuales alcanzaron tasas de crecimiento que variaron entre 2.06 y 2.20 % por día. Así mismo, comparando nuestro estudio con el de Jesús-Contreras (2016) se obtuvieron mejores resultados al utilizar una densidad de 14 peces m⁻³ con un FCA de 1.8, mientras que el autor obtuvo un valor de 2.4 utilizando el mismo alimento. Es importante

resaltar que en nuestro estudio, el FCA posiblemente aumentaría ya que se requiere más tiempo de cultivo para alcanzar la talla comercial.

Por otra parte, la TCE más baja del experimento fue de 2.23 ± 1.22 para la densidad de 14 peces m^{-3} , lo cual fue similar a lo reportado por Jesús-Contreras (2016) quien obtuvo un valor de 2.4 ± 0.28 , en la engorda de *A. tropicus* alimentados con el alimento Súper, aunque cabe resaltar que al iniciar la fase de cultivo con peces de 100 g mientras que en este estudio se inició con peces más pequeños, lo que demuestra que se obtiene un factor similar para el proceso de pre-engorda y engorda de esta especie. Así mismo, Luo et al. (2005) reportaron una TCE que varió entre 1.49 y 2.61 en juveniles de mero *E. coioides* de peso inicial 13 g utilizando un alimento comercial. Es así que el menor FCA se obtuvo fue de 1.77 ± 0.01 para la densidad de 10 peces m^{-3} , el cual es similar al reportado por Abdo et al. (2010) en el crecimiento y engorda del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* con un valor de 1.6, lo que demuestra que *A. tropicus* es una especie que es capaz de aprovechar adecuadamente los nutrientes del alimento extruido diseñado en función de su fisiología digestiva, particularmente en relación a las proteínas que lo componen al ser una especie considerada carnívora con tendencia a la omnivoría (Guerrero et al. 2014).

Índices hepatosomático y viscerosomático

En otro orden de ideas, las reservas lipídicas almacenadas en el hígado de *A. tropicus*, de acuerdo al índice hepatosomático (IHS) en el presente estudio muestran diferencias significativas, siendo el valor más bajo 2.08 ± 0.46 , que es ligeramente superior al encontrado por Jesús-Contreras (2016) reportó un índice hepatosomático (IHS) para *A. tropicus* alimentados con el alimento Súper de 1.7 ± 0.2 , el cual es menor al obtenido en nuestro estudio, lo que puede explicarse ya que nuestros peces no alcanzaron la talla comercial (450 g), por lo que al continuar la engorda por más tiempo, posiblemente disminuya el IHS conforme los peces aumentan de peso.

Por otra parte, el IVS más bajo fue de 6.12 ± 0.80 , lo que es similar al reportado por Jesús-Contreras (2016) en *A. tropicus* alimentados con el alimento Súper, con un valor de 6.4%, lo que

demuestra la alta asimilación de este alimento, aunque si se detecta una relación inversa de denso-dependencia, por lo que entre más baja es la densidad mayor grasa visceral presentan los peces, lo que puede estar relacionado a mejor utilización proveniente de los lípidos, por lo que no se almacenan en el hígado, sino que se mantienen parcialmente disponibles para ser utilizados por los diferentes tejidos (Ochang 2011).

Análisis químico proximal

La composición proximal del músculo en los peces pueden variar en función de las especies, la forma de cultivar, el tipo de alimento, entre otras variables (Sanders *et al.*, 2005), por lo que se detectó un efecto. En los análisis proximales de las tres densidades de peces m^{-3} , el resultado del índice de proteína, se encontró en la densidad de 10 peces m^{-3} de $(75.2 \pm 0.71 \%)$, en los lípidos el valor más alto de (11.07%) . En el contenido de humedad, el resultado más alto fue de $(6.4 \pm 1.34 \%)$. Los resultados de ceniza, el más alto, es de (5.5 ± 0.15) . Este dato es similar al reportado por Jesús-Contreras (2016) en el crecimiento de *A. tropicus*, en estanques de concreto con el alimento Súper, con un contenido de proteína muscular de 75.5% , en relación con lípidos un 16.6% , el porcentaje de humedad de 9.4% y ceniza con un valor de 4.0 ± 0.07 .

