



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

El efecto de la *Yucca schidigera* en el crecimiento de la
tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la granja acuícola

“La Lupita”, Alvarado, Veracruz.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

Erika Natalie Cuéllar Lugo



TUTORA:

M. en C. María del Pilar Torres García

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno.

Cuéllar
Lugo
Erika Natalie
55552980
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
300313004

2. Datos del asesor.

M. en C.
María del Pilar
Torres
García

3. Datos del sinodal 1

Dra.
Guillermina
Alcaraz
Zubeldia

4. Datos del sinodal 2

Dr.
José Román
Latournerie
Cervera

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
Patricia
Fuentes
Mata

6. Datos del sinodal 4

Biol.
David
Salinas
Torres

7. Datos del trabajo escrito.

Título El efecto de la *Yucca schidigera* en el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la granja acuícola “ La Lupita”, Alvarado, Veracruz
44p.
2012

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por abrirme sus puertas. Ingresar a la casa de estudios ha sido la mejor experiencia en mi vida, gracias querida UNAM. “Por mi raza hablará mi espíritu”.

A la Facultad de Ciencias, Biología. Por sus buenos maestros, compañeros y amigos que me enseñaron a valorar y respetar la vida. Por sus tantas aventuras en las prácticas de campo donde conocimos paisajes increíbles y aprendimos a reconocernos como biólogos fuera de la escuela.

A mi tutora María del Pilar Torres García. Por su apoyo incondicional a lo largo de este camino (apoyo que nunca podré terminar de agradecerle), por la confianza otorgada, pero sobre todo por su increíble paciencia. Por ser más que una tutora para mí y convertirse en una gran amiga y mi maestra en la vida, ya que es mi ejemplo a seguir. Muchas gracias Pilar por todo esto y más.

Al Laboratorio de Invertebrados. Por todo su apoyo en especial a la Biol. Erika Samantha Palacios Ávila, por su amistad y facilitarnos muchas veces el camino.

A los sinodales: Dra. Guillermina Alcaraz Zubeldía, Dr. José Román Latournerie Cervera, M. en C. María del Pilar Torres García, M. en C. Patricia Fuentes Mata, Biol. David Salinas Torres. Por aceptar ser parte de mi jurado. Por sus buenos consejos y sus acertadas observaciones. Por ser parte importante de este trabajo.

A mis padres Jaime Cuéllar Miranda y Martha Lugo Díaz. A mi madre en especial por darme la vida y a ambos por creer en mí, tenerme paciencia, apoyarme siempre, estar conmigo en las buenas y en las malas pero más importante por darme la oportunidad de estudiar, la mejor herencia en vida.

A mis hermanos: Bety y Ulises. Por ser mis pilares en la vida, mi motor por el cual sigo adelante y a pesar de ser más chicos que yo me han enseñado tanto de la vida, son mis mejores amigos y grandes confidentes, compañeros de mi camino, espero siempre sepan que estaré a su lado cada vez que me necesiten.

A la granja “La Lupita”. Por abrirme las puertas de sus instalaciones y trabajar en cuerpo y alma, donde más adelante llego la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis.

Al Dr. Alberto Asiain Hoyos. Quien me instruyo para realizar este trabajo en la granja y apoyarme a despejar tantas dudas en mi tesis.

Al amor de mi vida Jesús Alberto Barrón Silva. Que nunca perdió la esperanza en mí, ha estado desde hace dos años a mi lado firme en sus convicciones por estar conmigo y levantarme cada vez que yo estaba a punto de desistir, por estas razones y muchas más se ha convertido en el gran amor de mi vida, gracias a él ya no me siento sola en Veracruz.

A mi amigo Alejandro Morales Reyes. Hermanito del alma, por estar siempre dispuesto a escucharme, ser un hombre tan capaz de lograr sus sueños por eso te quiero y te admiro, agradezco tu amistad sincera.

A Víctor Rosas. Por ser parte de mi travesía al llegar a Veracruz, compartir cosas buenas y malas, que aún recuerdo y añoro tantos momentos, por eso te llevo en mi corazón a pesar de la distancia.

A mis amigos jarochos. Que me han brindado su apoyo incondicional Luis Daniel Quime Villalobos y Manuel Alejandro Rodríguez han llegado ser parte de mi familia veracruzana.

Al Estado de Veracruz. Que me ha dado la oportunidad de trabajar y crecer profesionalmente. “Porque solo Veracruz es bello”.

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
1.- INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.- La tilapia a nivel mundial.....	7
1.2.-Ubicación taxonómica de la especie.....	10
1.3.- Principales características de la tilapia.....	10
1.4.- Cultivo de la tilapia.....	13
1.5.- Parámetros de calidad del agua.....	13
1.5.1.- Alteraciones causadas por el amonio, nitrito y nitrato en peces.....	15
1.6.- Hábitos alimenticios de la tilapia	16
1.7.- Utilización de aditivos en la alimentación.....	18
1.7.1.-Aspectos generales de la <i>Yucca schidigera</i>	18
1.7.2- Extracto de la <i>Yucca schidigera</i> en la alimentación animal.....	20
2.- OBJETIVOS.....	21
2.1.- Objetivo general.....	21
2.2.- Objetivos particulares.....	21
3.- ÁREA DE ESTUDIO.....	21

4.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
4.1.- Infraestructura experimental.....	25
4.2.- Organismos experimentales.....	26
4.3.- Alimento suministrado en el experimento.....	26
4.4.- Diseño experimental.....	28
5.- RESULTADOS.....	30
5.1.- Tasa de crecimiento de <i>Oreochromis niloticus</i> en tratamiento.....	30
5.2.- Alimento consumido por los peces en los diferentes tratamientos.....	32
5.3.- Biometrías.....	35
5.4.- Parámetros productivos.....	36
5.5.- Supervivencia.....	38
5.6.- Tiempo que tardaron los organismos en alcanzar su talla comercial.....	38
6.- DISCUSIÓN.....	39
7.- CONCLUSIONES.....	40
8.- LITERATURA.....	42

RESUMEN

En México y en muchos otros países, el cultivo de tilapia muestra una clara intensificación de sus procesos productivos, lo cual obedece a la necesidad de incrementar la productividad y optimizar el uso de una base finita y cada vez más competida de los recursos naturales. Los sistemas intensivos o de altos insumos presentan, no obstante, algunas peculiaridades y limitantes que requieren ser debidamente abordadas para garantizar su sustentabilidad. Ello implica, entre otros, la reducción de los niveles del estrés asociado a las altas densidades de cultivo, aunado a un manejo eficiente del agua y el alimento. Una alternativa novedosa para ello consiste en emplear aditivos incorporados en los alimentos balanceados que simultáneamente reduzcan la toxicidad de los compuestos nitrogenados que se generan en los sistemas de cultivo y ayuden a incrementar su eficiencia nutricional.

El extracto de la planta *Yucca schidigera* es un aditivo que se ha utilizado en sistemas de cultivo de organismos acuáticos y ha despertado un interés creciente en el sector agropecuario. (Kelly y Kohler, 2003; Martínez-Córdova *et al.*, 2008).

El presente trabajo se desarrolló en la granja acuícola de tilapia ubicada en el estado de Veracruz llamada "La Lupita", donde se evaluaron dos concentraciones del extracto de *Y. schidigera* en un sistema de cultivo intensivo. Los resultados sugieren que la utilización de este aditivo en una dosis de 2 kg de *Y. schidigera* por tonelada de alimento puede ayudar a incrementar la productividad del cultivo de tilapia en sistemas intensivos.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- La tilapia a nivel mundial

La tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757), es una de las especies con mayor potencial de cultivo por su rápido crecimiento, eficiente conversión alimenticia debido a su aceptación de alimentos naturales y dietas artificiales, por su tolerancia a una amplia gama de ambientes y resistencia al estrés y enfermedades a su habilidad para reproducirse en cautiverio (El-Sayed, 2006), así como por su aceptación en mercados regionales e internacionales.

Desde los años 70 la producción acuícola ha crecido substancialmente contribuyendo a la alimentación mundial. Las tilapias tienen una contribución a la producción mundial de aproximadamente el 20% del volumen total de peces, incrementándose en más del 85% exclusivamente entre 1984 y 1992, siendo la especie *O. niloticus* (tilapia nilótica) la equivalente al 80% de la producción (Fitzsimmons, 2001).

En el año 1998 China era el productor de tilapia más grande, equivalente a más del 50% de la producción mundial, seguida de Tailandia, Filipinas, Indonesia, Egipto, Taiwán, Brasil, Colombia, Malasia y Estados Unidos. Otros países que incrementaron notablemente su producción Israel, Cuba, México, Costa Rica, Honduras, Ecuador y Nigeria (Fitzsimmons, 2001).

Durante el 2005 la producción mundial de tilapia fue de 2.692.594 toneladas. El Continente Asiático fue el mayor productor con el 63.2% del total mundial, seguido de África y América, con un 26.6% y 10.0% respectivamente (FAO, 2007) (Tabla 1).

Tabla 1.- Producción mundial en toneladas de tilapia por especie y continente 2005

Continente	<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>	Otras	Total	%
Asia	1.428.934	61.718	21	211.622	1.702.295	63.2
África	419.889	108	255	296.890	717.142	26.6
América	84.737	183	3.085	182.181	270.185	10.0
Europa	407	0	0	171	578	0.0
Oceanía	83	2,310	1	0	2.394	0.1
Total	1.934.050	64.319	3.362	690.863	2.692.594	
%	71.8%	2.4%	0.1%	25.7%	100%	

Fuente: FAO, 2007

En el año 2005 la producción acuícola mundial de tilapia en sistemas controlados representó el 75.2% de la producción total. El 84.2% de este total es aportada por la tilapia nilótica, mientras que otras variedades son equivalentes al 13.6%.