Evaluación económica

Los datos obtenidos en el estudio económico para una proyección de 40 estanques de concreto y una engorda hasta los 450 g de peso promedio en un tiempo de 10 meses, después de haber realizado la extrapolación en la producción, las variables financieras indican un Valor Presente Neto (VAN) de \$ 413,000.00, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 190% y la Relación Benéfico Costo (RB/C) de 1.2. Por su parte, Guerra *et al.* (2010) realizaron la evaluación financiera y ambiental en el cultivo de pargo rayado *Lutjanus synagris* en el caribe colombiano, los cuales reportaron las variables de VAN \$ 544,425.60 MXN, una TIR de 29.18% y una RB/C 6.10 concluyendo que las utilidades hacen viable la inversión y la implementación del cultivo de esta especie, lo cual marca que dependiendo de la inversión realizada y los costos de producción y

mercado, el cultivo de peces es altamente rentable, lo cual es similar a lo encontrado en nuestro estudio para *A. tropicus*. Así mismo, Bravo et al. (2009) evaluaron la factibilidad económica y comercialización del cultivo de tilapia, donde encontraron una VAN con de \$12,440,767.00 MXN y con una TIR de 78.64%. De la misma manera, Guerrero (2007) con la misma especie, obtuvieron una VAN de \$ 679,566.43 MXN, una TIR de 35%, lo que indica una RB/C de 1.63. Por su parte, Martín et al. (2011) reportó una VAN de \$ 119,825, con una TIR de 25.6%, además de obtener una Relación (B/C) de 1:0.8 en la engorda de pejelagarto, la cual demuestra la alta rentabilidad utilizando sistemas de cultivo intensivo utilizando una densidad de 20 peces m⁻³. Finalmente, el trabajo de Cervantes y Laguna (2007) demuestran que el cultivo de pejelagarto en altas densidades (50 pece/m³) en jaulas flotantes es altamente factible, sin embargo, se debe resaltar que el uso de esta densidad estará supeditada a la calidad del agua del sitio seleccionado, por lo que en sistemas cerrados (estanques), esta densidad puede variar dependiendo de diversos aspectos como la calidad del agua, manejo del cultivo y tipo de alimento, entre otros.

Conclusiones

Es así que considerando la producción en biomasa y las variables financieras, se considera que la engorda comercial de *A. tropicus* es altamente viable, aunque se recomienda iniciar la engorda con peces de al menos 100 gramos para alcanzar la talla comercial de 450 g en seis meses; sin embargo, se considera que es factible iniciar con un cultivo continuo a partir de peces de 9 a 10 g, lo que tomaría un tiempo aproximado de 10 meses para la lograr la talla comercial y donde la rentabilidad se alcanzará utilizando una densidad de 14 peces m⁻³ en un sistema que tenga al menos 40 estanques de concreto de 45 m³ de volumen total.

Literatura citada

Abdo PI, Rodríguez IEL, Hernández C. Hernández K, Gonzáles RB, Martínez RI, García OA (2010) Effect of dietary and lipid level on growth performance and survival of juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* Revista de Biología Marina y Oceanografía 45: 433-439.

Bravo GCM, Chalen RJA, Boca F (2009) Análisis económico-financiero de la reproducción y comercialización de la tilapia roja como una opción para la explotación. Publicado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral del Ecuador, Quito, Ecuador. 11 p.

Cervantes QAC, Laguna CL (2006) Evaluación económica, técnica y financiera para establecer una granja de pejelagarto. Tesis de Licenciatura. División Académicas de Económico-Administrativas-UJAT, Tabasco, México. 45 p.

Carrillo OHL (2011) Evaluación del potencial acuícola de *Atractosteus tropicus* (pejelagarto) para la diversificación de la piscicultura Nacional. Proyecto Fordecyt. No. 71-2007. Informe Final. Guatemala. 67p.

Frías-Quintana CA, Álvarez-González CA, Márquez-Couturier G (2010) Diseño de microdietas para el larvicultivo de pejelagarto *Atractosteus tropicus*, Gill 1863. Universidad y Ciencia. 26(3): 265-282.