Los productores latinoamericanos de tilapia han incrementado su producción total de tilapia a través de los años, para el año 2008, los mayores productores fueron: Brasil 96,000 t, Honduras 20,494 t, Colombia 27,300 t, Ecuador 21,000 t, Costa Rica 21,800 t, E.U. 9,072 t, Jamaica 5,800 t y el resto de América suma un total de 219,033 toneladas en producción de tilapia (FAO, 2010) (Tabla 2).

Tabla 2.-Principales productores latinoamericanos de tilapia por acuicultura 2000 al 2008 (Toneladas)

No	País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Brasil	32,459	35,830	57,031	64,857	69,078	67,851	71,253	95,091	96,000
2	Honduras	1,900	2,500	4,400	7,020	9,000	28,376	28,400	28,356	20,494
3	Colombia	22,870	22,500	23,000	23,403	27,953	24,000	27,146	27,324	27,300
4	Ecuador	9,201	10,318	12,036	16,958	18,153	19,142	19,368	20,000	21,000
5	Costa Rica	8,100	8,500	13,190	14,890	18,987	17,626	13,456	19,763	21,180
6	E.U.	8,051	8,051	9,000	9,000	9,072	7,803	9,072	9,072	9,072
7	Jamaica	4,500	4,500	6,000	2,513	4,200	4,795	7,543	5,600	5,800
		4.7%	4.3%	4.5%	1.7%	2.5%	2.7%	4.1%	2.6%	2.7%
8	El Salvador	56	29	405	654	1,775	1,955	2,739	3,563	3,600
9	México	6,726	8,845	7,271	6,751	6,516	2,151	2,929	4,632	3,689
		7.0%	8.5%	5.4%	4.5%	3.9%	1.2%	1.6%	2.1%	1.7%
Subtotal		96,143	103,488	134,748	148,461	165,734	175,699	184,771	216,301	211,135
		95.7%	94.6%	96.3%	97.8%	96.8%	97.6%	97.8%	97.4%	96.4%
Países Restantes		4,292	5,870	5,242	3,342	5,428	4,252	4,074	5,829	7,898
		4.3%	5.4%	3.7%	2.2%	3.2%	2.4%	2.2%	2.6%	3.6%
Total América		100,435	109,358	139,990	151,803	171,162	179,951	188,845	222,130	219,033
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: FAO, 2010

1.2.-Ubicación taxonómica de la especie

La tilapia es un pez teleósteo del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae, es originaria de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento (Lai,1981).

Phylum : Vertebrata

Subphylum: Craneata

Superclase: Gnathostomata

Serie: Pisces

Clase: Aetinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *O. niloticus*

1.3.-Principales características de la tilapia:

- Edad de madurez sexual: machos (4 a 6 meses), hembras (2 a 3 meses).
- Número de huevos/hembra/desove: en condiciones favorables producen más de 100 huevos hasta un promedio de 2000, dependiendo de la hembra.
- Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.

- Tipo de incubación: bucal.
- Tipo de incubación: 3 a 5 días.

- Proporción de siembra de reproductores: 1 a 2 machos por cada 3 hembras.

- Generalmente se reproducen 2 veces al año en climas tropicales y semitropicales, aunque hay casos en que alcanzan la madurez sexual a los 3 meses de edad llegándose a reproducir hasta 3 o 4 veces al año (Fig. 1).

- Tiempo de cultivo: Bajo buenas condiciones de 8 a 9 meses, cuando se alcanza un peso comercial entre 500 a 600 gramos (Khallaf, 2003).

- Las glándulas sexuales o gónadas son los ovarios en las hembras y los testículos en el macho; dichas glándulas se empiezan a diferenciar en la etapa temprana de su desarrollo entre el día 15 al 20 después de que nacen (Eckstein y Spira, 1965).

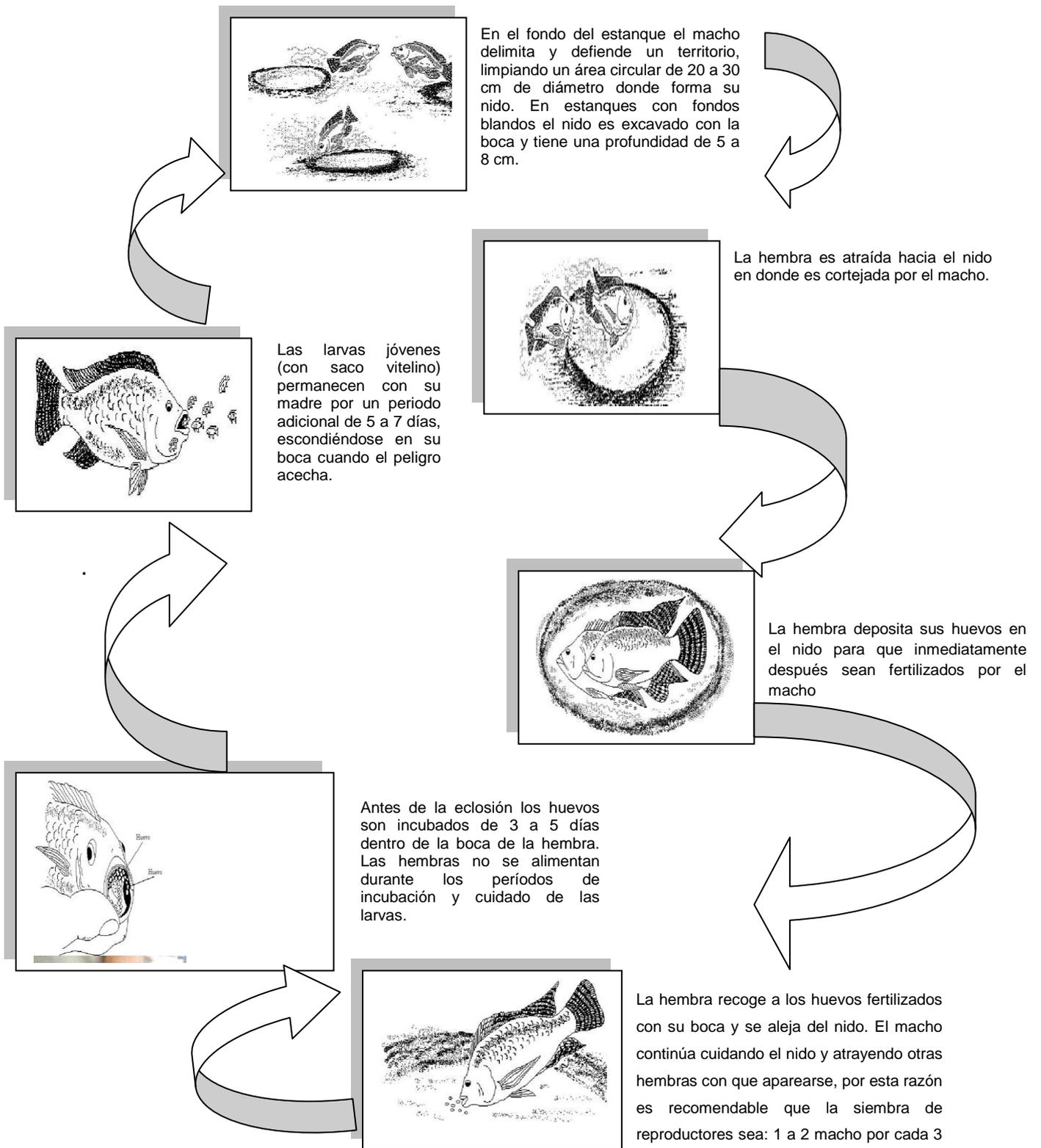


Figura 1.- Etapas de la reproducción de la Tilapia.

Fuente: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf

1.4.- Cultivo de la tilapia

En México, en particular, el cultivo de tilapia ha presentado en los últimos años una tasa de crecimiento sostenida superior al 10% (ITAM, 2007). El cultivo de tilapia se incrementó a través del tiempo y debido a ello se ha visto en la necesidad de incrementar la productividad y optimizar los recursos naturales.

La acumulación de compuestos nitrogenados constituye la principal limitante para el cultivo intensivo de organismos acuáticos, en particular cuando éste se realiza en estanques o piletas, y los recambios de agua son escasos (Eshchar *et al.*, 2006). De los diferentes compuestos nitrogenados, el más importante por su toxicidad es el amoníaco (Crab, 2007). Una alternativa novedosa consiste en emplear aditivos incorporados en los alimentos balanceados que simultáneamente reduzcan la toxicidad de los compuestos nitrogenados y ayuden a incrementar su eficiencia nutricional (Eshchar *et al.*, 2006).

1.5.- Parámetros de calidad del agua que influyen en el desarrollo de la tilapia

Los parámetros fisicoquímicos del agua que influyen durante el cultivo de la tilapia son la temperatura, el oxígeno disuelto, pH, transparencia del agua y el amoníaco. La tilapia puede tolerar condiciones no favorables para otras especies, como concentraciones de hasta 2 ppm de oxígeno disuelto en el agua, temperaturas mínimas de 14°C y concentraciones máximas de 2.0 ppm de amoníaco a consecuencia de las altas densidades de siembra en los estanques, que incrementa la exposición de los peces a concentraciones elevadas de amoníaco y nitritos (Tabla 3; Lovell, 1989).

Tabla 3.- Parámetros fisicoquímicos del agua. Rangos adecuados para el cultivo de tilapia según Lovell, 1989.

Características	Requerimientos
Temperatura	Máxima:30-34°C Óptima:24-28°C Mínima:14°C

Oxígeno disuelto	Óptimo:5 ppm Mínimo: 2 ppm
pH	Máximo: 11 Óptimo:7-8 Mínimo: 5
Bióxido de carbono	50-100 ppm
Dureza	100-170 ppm
Turbidez	Mínimo 4 cm
Transparencia	45 cm

La tilapia crece mejor en aguas de pH 7 neutro o levemente alcalino de 8. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y tolera hasta un pH de 5. El alto valor de pH de 10 durante las tardes, no la afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico (Fig. 2) (Russo y Thurston 1991).