Frías-Quintana CA, Márquez-Couturier G, Álvarez-González CA, Tovar-Ramírez D, Nolasco-Soria H, Galaviz-Espinosa MA, et al. (2015) Development of digestive tract and enzyme activities during

the early ontogeny of the tropical gar *Atractosteus tropicus*. *Fish Physiology and Biochemistry* 41: 1075-1091.

Frías-Quintana CA, Domínguez-Lorenzo J, Alvarez-González CA, Tovar-Ramírez D, Martínez-García R (2016) Using cornstarch in microparticulate diets for larvicultured tropical gar (*Atractosteus tropicus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 42: 517–528.

Guerra FDC, Gaitán-Espitia JD (2010) Evaluación financiera y ambiental en el cultivo del pargo *Lutjanus synagris* en el Caribe Colombiano. *Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales* 5: 19-28.

Guerrero A (2007) Proyecto de mejoramiento de la productividad de la granja acuícola. Publicado por el Fondo Bolívar. Kaikara, Venezuela, 50 p.

Guerrero-Zarate R, Álvarez-González CA, Olivera-Novoa MA, Perales-García N, Frías-Quintana CA, Martínez-García R *et al.* (2014) Partial characterization of digestive proteases in tropical gar *Atractosteus tropicus* juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry* 40: 1021-1029.

Heydarnejad SM (2010) Survival and growth of common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to different water pH levels. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 36: 245-249.

Huerta-Ortiz M, Alvarez-González CA, Márquez-Couturier G, Contreras-Sánchez WM, Civera-Cerecedo R, Goytortua-Bores E (2009) Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. *Kuxul'Kab* 15: 51-58.

Jesús-Contreras R (2016) Evaluación de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de juveniles de Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Tesis de Maestría. División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT, Tabasco, México. 25 p.

Luo Z, Liu Y, Mai K, Tian L, Tan X, Liu D (2005) Dietary L-methionine requirement of juveniles grouper (*Epinephelus coioides*) at a constant dietary cystine level. *Aquaculture* 249: 409-418.

Márquez-Couturier G, Álvarez-González CA, Contreras-Sánchez WM, Hernández-Vidal U, Hernández-Franyutti AA, Mendoza-Alfaro RE, Aguilera-González C, García-Galano T, Civera-Cerecedo R, Goytortua-Bores E (2006) Avances en la alimentación y nutrición del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. 446-523 pp. En: Cruz Suárez LE, Ricque Marie D, Tapia Salazar M, Nieto López MG, Villarreal Cavazos DA, Puello Cruz AC, García Ortega A. Avances en Nutrición Acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.

Martín GEJ, Orsohe R A, Figueroa HE, Loera MJ (2011) Evaluación financiera de producción de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*): Caso cooperativa de Producción pesquera acuícola "El pejelagarto", S.C. de R.L. *Revista Mexicana de Agronegocios* 15: 704-718.

Márquez-Couturier G, Vázquez-Navarrete CJ, Contreras-Sánchez WM, Álvarez-González CA (2013) Acuicultura tropical sustentable, una estrategia para la producción y conservación del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en Tabasco, México. Colección José N. Rovirosa. 1ª Edición. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México 86 p.

Ochang SN (2011) Effect of replacing cod liver oil with soybean oil as dietary lipid on carcass composition, haematology and sensory properties of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. International Aquatic Research 3: 71-77

Rowland SJ, Mifsud C, Niton M, Boyd P (2006) Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater Silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. Aquaculture 253: 302-308.

Rivas-Vega M, Baeza-Anselmo M, Sandoval-Muy MI (2010) Avances en la evaluación de ingredientes para tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. 467-484 pp. En: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Nieto-López MG, Villarreal-Cavazos DA, Gamboa-Delgado J (Eds), Avances en Nutrición Acuícola X. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 978-607-433-546-0.

Sanders RJ, Mims SD, Wilhelm BA, Robison JD (2005) Growth, survival and fillet composition of paddlefish *Polyodon spathula* (Walbaum) fed commercial trout or catfish feeds. Aquaculture Research 36: 1602-1610.