**Figura 2.- Instrumentos con los que se mide la calidad del agua:
1.- oxímetro, 2.-potenciómetro, 3.- HATCH para medir el amonio contenido en el estanque.**

1.5.1.- Alteraciones causadas por el amonio, nitrito y nitrato en peces.

Los peces en particular, producen y excretan varios desechos por difusión (a través de las branquias) además de la orina y las heces. (Russo y Thurston 1991). La concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a las enfermedades, la reducción del crecimiento y sobrevivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen), principalmente (Russo y Thurston 1991).

En ambientes naturales, así como en sistemas acuícolas, el nitrógeno amoniacal puede encontrarse en forma ionizada (NH_4^+) o no (NH_3). La proporción de cada una depende principalmente del pH, pero también de la temperatura, salinidad, productividad del fitoplancton y el oxígeno disuelto. En concentraciones relativamente bajas el nitrógeno amoniacal no ionizado es tóxico para muchos organismos acuícolas (Russo y Thurston 1991).

El nitrato es el producto final de la nitrificación y el menos tóxico de los productos nitrogenados. En recirculación se controla eliminándolo por medio del intercambio diario de agua en el sistema. El ciclo del nitrógeno es el proceso biológico de la transformación de ciertos elementos que, de no interrumpirse, mantendrá de manera correcta el estado del agua. En pocas palabras es la oxidación del amonio (NH_3) a nitritos (NO_2^-) y luego a nitratos (NO_3^-) a través de diferentes bacterias nitrificantes (Fig. 3).



Figura 3.- Ciclo del nitrógeno.

1.6.- Hábitos alimenticios de la tilapia

Los organismos pertenecientes al género *Oreochromis* se considera como omnívoros, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. De manera secundaria consume algas unicelulares y ocasionalmente algas filamentosas, semillas de gramíneas, insectos, restos de peces, cladóceros, ostrácodos, rotíferos y copépodos, dependiendo de la disponibilidad de recursos (Jiménez y Arredondo, 2000).

Las tilapias son peces provistos de branqui-espinas con las cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimentación, consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos, esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez (Jiménez y Arredondo, 2000). Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente (Bowen,1982).

En el cultivo de tilapia el alimento balanceado es uno de los insumos principales, el cual ocupa un porcentaje alto de los costos de operación de las unidades de producción, es básicamente la materia prima con la que se produce la carne de tilapia en un tiempo que permita asegurar una rentabilidad y un mercado (Bowen,1982). La alimentación de los peces debe ser de manera manual y observando su demanda de alimento, tomando en cuenta el tamaño del bocado, debiendo considerar las distintas medidas del pellet (alimento

balanceado) adecuadas al tamaño de la boca de los peces.

Entre las compañías productoras más relevantes de alimento balanceado para tilapia son: El Pedregal Silvercup, Purina, Industrias Alicon S.A., etc. La cantidad de alimento que se debe dar a la Tilapia varía según las etapas de crecimiento en la que se encuentren los organismos (Tabla 4).

Tabla 4.- Consumo de alimento balanceado sugerido para tilapia con base en su biomasa (Teichert-Codinghton 1995; Boyd 1995; Rivera, 2002).

Periodos de Alimentación (Quincenal)		Días de Vida del pez	Etapas de Edad	Peso del Pez (g)		% de Biomasa	Cantidad de Alimento g / Pez	Unidad de medida
1º Mes	1	10 a 15	Alevín (Crecimiento) Cría	0.01	0.12	40.0%	0.048	g
	4	15 a 30	Alevín (Crecimiento) Cría	0.5	4.7	10%	0.00470	g
2º Mes	5	30 a 45	Juvenil (Crecimiento)	10	50	5%	0.0025	g
	8	45 a 60	Juvenil (Crecimiento)	70	100	3%	0.0030	g
3º Mes	9	60 a 75	Adulto		150	2	0.0030	g
	12	75 a 90	Adulto		200	1.8	0.0036	g
4º Mes	13	90 a 105	Adulto (Engorda)		275	1.7	0.00467	g
	16	105 a 120	Adulto (Engorda)		325	1.6	0.0052	g
5º Mes	17	120 a 135	Adulto (Engorda)		400	1.5	0.006	g
	20	135 a 150	Adulto (Engorda)		450	1.4	0.0063	g
6º Mes	21	150 a 165	Adulto (Engorda)		500	1.3	0.0065	g
	24	165 a 180	Adulto (Engorda)		550	1.2	0.0066	g
7º Mes	25	180 a 175	Adulto (Engorda)		600	1.1	0.0067	g

Las tablas de alimentación son sólo una guía que se debe ajustar a las condiciones de la granja para obtener mejores resultados. Los organismos se pesan por lo menos cada 30 días para determinar la biomasa, la ganancia de peso y las condiciones generales del cultivo. El oxígeno disuelto, la

temperatura del agua y el amonio-nitritos se monitorean diariamente para ajustar las raciones del alimento (Bowen,1982).

Algunas granjas de tilapia producen dentro de sus estanques plantas acuáticas como lenteja de agua y espinaca de agua para complementar la alimentación de sus peces y bajar los altos costos de alimentación (Reta, 2000). El alimento no consumido es una de las principales fuentes de contaminación de los estanques acuícolas así, como de los sistemas receptores de los afluentes (Teichert-Codingthon 1995; Boyd 1995; Rivera, 2002).

1.7.- Utilización de aditivos en la alimentación

Un aditivo es una sustancia que adicionada al alimento otorga una función nutricional, acondicionadora o profiláctica sin dañar al animal y no dejan residuos tóxicos en el producto de consumo o medio ambiente al ser usadas bajo ciertas normas. Los aditivos para alimentación animal no deben tener un efecto adverso para la sanidad animal, la salud humana o el medio ambiente, ni perjudicar al consumidor influyendo negativamente en las características distintivas de los productos animales (Carro, 2006).

Los probióticos y prebióticos pueden ser considerados como “estabilizadores de la flora intestinal”, son como microorganismos u otras sustancias definidas químicamente que suministradas a los animales tienen un efecto positivo para la flora intestinal. Los probióticos son cultivos vivos de diversos microorganismos que se administran como suplementos alimenticios a los animales y que provocan efectos benéficos en el animal hospedero mediante modificaciones en la población microbiana que alberga su tracto digestivo. La utilización de aditivos en el alimento ha surgido como una alternativa innovadora en el cultivo de tilapia en sistemas intensivos donde los recambios de agua son limitados que simultáneamente reduce el amoniaco tóxico mientras promueven el crecimiento.

1.7.1.- Aspectos generales de la *Yucca schidigera*

La *Yucca schidigera* es una planta endémica de América del Norte. Su distribución comprende desde el suroeste de Nevada y Arizona, parte central y

sur de California en Estados Unidos, hasta el desierto de Baja California en México. La planta crece hasta una altura de 4 a 5 metros en un período aproximado de 15 a 20 años (Fig. 4).



Figura 4.-Imagen de *Yucca schidigera*, de esta planta se obtuvo el extracto que se adicionó a los alimentos utilizados en la prueba.

El extracto de *Yucca schidigera* posee un alto contenido de saponinas esteroidales (tensioactivos naturales), y al ser adicionado al suelo tiene la capacidad de actuar sobre las células de las raíces, incrementando la absorción de agua y nutrientes. Asimismo interactúa con la microflora circundante, creando una rizosfera más favorable para la planta. Mejora la penetración del agua y fertilizantes, especialmente en suelos compactos o alcalinos, además de estimular el desarrollo de los microorganismos de la rizosfera, aumentando así la descomposición de la materia orgánica, modificando la estructura del suelo y dando a la planta mayor disponibilidad de humedad y nutrientes y, en consecuencia, un mejor desarrollo de la misma.

Los productos de la *Yucca schidigera* se utilizan desde hace más de veinticinco años en agricultura, como mejoradores de suelos, formulaciones foliares, agentes humectantes, agentes antiestrés y promotores del crecimiento de las plantas:

- Aumenta el rendimiento y calidad de los productos hortícolas (patatas, zanahorias, tomates, alfalfa, etc.).

- Ayuda a las plantas a soportar mejor las condiciones adversas y el estrés medioambiental. En el césped (especialmente en las instalaciones deportivas) tiene una acción anti estrés, haciendo que éste soporte mejor las condiciones climáticas adversas y tenga un crecimiento más sano y vigoroso.
- Aumenta la permeabilidad de la pared celular vegetal, optimizando la germinación de las semillas, y consiguiendo un desarrollo más rápido y profundo de las raíces, etc.

El extracto de *Yucca schidigera* se ha probado en el ganado y especies acuáticas así como el camarón. Este ingrediente natural mejora la calidad del agua en estanques de cultivo acuícola, ya que reduce la toxicidad del amonio y como consecuencia a ello se obtiene una mejor conversión alimenticia e incrementa el peso ganado en los animales.

1.7.2.- Extracto de la *Yucca schidigera* en la alimentación animal

El extracto de *Yucca schidigera* comercialmente conocido como Bioaqua es un producto manufacturado en Baja California, México, por *Baja Agro International* y comercializado a nivel mundial para su uso en acuicultura. Recientemente algunos productos añadidos a los alimentos o al agua han sido utilizados para atrapar o transformar el nitrógeno amoniacal en metabolitos inocuos (Castille y Lawrence, 2000, Kelly y Kohler, 2003), reportaron el uso de un extracto de *Y. schidigera* en el control de la excreción amoniacal en bagre de canal y tilapia. (Martínez-Córdoba, 2008).

El extracto de la *Yucca schidigera* se compone de saponinas esteroideas y glicocomponentes. Las primeras, tienen la propiedad de ser tensoactivas, por lo que permiten una mejor absorción de los nutrientes, además de acelerar la actividad microbiana de la flora intestinal, mejorando la digestión y el aprovechamiento de los alimentos.

Los glicocomponentes, son estructuras moleculares termoestables que tienen la propiedad de secuestrar al amoníaco en el tracto digestivo y en los procesos metabólicos, neutralizando sus efectos perjudiciales y convirtiéndolo en otro tipo de compuesto nitrogenado no tóxico, mejorando así las condiciones para que la flora intestinal incremente su actividad degradativa, dando como resultado, una digestión más completa. Por otra parte, estos compuestos reducen la emisión de amoníaco, sulfuro de hidrógeno y otros gases tóxicos al medio ambiente producidos en el proceso de degradación de las excretas de los animales, que traen como consecuencia mejores condiciones para la producción y mejores parámetros productivos.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Determinar el efecto de la *Yucca schidigera* en el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Stirling, en una granja acuícola comercial.

2.2.- Objetivos particulares

1. Evaluar el efecto de la *Yucca schidigera* en el crecimiento, rendimiento total, y eficiencia de conversión de alimento de *O. niloticus*.
2. Evaluar el efecto de la *Yucca schidigera* en el comportamiento de los parámetros de calidad del agua, en particular sobre compuestos nitrogenados, durante el cultivo de *O. niloticus*.
3. Evaluar el efecto de la *Yucca schidigera* en la sobrevivencia de *O. niloticus*.
4. Evaluar el efecto de la *Yucca schidigera* sobre la rentabilidad del cultivo de *O. niloticus*.

3.- ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se desarrolló en el rancho “La Lupita” s/n, propiedad de Nutriver Comercial, S.A. de C.V., ubicado en la carretera federal Veracruz –

Alvarado, km21 CP:95261, en Salinas, municipio de Alvarado, Veracruz. Las coordenadas de la localización (Fig. 5) donde se ubica la granja son: 18°57'30.25"N y 95°51'55.54"O con una elevación de -17m.

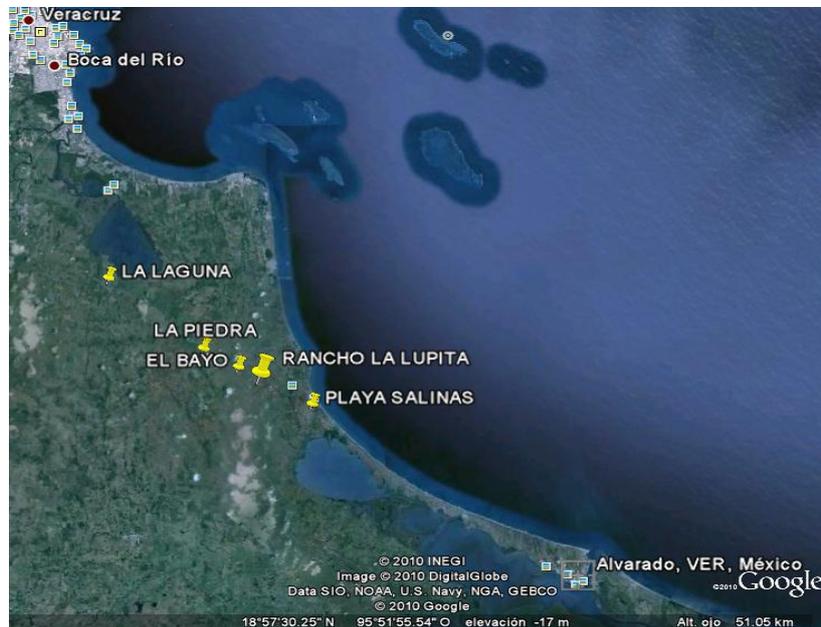


Figura 5.- Localización de la granja “La Lupita” donde se llevo a cabo el experimento.

La granja Nutriver Comercial S.A. de C.V. cuenta con un área total de cien hectáreas, de las cuales diez son las que se utilizan. Hay doce estanques de concreto de 12 m de diámetro con una profundidad promedio de 2.0 m; el llenado de estos estanques se realiza a través de un pozo profundo de 25 m aproximadamente de agua dulce con bomba sumergible de 14hp. Los estanques tienen forma cónica y en el centro se encuentra el desagüe protegido con una malla de seguridad para evitar la fuga de los organismos. Se dispone de tres módulos de recepción de agua de desecho para los 12 estanques, es decir, que por cada cuatro estanques se tiene un módulo de recepción del agua, y ésta es concentrada en un estanque de sedimentación de sólidos. Esta unidad de producción cuenta también con 12 estanques rústicos de 4,500 m² con una profundidad promedio de 1.20 m, cada estanque tiene una compuerta de entrada y una de salida, esta última construida de concreto. El llenado de los estanques se realiza con agua dulce de pozo que es

impulsada por una bomba de 25 hp, el agua pasa a través de un tubo de concreto instalado específicamente para este uso. Las descargas de agua de desecho llegan a una laguna artificial que se construyó para el vaciado de los estanques (Fig. 6).

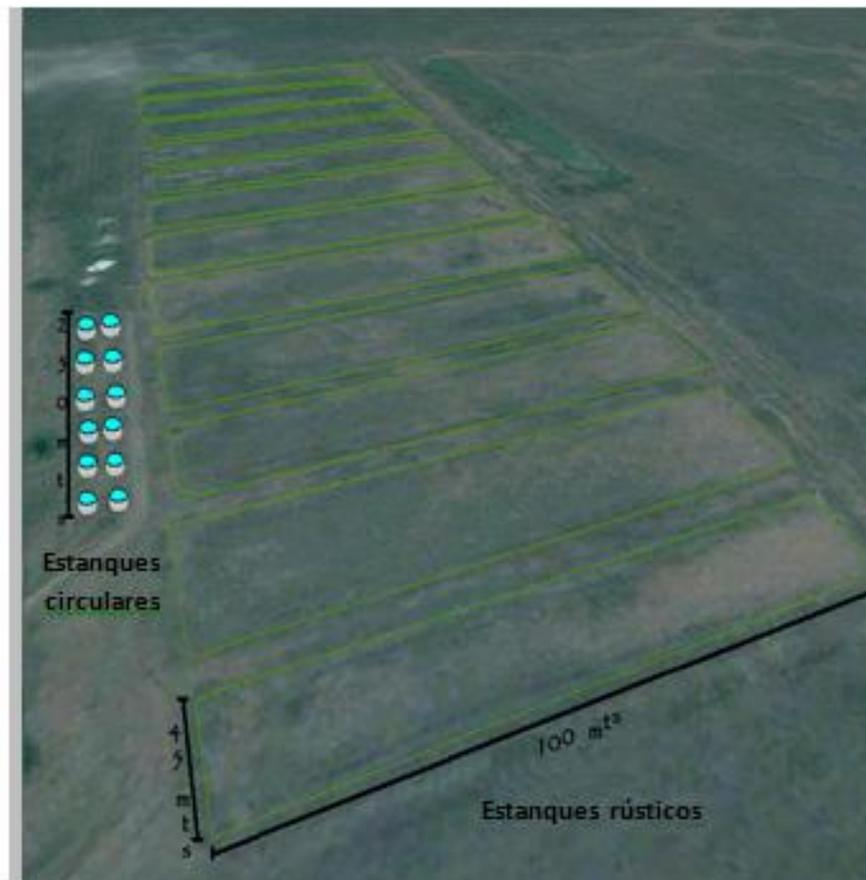


Figura 6.- Distribución de estanques circulares y rústicos dentro de la granja.

Además, se dispone de cuatro edificios, el primero (1) consta de dos pisos, en la planta alta se tiene la oficina y en la planta baja se encuentran los vestidores con baños y regaderas para empleados; el segundo edificio (2) también de dos niveles, la planta alta tiene un dormitorio con baño, la planta baja se utiliza como bodega para guardar material como cal hidratada y sal de grano; el tercer

edificio (3) es de una sola planta que funciona como cocina-comedor de empleados y el cuarto edificio (4) de un solo piso fue acondicionado para bodega de alimento (Fig. 7).