Lista de figuras

Figura 1. Crecimiento (a) peso ($g \pm DE$) promedio y (b) Longitud total promedio ($cm \pm DE$) finales obtenidos entre las densidades iniciales de siembra durante la engorda de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*).

Lista de tablas

Tabla 1. Crecimiento en peso ($g \pm DE$) y talla ($cm \pm DE$) al final de la engorda de *A. tropicus* (180 días).

Tabla 2. Índices de crecimiento, hepatosomático y viscerosomático de *A. tropicus* obtenidos en la engorda experimental.

Tabla 3. Datos del análisis químico proximal ($g/100\ g$ materia seca) del músculo de *A. tropicus*.

Tabla 4. Costos de producción real de la engorda experimental de *A. tropicus* en seis estanques de concreto.

Tabla 5. Costos de producción en la engorda de *A. tropicus* para peces de 450 g de peso promedio, extrapolado en 40 estanques de concreto, con una duración de 10 meses.

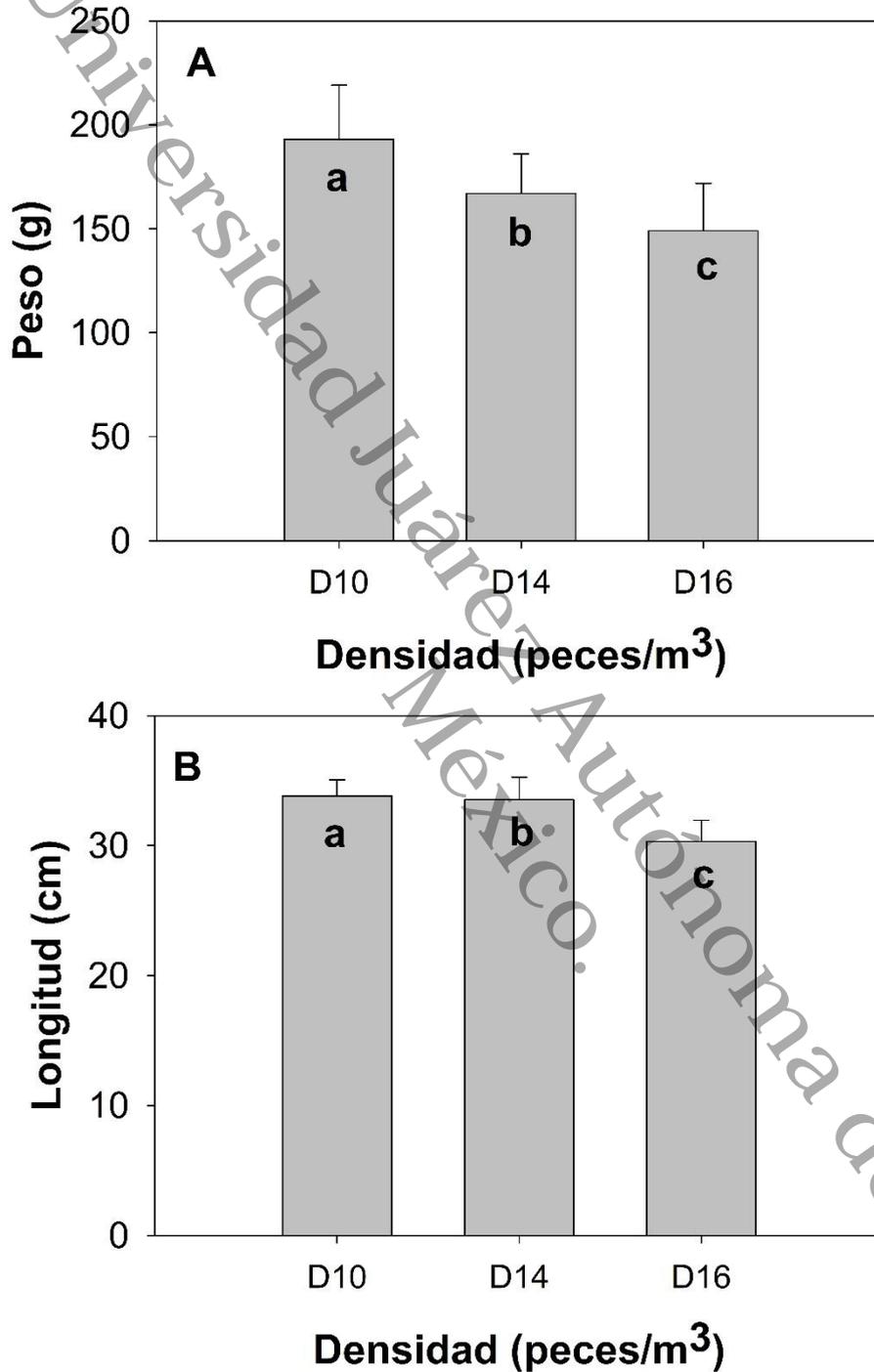


Figura 1. Crecimiento (a) peso (g \pm DE) promedio y (b) Longitud total promedio (cm \pm DE) finales obtenidos entre las densidades iniciales de siembra durante la engorda de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*).

Tabla 1. Crecimiento en peso ($g \pm DE$) y talla ($cm \pm DE$) al final de la engorda de *A. tropicus* (180 días).

	Densidad (peces m^{-3})		
	10	14	16
Peso (g)	193.64 ± 26.09^a	167.58 ± 19.06^b	149.26 ± 22.86^c
Longitud total (cm)	33.83 ± 1.23^a	33.52 ± 1.76^b	30.32 ± 1.62^c