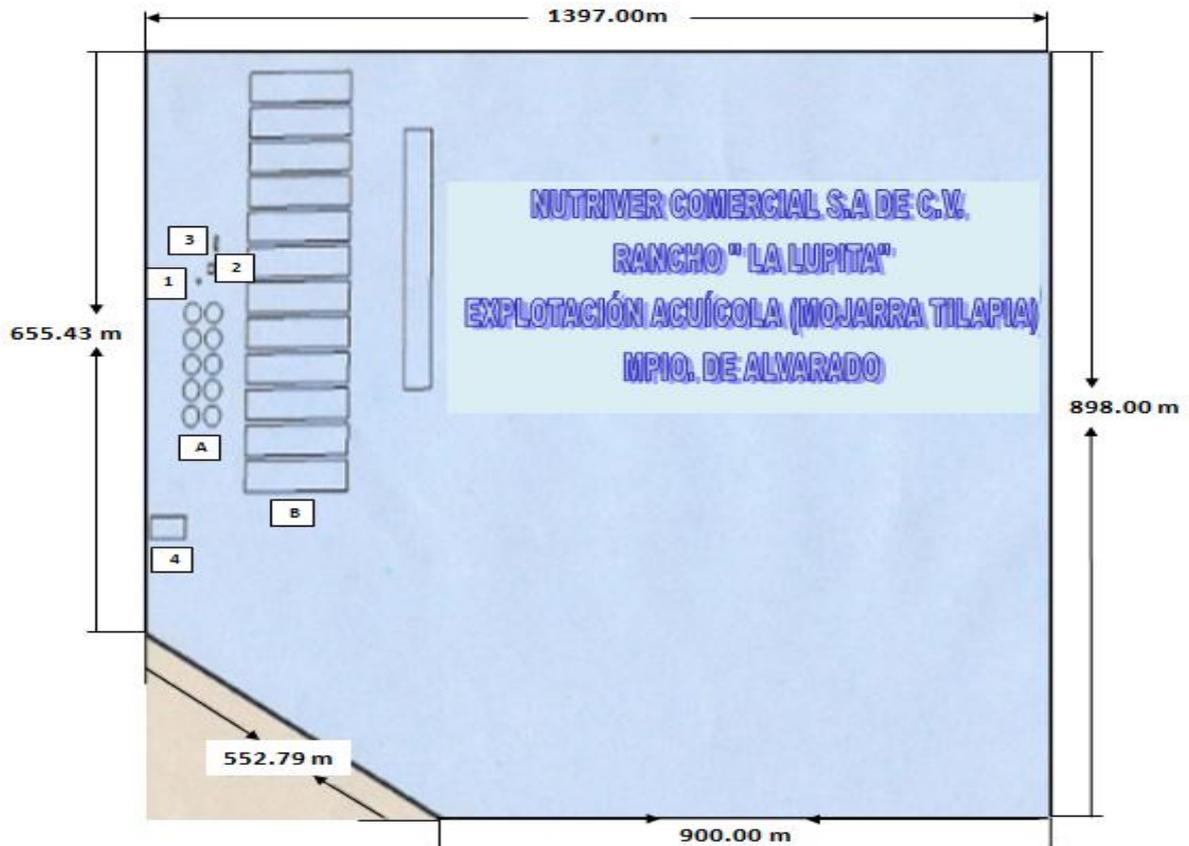


Figura 7.- Croquis de Nutriver Comercial S.A.de C.V. Rancho "La Lupita". Ubicación de cada edificio y las dos áreas: A) Estanques circulares, B) Estanques rústicos.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se expone el efecto del extracto de la *Yucca schidigera* que se adicionó al alimento balanceado para observar el comportamiento de los parámetros de calidad del agua, el crecimiento y desempeño productivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Al iniciar la prueba experimental los organismos primero estuvieron en hapas en la etapa de juveniles antes que en los estanques de concreto. Durante esta etapa se les alimentaba con Silver cup sin extracto de *Yucca schidigera*, después se cosecharon para pasarlos a los estanques de la prueba, se trató de mantener una densidad de los organismos

similar en cada uno de los estanques del experimento.

Los organismos se alimentaron a saciedad 3 veces al día con distintos tratamientos:

- a) El tratamiento T1 representa el control.
- b) El tratamiento T2 contiene 2 kg de extracto de *Yucca schidigera* por tonelada de alimento.
- c) El tratamiento T3 contiene 3 kg de extracto de *Yucca schidigera* por tonelada de alimento.

Se llevaron a cabo biometrías cada quince días a partir del 31 de agosto del 2009 hasta el 19 de febrero del 2010, en donde se tomaba una muestra de 100 organismos obtenidos de manera aleatoria y se pesaron los peces individualmente para calcular el promedio obteniendo así la biomasa final y el crecimiento en cuanto al peso de los organismos alimentados con los distintos tratamientos durante la prueba.

Al final de la prueba se contabilizaron todos los organismos que quedaban en cada uno de los estanques de prueba para poder obtener la sobrevivencia total del experimento.

4.1.- Infraestructura experimental

Para este trabajo se utilizaron tres estanques circulares de concreto de 12m de diámetro, con fondo cónico y drenaje central. Cada uno tiene capacidad para 200m³ y cuenta con equipo de aireación y toma de agua independiente. Cada estanque se utilizó para un tratamiento experimental y albergó 10,000 organismos (Fig. 8).



Figura 8.- Estanques circulares de concreto donde se llevo a cabo la experimentación.

4.2.- Organismos experimentales

Antes de comenzar el experimento los organismos fueron pre-engordados de mayo a julio de 2009, utilizando “hapas”, hasta alcanzar una talla promedio de 120g. Durante este periodo los organismos fueron alimentados con una dieta comercial (Silver Cup 30% proteína, extrudizado flotante; Fig. 9).



Figura 9.- Colocación de hapas donde estuvieron aclimatándose los organismos antes de enviarlos a los estanques circulares.

El 1º de agosto 2009 los organismos que se pre-engordaron en las hapas fueron transferidos y repartidos aleatoriamente en tres estanques circulares de concreto para dar inicio a la investigación una vez que estos alcanzaron una talla promedio de 120g.

Para el experimento se utilizaron 30,000 organismos en total de *Oreochromis niloticus* variedad Stirling. Se dividieron los 30,000 organismos en los 3 estanques circulares, poniendo en cada uno de ellos 10,000 organismos, manteniendo una densidad de siembra de 50 organismos por metro cúbico en los estanques. La prueba se desarrolló de agosto de 2009 a marzo de 2010.

4.3.- Alimento suministrado en el experimento

Durante la experimentación se utilizó alimento balanceado de Purina 3206 AP (Alta Productividad). El alimento extrudizado flotante contiene 32% de proteína y 6% de grasa. En cada tratamiento se utilizaron alrededor de 9 toneladas de alimento, suficiente para engordar 10,000 organismos de 120 g a su talla comercial (500 g), en aproximadamente 6 meses. Se aplicaron tres tipos de alimento con base al alimento comercial Nutripec[®] Purina 3206 AP enriquecido con extracto de *Yucca schidigera*.

- T1 = Testigo sin extracto
- T2 = enriquecido con 2kg de *Yucca schidigera* por tonelada de alimento.
- T3 = enriquecido con 3kg de *Yucca schidigera* por tonelada de alimento.

A través de una ventana que tenían los estanques del experimento, se verificaba que los organismos ingirieran todo el alimento que les era suministrado, sin ser molestados y evitándoles el estrés (Fig. 10).



Figura 10.- Estanque donde se aprecia la ventana por la cual se observaban a los peces y presentación del costal de alimento.

4.4.- Diseño experimental

Todos los tratamientos fueron manejados de acuerdo al procedimiento interno del manejo acostumbrado en la granja acuícola “La Lupita”, Nutriver Comercial S.A de C.V. Al inicio de la investigación, y a intervalos quincenales hasta finalizar la experimentación, se llevaron a cabo biometrías de 100 organismos obtenidos aleatoriamente de cada estanque. Para ello se utilizaba una atarraya y cubetas de plástico. Los organismos se pesaban individualmente utilizando una báscula digital con precisión de 1g (Fig. 11).



Figura 11.- Lanzamiento de atarraya con la que se tomaban muestras de organismos para realizar las biometrías.

Los organismos se alimentaban tres veces al día (8:00, 12:00 y 15:00), siguiendo las tablas de alimentación de la granja y de acuerdo a la densidad y talla de los organismos (Fig. 12).



Figura 12.- Alimentación de los organismos en el estanque de prueba.

Los muestreos de calidad de agua (oxígeno disuelto, temperatura, pH y nitrógeno amoniacal total) se medían con un oxímetro digital YSI 550A, un potenciómetro digital HANNA, y un monitor de nitrógeno amoniacal total (NAT) YSI Professional Plus (HATCH). A manera de respaldo se utilizaron kits TETRA para monitoreo de NAT (nitrógeno amoniacal total). La aireación y los recambios de agua se adecuaban dependiendo de las condiciones de cada estanque. Se llevó a cabo un registro detallado de cada estanque en una bitácora para concentrar la información del cultivo en todos sus aspectos. Al término de la investigación se registró el número total de organismos y su peso individual (Fig. 13).



Figura 13.- Instrumentos con los que se pesaba cada organismo para

realizar la biometría.

5.- RESULTADOS

5.1.- Tasa de crecimiento de *Oreochromis niloticus* en tratamiento

Los organismos alimentados con una dieta control la cual no contenía *Yucca schidigera*; al final del experimento su biomasa fue de 4,152, el crecimiento de los peces a lo largo de la prueba fue de 3,102 kg. A diferencia de los organismos que fueron alimentados con una dieta de 2kg de *Yucca schidigera* / ton de alimento la biomasa final fue de 4,660 kg, el crecimiento a lo largo de la prueba fue de 3,510 kg. Los peces alimentados con una dieta de 3kg de *Yucca schidigera* / ton, obtuvieron una biomasa final de 4,523 kg, y su crecimiento fue de 3,153 kg. (Fig. 14).

Tratamiento	Biomasa final	Crecimiento
Control	4,152	3,102
2kg <i>Yucca s.</i>	4,660	3,510
3kg <i>Yucca s.</i>	4,523	3,153

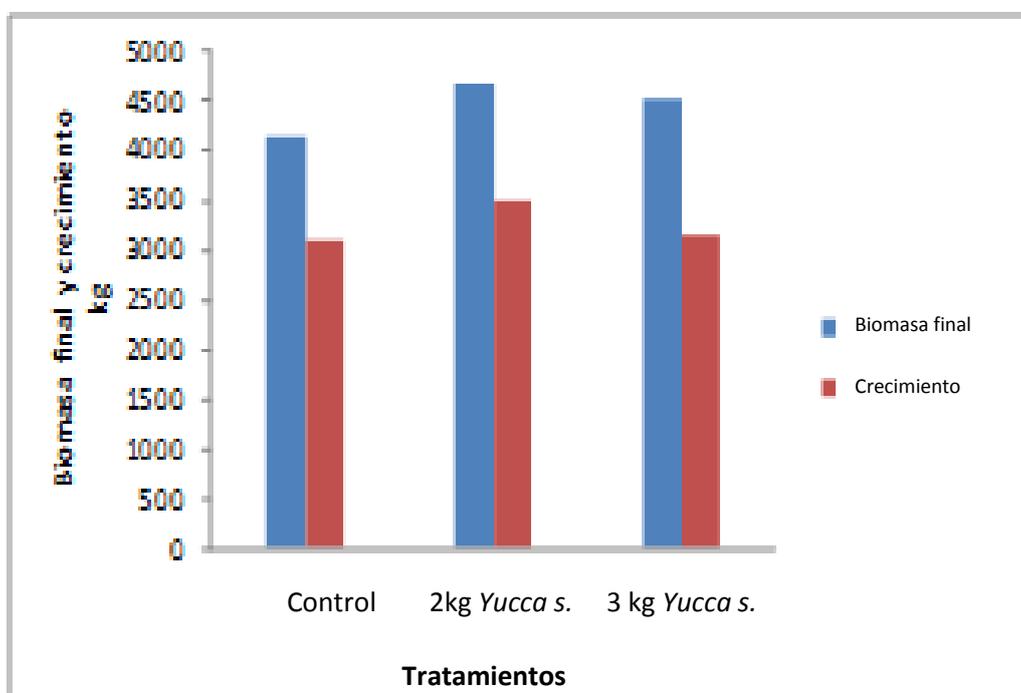


Figura 14.- Biomasa final y el crecimiento de los organismos alimentados

con los distintos tratamientos.