Biomasa (Kg)	86.08 ± 2.20^b	103.62 ± 17.31^a	104.02 ± 3.49^a

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$)

Tabla 2. Índices de crecimiento, hepatosomático y viscerosomático de *A. tropicus* obtenidos en la engorda experimental.

Índice	Densidad (peces m ⁻³)		
	10	14	16
TEC	2.45 ± 0.01	2.33 ± 0.12	2.23 ± 1.22
TAC	1.02 ± 2.36	0.88 ± 26.47	0.77 ± 3.01
FCA	1.80 ± 0.12	1.85 ± 0.21	1.77 ± 0.01
IHS	2.08 ± 0.46 ^a	2.81 ± 0.58 ^b	2.84 ± 0.43 ^b
IVS	7.98 ± 1.54 ^a	7.53 ± 1.47 ^{ab}	6.12 ± 0.80 ^b

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre los tratamientos (P < 0.05)

Tabla 3. Datos del análisis químico proximal (g/100 g materia seca) del músculo de *A. tropicus*.

Análisis (g/100g MS)	Densidad (peces m ⁻³)		
	10	14	16
Proteína	75.2 ± 0.71 ^a	71.0 ± 0.30 ^b	69.6 ± 1.74 ^b
Extracto etéreo	11.1 ± 1.26	12.0 ± 1.84	10.2 ± 0.91
Ceniza	4.8 ± 0.24 ^b	4.9 ± 0.25 ^b	5.5 ± 0.15 ^a
Humedad	5.1 ± 0.66 ^b	4.7 ± 0.11 ^b	6.4 ± 1.34 ^a

Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas entre los tratamientos (P < 0.05)

Tabla 4. Costos de producción real de la engorda experimental de *A. tropicus* en seis estanques de concreto.

No.	Concepto	Precio unitario (\$)	Costo (\$)
3 600	Juveniles	5	18 000
1 059	Alimento	17.5	18 532.5
1	Técnico	3 000	18 000
	Total		54 532.5

Tabla 5. Costos de producción en la engorda de *A. tropicus* para peces de 450 g de peso promedio, extrapolado en 40 estanques de concreto, con una duración de 10 meses.

No.	Concepto	Precio unitario (\$)	Costo (\$)
25 200	Juveniles	5	126 000
22 680	Alimento	17.5	396 900
1	Técnico	3 000	40 500
	TOTAL		563 400

NORMAS EDITORIALES ECOSISTEMAS Y RECURSOS AGROPECUARIOS

Directrices para autores/as

GUÍA PARA LA PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS

Indicaciones generales --- Escribir a doble espacio el manuscrito en procesador de Microsoft Word con letra Arial Narrow 12, con márgenes de 2.5 cm, páginas y líneas numeradas de forma continua. Las figuras y tablas deben ir al final del documento. El texto debe estar redactado en tercera persona y en voz pasiva; los números del cero al nueve deben estar escritos con letra, excepto cuando sean precedidos por alguna unidad, y del 10 en adelante con números. Usar las unidades y abreviaturas aceptadas por el Sistema Internacional de Unidades (Consultar el apartado Unidades básicas).

Títulos del manuscrito --- Todos los manuscritos deben contar con dos títulos (uno corto y otro principal). El título corto debe estar escrito en el idioma del manuscrito con mayúsculas y minúsculas, alineado a la derecha con un máximo de seis palabras. El título principal debe estar en español e inglés, en mayúsculas, negritas y centrado, con un máximo de 15 palabras. En caso de ser necesario incluir el nivel taxonómico para facilitar la ubicación del o de los organismos estudiados; no usar nombres abreviados sean científicos o no, separar los nombres del phylum, clase, orden y familia.

Nombres de autores y direcciones --- Anotar los nombres completos de los autores, iniciar con el (los) nombre (s) y después los apellidos, separar los autores con coma. Para identificar los autores poner un superíndice numérico, el cual debe relacionarse con la dirección de adscripción. En caso de que todos los autores estén adscritos a la misma institución no es necesario utilizar el superíndice numérico. Escribir el nombre de la institución con la dirección postal y electrónica completa del autor responsable e identificarlo con un asterisco, para los demás autores solo se requerirá el nombre de la institución.

Resumen --- Escribir el resumen en cada idioma, con sus respectivas palabras clave. Palabras clave --- Colocar cinco palabras clave en ambos idiomas después del resumen.

Títulos de primer y segundo orden --- Los títulos de primer orden son utilizados para identificar las secciones, estos deben alinearse al margen izquierdo y escritos con mayúsculas, negritas y sin punto (ejemplo: MATERIALES Y MÉTODOS) y continuar con el texto en el siguiente renglón. Los títulos de segundo orden son utilizados para identificar los apartados en cada sección, deben ir alineados al margen izquierdo, en negritas, con mayúsculas y minúsculas, y colocar punto y seguido para continuar con el texto (ejemplo: Diseño experimental. Se utilizó ...).

Literatura citada --- La literatura debe reflejar el manejo especializado y actualizado de los temas relacionados al manuscrito. La información obtenida en las páginas electrónicas son aceptadas si proviene de instituciones cuya información esté certificada y actualizada (FAO, UNESCO, NOM, INEGI, Secretarías de Gobierno). La literatura de difícil acceso, como tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones de memorias de congresos y literatura con distribución limitada no debe incluirse.

Citar en el texto (1) el apellido del autor seguido del año, Núñez-García y Fuentes-Carrasco (2012) afirman..., (2) el apellido entre paréntesis sin coma y seguido del año, si el (los) autor(es) no forma(n) parte del texto (Williams y de la Croix 2015); y (3) el apellido del autor sin coma seguido del año con una letra que permita distinguir más de una referencia publicada el mismo año por él o los mismos autores (Santillana et al. 2015a, 2015b). En el caso de la idea se apoyada por más de una cita, la literatura se cita en orden cronológico, y en el caso de existir dos o más autores del mismo año se ordenan de forma alfabética (Pérez 2015, Pereira y López 2015, Reséndez y Salvadores-Baledón 2015). Si se trata de más de dos autores, después del primer autor seguirá et al. en cursivas con punto, seguido del año: Guadarrama et al. (2015) o (Guadarrama et al. 2015) •

dependiendo de su posición en el texto. Cuando se mencione información coincidente del mismo autor de diferentes citas colocar solo la más reciente.

En la sección de literatura citada, escribir las referencias sin espacios utilizando sangría tipo francesa según los ejemplos para artículos publicados en revistas, libros, capítulos de libros, cartografía e internet. En caso de revistas anotar el nombre completo de la revista, volumen , enseguida dos puntos y la pagina inicial seguida de un guión y terminar con la página final. En caso de apellidos con preposiciones (de la, von, etc.), éstas se escribirán iniciando con mayúscula antes del apellido. Cuando se cite un documento con más de seis coautores, se anotarán los primeros seis y se añade et al. Cuando el artículo esté en prensa, añadir el DOI (Digital Object Identifier) al final de la cita.