La desviación estándar que se obtuvo por los organismos que consumieron el tratamiento que contenía 2kg *Yucca schidigera* / ton es mayor en comparación con la de los organismos que consumieron los otros tratamientos, por lo tanto los organismos que consumieron la dieta de 2kg de *Yucca schidigera* se separan de los demás (Fig. 15).

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
Control	332.3	140.8
T2=2Kg <i>Yucca schidigera</i> / ton	355.0	170.5
T3=3kg <i>Yucca schidigera</i> / ton	332.7	149.8

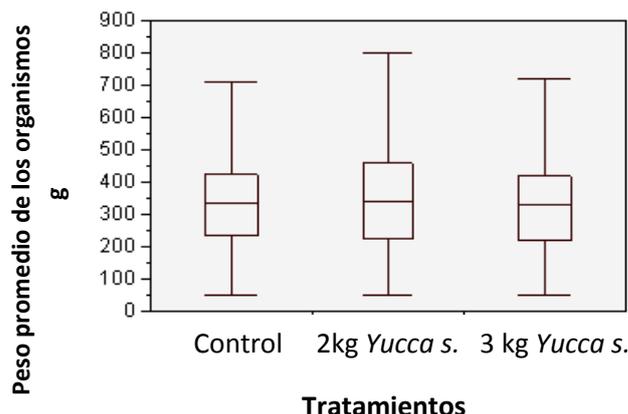


Figura 15.-Peso promedio final de los organismos que se alimentaron con los distintos tratamientos durante la prueba.

Por medio de una prueba de Tukey se compararon entre sí los tratamientos que se utilizaron para alimentar a los organismos y se obtuvo que los alimentados por el tratamiento que contenía 2kg de *Yucca schidigera* se separo de los demás tratamientos ya que se obtuvo un peso promedio de 355.0 g durante la prueba. Por lo tanto se puede observar que estos organismos obtuvieron mejores resultados en cuanto a crecimiento y biomasa (Tabla 5).

Tabla 5.- Peso promedio de los organismos que se alimentaron con los tratamientos de la prueba.

Tratamiento	Nivel	Promedio
2kg <i>Yucca schidigera</i> / ton	A	355.0
3kg <i>Yucca schidigera</i> / ton	B	332.7

Control	B	332.3
---------	---	-------

5.2.- Alimento consumido por los peces en los diferentes tratamientos

La ingestión del alimento de los organismos fue distinta en cada tratamiento que se suministró. La cantidad de alimento que consumieron los organismos durante toda la prueba (Fig.16). El alimento que consumieron los organismos por día se muestra en la Fig.17.

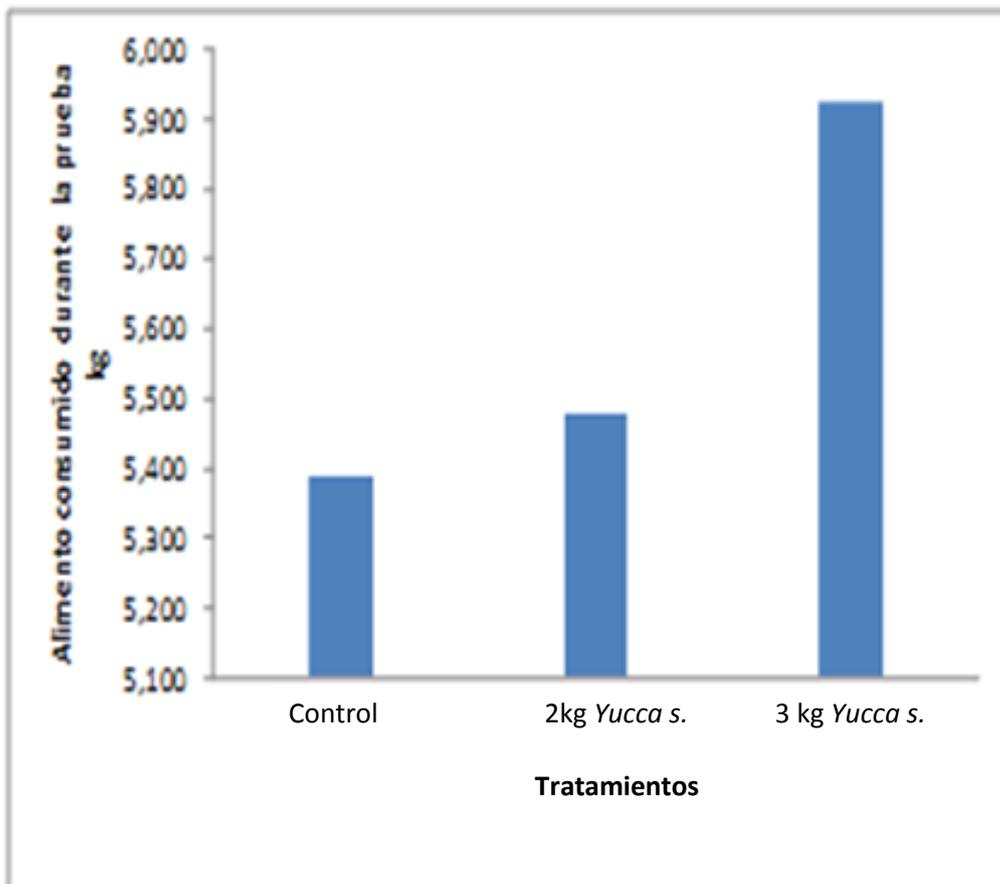


Figura 16.- Alimento consumido por los organismos en cada tratamiento durante la prueba.

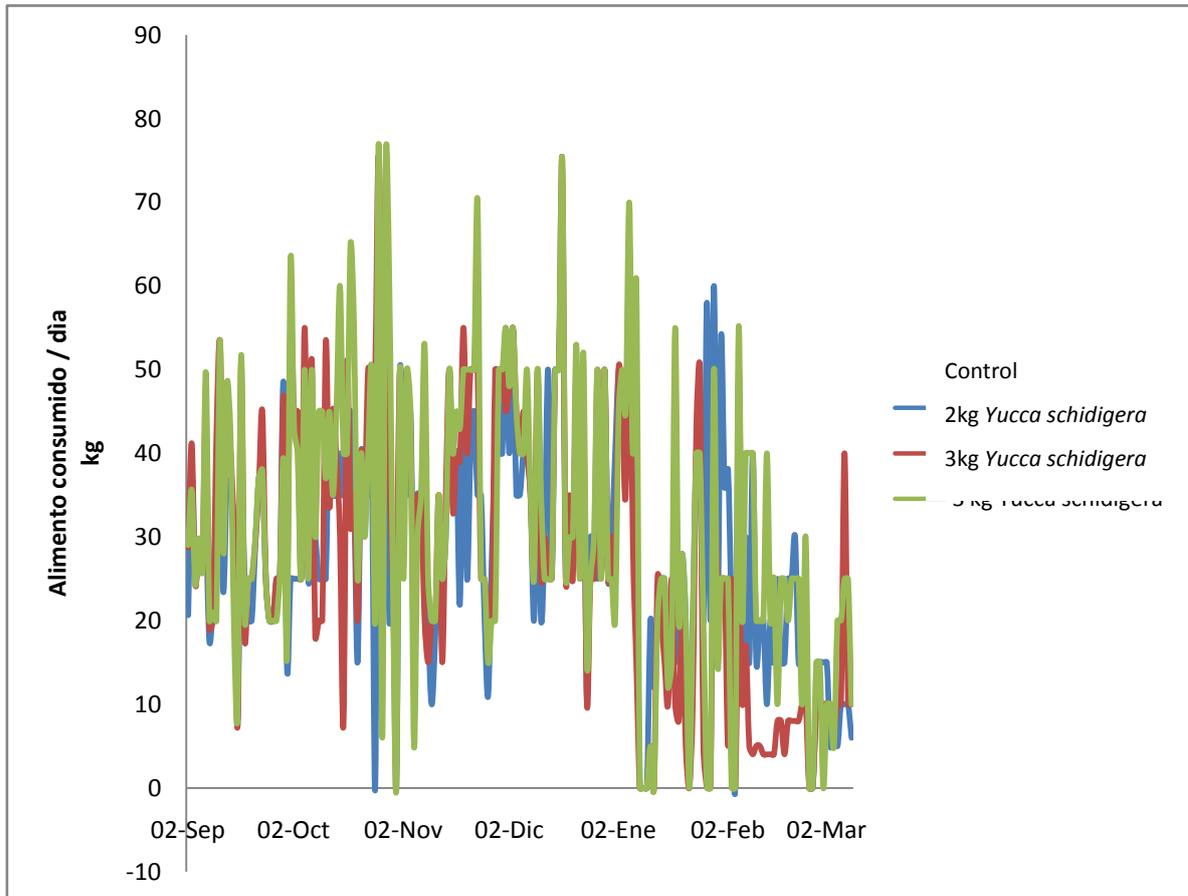


Figura 17.- Alimento que los organismos consumieron de cada tratamiento / día

Los tratamientos que se utilizaron para alimentar a los organismos se compararon mediante un análisis de ANOVA, en el cual se demuestra que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a:

Los tratamientos que fueron ingeridos por los organismos ($F=26.99$; $gl= 2, 3$; $P < 0.05$), el crecimiento que se obtuvo durante la prueba ($F= 379.02$; $gl= 10, 11$; $P < 0.05$); y los distintos tratamientos administrados vs tiempo ($F= 5.31$; $gl= 20, 21$; $P < 0.05$).

Tabla 6.- Análisis de varianza de los tratamientos

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P
Tratamiento	354017	2	286913	26.99	0.000
Tiempo	41183049	10	4928911	379.02	0.000
tratamiento*tiempo	1129308	20	56465	5.31	0.000
Error	33919612	3191	10630		
Total	76585986	3223			

En los organismos que consumieron el tratamiento control se obtuvo un factor de conversión alimenticia de 1.7, es decir, se necesitó de 1.7 kg de alimento para convertirse en 1 kg de biomasa en los organismos. Los organismos que se alimentaron con el tratamiento de 2kg de *Yucca schidigera* / ton de alimento obtuvieron un factor de 1.6, es decir, se necesitó menos kg de alimento para convertirlos en biomasa y los organismos alimentados por el tratamiento que contenía 3kg de *Yucca schidigera* / ton se obtuvo el factor de conversión alimenticia más alto que fue de 1.9 (Fig. 18).

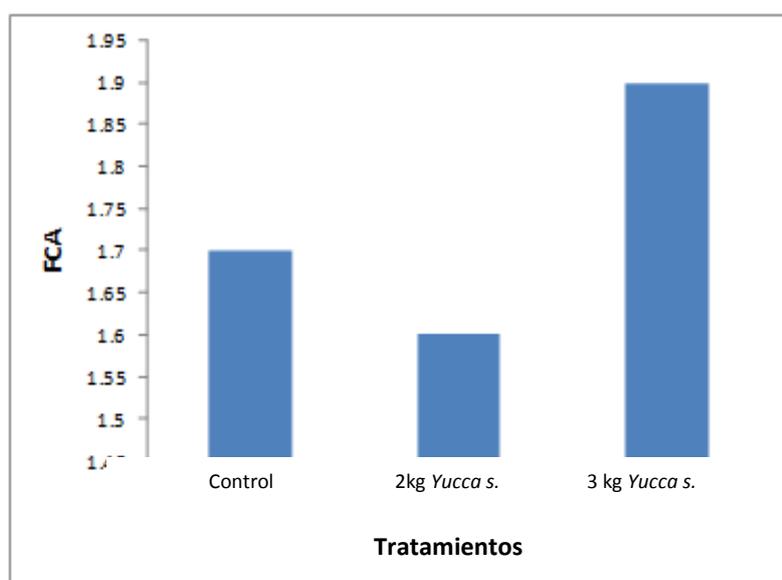


Figura 18.- Factor de conversión alimenticia (FCA) de cada tratamiento

Para calcular el factor de conversión alimenticia se debe contar con los datos siguientes: 1) Kilogramos de alimento racionados a los peces y 2) conocer la cantidad necesaria de alimento para convertirlo en un kilogramo de pez.

En este orden de ideas, el alimento que se racionó en los estanques de prueba fue pesado y se verificó que fuera consumido en su totalidad por los organismos a través de la ventana con la que contaban los estanques para poder observar su alimentación, así fue como se calculó el factor de conversión alimenticia.

5.3.- Biometrías

Los organismos que consumieron el tratamiento que contenía 2kg de *Yucca schidigera* crecieron más en comparación con los otros tratamientos, fueron significativamente más grandes ($P < 0.05$), y obtuvieron la mejor tasa de conversión de alimento en comparación con los que se alimentaron por el control y el tratamiento de 3kg de *Yucca schidigera* (Fig.19).

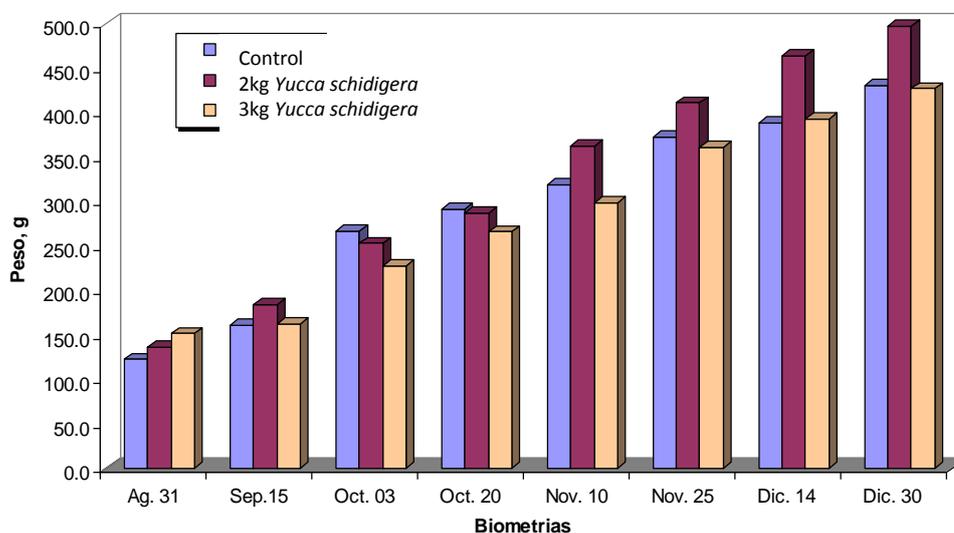
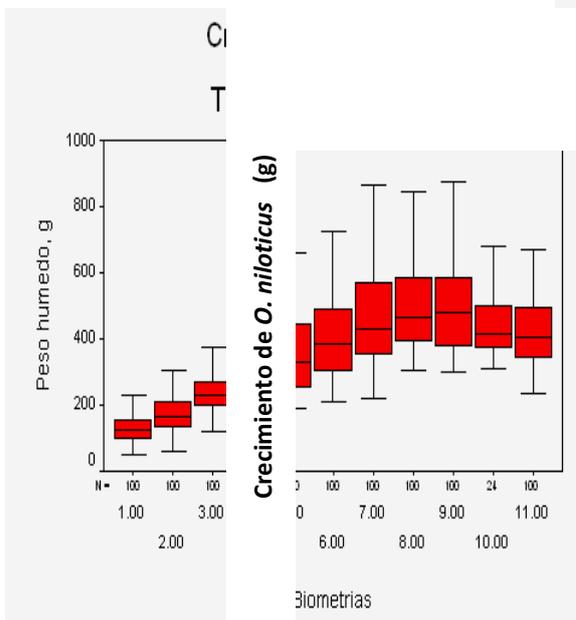
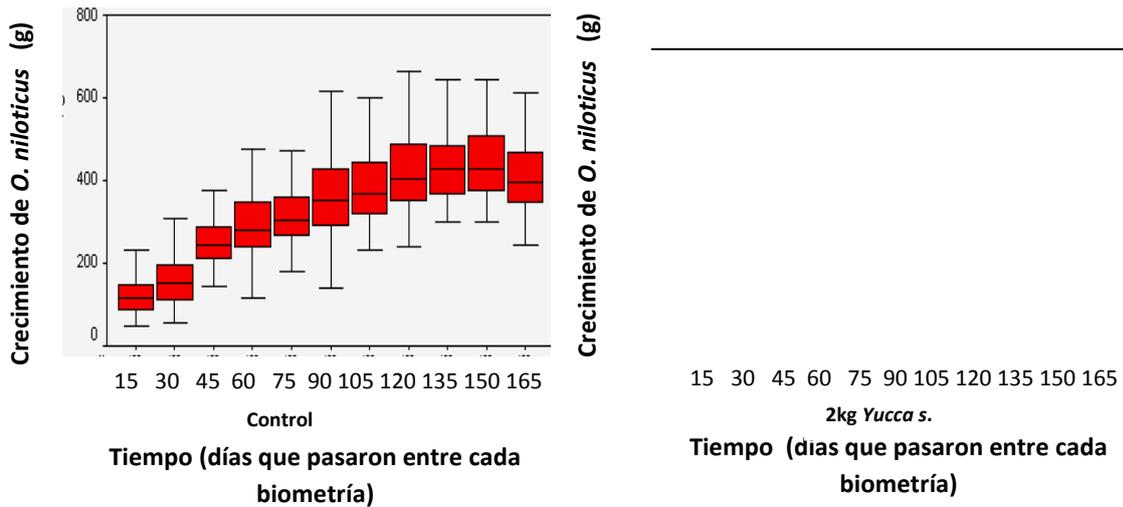
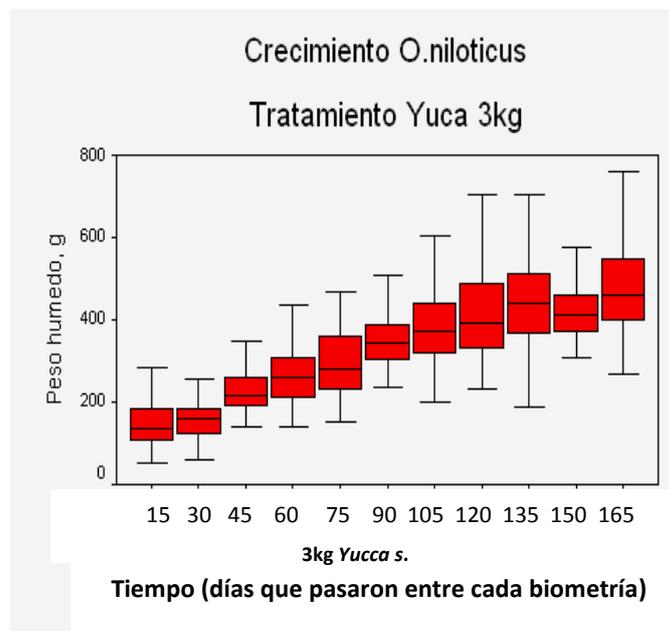


Figura 19.- Curvas de crecimiento de los organismos en cada biometría que se realizó durante la prueba.

Las biometrías durante la prueba se realizaron cada quince días, de las cuales se obtenía el crecimiento en cuanto al peso de los organismos que fueron alimentados con los distintos tratamientos (Fig. 20).





Figu 20.- Crecimiento de los organismos, que se obtuvo por medio de las biometrías realizadas cada quince días.