Ejemplos

Capítulo de libro

Sánchez AJ, Florido R, Salcedo MA, Ruiz-Carrera V, Montalvo-Urgel H, Raz-Guzman A (2012) Macrofaunistic diversity in *Vallisneria americana* Michx. in a tropical wetland, southern Gulf of Mexico. In: Mahamane A (ed) Ecosystems I. InTech. Rijeka, Croatia. pp: 1-26.

Libros

Zar JH (2009) Biostatistical analysis. 5th Edition. Prentice Hall. New Jersey, USA. 66P

Artículo

Kursat CH, .Lupeanu ME, Rennie AEW, Neagu C, Akinci I (2013) Product re-design using advanced engineering applications and function analysis: a case study for greenhouse clips. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering 35: 305-318.

Alonso JM, Stepanova AN, Leisse TJ, Kim CJ, Chen H, Shinn P, et al. (2003) Genome-wide insertional mutagenesis of *Arabidopsis thaliana*. *Science* 301: 653-657.

Internet

Paliwal RL, Granados G, Lafitte HR, Violic AD, Marathée JP (2001) El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.htm>. Fecha de consulta 5 de agosto de 2015.

FAO (2012) Capacidades de pasta y papel. Estudio 2011-2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 97 p. <http://www.fao.org/docrep/016/i3005t/i3005t.pdf>. Fecha de consulta 5 de agosto de 2013.

EDICIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas y figuras --- Al final del manuscrito en hojas separadas deben ir las tablas y figuras con títulos en el idioma en que se presenta el manuscrito.

Tablas --- Enumerarlas en arábigos. El título debe ser corto y explícito, de manera que se entienda por sí mismo sin necesidad de leer el texto. Incluir punto y seguido después del número de la tabla (ejemplo - Tabla 1. Provincia VI. Sierra de Chiapas y Guatemala. Inventario de clases, subclases y tipos de paisajes). Las Tablas se elaboran con el editor de tablas del procesador de texto, en blanco y negro con fondo blanco. Si las Tablas son cargadas de información se recomienda sopesar otra forma de reportarla o dividir la Tabla. Las columnas no son separadas por líneas. Las comparaciones de medias se identificarán con letras minúsculas en superíndice (a, b, etc.). Incluir la probabilidad del análisis. El tamaño de las Tablas será proporcional a la cantidad de información que se presente. Dentro del texto, citar preferentemente las Tablas entre paréntesis, ejemplo: (Tabla 1).

Figuras --- Las Figuras corresponden a los dibujos, gráficas, diagramas, mapas y fotografías. Se enumeran en arábigos. El título debe ser corto y explícito, de manera que se entienda por sí mismo sin necesidad de leer el texto. Incluir punto y seguido después del número de la Figura (ejemplo - Figura 2: Crecimiento de la Amphora sp a diferentes salinidades). Las fotografías deben tener un contraste adecuado para su impresión y enviarse en digital, estas imágenes deberán tener un mínimo de 300 dpi (puntos por pulgada). En el caso de fotografías macro y microscópicas, y de información cartográfica, se debe incorporar la escala de referencia. En una Figura lo que interesa destacar es el contenido y no los ejes. Consecuentemente, el grosor de estos últimos conviene que sea menor que el de las líneas interiores. Para indicar las dimensiones de los ejes se sugiere elegir escalas apropiadas, que destaquen lo que se desea mostrar. La simbología utilizada en la Figura debe describirse en el título de la misma. El formato para enviar las figuras es JPG o PNG. El tamaño máximo de la Figura es de media cuartilla, que permita su reducción hasta un cuarto del tamaño original, sin perder legibilidad y detalles. Evitar sobrecargar las Figuras. La información que se presenta en la Figura no se debe duplicar en el texto. Las Figuras se citan en el texto, ejemplo: Figura 1..., (Figura 2). Sólo se captaran las figuras que cumplan con los requisitos indicados.

Simbología y abreviaturas --- Para el uso de símbolos, utilizar las fuentes del procesador de Microsoft Word. La primera vez que sean utilizadas abreviaturas en el manuscrito, primero poner el nombre completo y encerrar entre paréntesis la abreviatura. Las oraciones no deben iniciar con símbolos, abreviatura o números.

Unidades Básicas ---

ampere -A

candela -cd

Caloría- cal

Centímetro- cm

Centímetro cúbico- cm³

Día- d

Grado Celsius- °C

Gramo- g

Hectárea- ha

Hectómetro- hm

Hora- h

Kilogramo- kg

Kilómetro- km

Litro- L

Metro- m

Miligramo- mg

Minuto- min

Mililitro- mL

Milisegundo- ms

Milivoltio- mv

Mol- mol

Nanómetro- nm

Miligramos por litro- mg L⁻¹

Segundo- s

Tonelada - t

Voltio- v

CONSIDERACIONES

Las abreviaturas son iguales en singular y plural (1 cm, 15 cm), no colocar punto después de la abreviatura, excepto al final de la oración.

Particularidades del Sistema Internacional ---

Dejar un espacio entre el número y la unidad de medida.

Correcto: 15 m, 30 %, 37 °C.

Incorrecto: 15m, 30%, 37°C.

No dejar espacio entre el número y la unidad cuando se trate de ángulos y medidas de longitud o latitud

Correcto: 30° 15' 5" Norte

Incorrecto: 30 ° 15 ' 5 ''

Usar espacios para dividir los números de más de tres dígitos, tanto a la izquierda como a la derecha del punto decimal.

Correcto: 21 345 678.00

Incorrecto: 21345678.00

No mezclar sustantivos con unidades de medida.

Correcto: El contenido de agua es 30 ml kg⁻¹

Incorrecto: El contenido es 30 ml H₂O/kg; el contenido es 30 ml agua/kg.

No comenzar las oraciones con números.

Correcto: En el bosque se colectaron 30 especímenes

Incorrecto: 30 especímenes se colectaron en el bosque, Treinta especímenes se colectaron en el bosque.

Abreviar las unidades de medida cuando están precedidas de dígitos, pero no cuando son sustantivos.

Correcto: La tortuga pesó 15 kg; El peso se expresó en kilogramos; Sucedió en 15 % de los casos.

Incorrecto: La tortuga pesó 15 kilogramos; El peso se expresó en kg; Sucedió en el 15 por ciento de los casos.

No usar símbolos como sustantivos en frases.

Correcto: esta es mayor que la otra.

Incorrecto: esta es > que la otra.

Representar los números con palabras cuando se componen de un sólo dígito (cero a nueve), y con dos dígitos representarlos con número.

Correcto: se tomaron tres muestras, ...de las 10 localidades ...

Incorrecto: se tomaron 3 muestras, ...de las diez localidades ...

Abreviar las fechas consistentemente. En la redacción formal no usar rayas oblicuas en las fechas.

Correcto: 10 de diciembre de 2002

Incorrecto: 10/12/02

Expresar la hora mediante el sistema de 24 horas:

Correcto: 08:00, 21:30.

Incorrecto: 8:00 a.m., 9:30 p.m.

Insertar fórmulas con el editor de ecuaciones de Word:

Correcto: $X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Incorrecto: $X = \frac{-b2 \pm (b2 - 4ac)0.5}{(2a)}$

En el título solo debe de ir el nombre científico de la especie:

Correcto: Fenología de la floración y ciclos reproductivos del nanche (*byrsonima crassifolia*) en Nayarit.

Incorrecto: Fenología de la floración y ciclos reproductivos del nanche [*byrsonima crassifolia* (L.) hbk] en Nayarit,nanche (*byrsonima crassifolia* (L.) kunth, (malpighiales: malpigiaceae).....nanche (*byrsonima crassifolia* (L.) kunth, malpigiaceae)

Abreviar los nombres de los géneros después de usarlos por primera vez. Si dos o más géneros comienzan con la misma letra.