5.4.- Parámetros productivos

Los organismos que se alimentaron con una dieta de 3kg de *Yucca schidigera* obtuvieron una mayor sobrevivencia y hubo un rápido flujo de efectivo en cuanto a los organismos que se alimentaron con la dieta que contenía 2kg de *Yucca schidigera* ya que alcanzaron su talla comercial en un menor tiempo en comparación con los organismos que se alimentaron con las otras dietas. En la Tabla 7 se muestran los parámetros productivos que se obtuvieron con las dietas administradas a los organismos para la prueba.

Tabla 7.- Parámetros productivos de tilapia alimentada con tres diferentes dietas

	T1=Control	T2= 2 kg <i>Yucca schidigera</i> / ton	T3= 3 kg <i>Yucca schidigera</i> / ton
Biomasa inicial, kg estanque-1	1,050	1,150	1,370
Biomasa final, kg estanque -1	4,152	4,660	4,523

Biomasa total ganada, kg estanque-1	3,102	3,510	3,153
Sobrevivencia %	77	87	93
Meses para cosecha total	8	7	8
Alimento consumido, kg	5,388	5,480	5,926
Factor de conversión alimenticia	1.7	1.6	1.9
A=Costo de alimento, MX\$ kg	7.2	7.3	7.4
Precio de venta del pescado, MX\$ estanque-1	36	36	36
B=Ingresos por ventas, MX\$ estanque-1	149,472	167,760	162,828
B-A=Utilidad bruta asociada al uso del alimento sin considerar otros costos de producción MX\$ estanque-1	110,678	127,756	118,975
Beneficio económico para el productor por el uso de BIOAQUA en el alimento MX\$ estanque-1	0	17,077	8,297

5.5.- Sobrevivencia

Los organismos alimentados por los distintos tratamientos obtuvieron una tasa de sobrevivencia diferente en cada uno de los casos, los organismos que consumieron una dieta con 3kg de *Yucca schidigera* alcanzaron una sobrevivencia del 93%, para los que se alimentaron con la dieta de 2kg de *Yucca s.* obtuvieron una sobrevivencia del 87%, en cambio los que consumieron el tratamiento Control obtuvieron una sobrevivencia del 77% únicamente (Fig. 21).

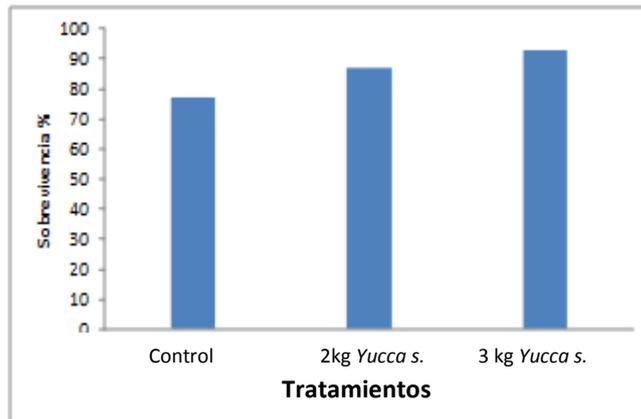


Figura 21.- Supervivencia de los peces tratados con los tres tratamientos

5.6.- Tiempo que tardaron los organismos para alcanzar su talla comercial

Los organismos alimentados con una dieta enriquecida por 2 kg de *Yucca schidigera* / ton alcanzaron una talla comercial de 500g, aproximadamente un mes antes que los organismos que consumieron las otras dietas (Fig. 22).

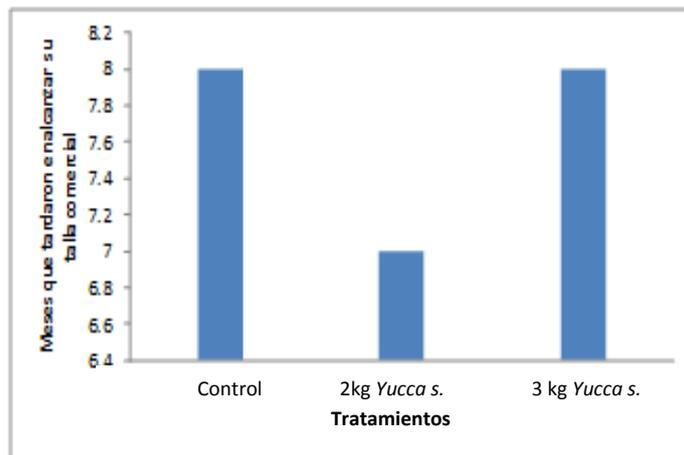


Figura 22.- Tiempo que tardaron los organismos para alcanzar su talla comercial

6.- DISCUSIÓN

En el presente trabajo se observó el efecto del extracto de la *Yucca schidigera* en el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). Los tratamientos empleados para realizar la prueba fueron 3 uno era el control, otro fue el tratamiento 2 el cual contenía 2kg de *Yucca schidigera* / ton de alimento y, el tercero que tenía 3kg de *Yucca schidigera* /ton.

A partir de la quinta biometría que se realizó y por el resto del ensayo, los organismos alimentados con el tratamiento 2 fueron más grandes ($P < 0.05$), y obtuvieron la mejor tasa de conversión de alimento. No obstante, entre el grupo control y los alimentados con el tratamiento 3 no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Una consecuencia directa de este fenómeno fue que el productor estuvo en condiciones de comenzar a cosechar y vender producto de talla comercial (500g) del estanque alimentado con 2kg de *Yucca schidigera* / ton, aproximadamente un mes antes que los estanques alimentados los otros tratamientos.

En términos generales, se observó que las dietas enriquecidas con el extracto de *Yucca schidigera* mejoraron, la mayor sobrevivencia se obtuvo con el tratamiento 3. Desde el punto de vista económico y sin considerar otros costos de producción, aparte de los asociados al alimento, el uso de las dos concentraciones evaluadas se tradujo en un beneficio económico para el productor.

Considerando como ejemplo la granja “La Lupita”, donde se realizó la prueba, tomando en cuenta que utiliza 12 estanques de engorda, con capacidad para 5 toneladas cada uno, similares a los 3 utilizados en el experimento, podemos inferir que al utilizar el tratamiento 2 de 2kg del extracto de *Yucca schidigera* por tonelada de alimento, el productor tendría un beneficio directo de aproximadamente \$ 205,000, durante cada ciclo de engorda.

Las saponinas, un esteroide natural obtenido del tallo de la planta de la *Yucca schidigera*, físicamente aglutina (secuestra) el amoníaco, reduciendo los niveles de amoníaco libre. Como los alimentos pasan a través del estómago, el amonio presente es aglutinado por el extracto de la *Yucca schidigera* que contiene el alimento, mismo que del organismo a través de las excretas de los animales (Kelly y Kholer, 2003).

Otro beneficio importante que se ha encontrado con la inclusión de extracto de *Yucca schidigera* en los alimentos es el de aumentar la vida útil de las

instalaciones de las granjas, al disminuir la corrosión de los metales galvanizados, el resultado de esta acción se pudo observar en el desarrollo del trabajo, ya que hubo una reducción del amonio, evitando la destrucción de las instalaciones y durabilidad de los materiales (Crab, 2007). Por otra parte, la aplicación de extracto de *Yucca schidigera* en granjas acuícolas ha reportado excelentes resultados en la reducción significativa en los niveles de amonio y nitritos, mejorando sustancialmente la calidad del agua y por ende la productividad de las granjas (Crab, 2007). Está es la primera vez que se aplica el extracto de la *Yucca schidigera* en el cultivo de la tilapia en Veracruz, obteniendo excelentes resultados.

7.- CONCLUSIONES

- Se observó que las concentraciones evaluadas de *Y. schidigera* (T2 y T3) fueron inocuas para los organismos cultivados y favorecieron el desempeño productivo de tilapia bajo condiciones intensivas y comerciales de cultivo.
- El alimento comercial enriquecido con 2kg de *Yucca* por tonelada, fue el que mostró un mejor desempeño en términos de crecimiento y factor de conversión alimenticia obteniendo el producto total un mes antes para la venta.
- La sobrevivencia más alta se observó en T3 con el alimento comercial enriquecido con 3kg de *Y. schidigera* por tonelada (Fig. 32), puede ser debido al efecto en la calidad del agua asociado a la disminución de la toxicidad del amonio.
- Es la primera vez que se utiliza el extracto de *Yucca schidigera* en el cultivo de tilapia en Veracruz con excelentes resultados.
- El uso de la *Yucca schidigera* podría aumentar la vida de las instalaciones de la granja, ya que los tratamientos aplicados con el extracto de *Yucca schidigera* se ha comprobado en otros cultivos así

como el camarón que disminuye la corrosión de los metales galvanizados, de igual manera se observó en esta prueba que ayudo a mantener los estanques más limpios debido a la disminución del amonio en el agua, lo cual hace que las instalaciones duren más tiempo.

8.- LITERATURA

Alamilla, H. 2001. Cultivo de tilapia. Techni-Campo. México. 19pp.

Alceste, C. 2001. Status of tilapia aquaculture. Aquaculture Magazine Buyer's Guide. 2001: 50-58.

Álvarez, T. P. C., Ramírez y MA., Orbe. 1999. Desarrollo de la Acuicultura en México y Perspectivas de la Acuicultura Rural. Dirección General de Investigación en Acuicultura. SEMARNAP. México. 20-34.

Arredondo, B., A. Beltrán y M. Torres.1994. Desarrollo científico y tecnológico del banco de genoma de tilapia. Convenio SEPESCA/UAM-I. Secretaría de Pesca.87- 89.

Arredondo, D. 1991. Comparación de 3 sistemas de abonos para la producción, sobrevivencia y levante masivo de alevinos de tilapia roja (*O. mossambicus albina* x *O. niloticus*). Tesis. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 36-68.

Arredondo, F. J. L. 1993. Fertilización y fertilizantes: su uso y manejo en la Acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F. 25-30.

Barg, U. C. 1992. Orientación para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera. Documento Técnico de Pesca No. 328, FAO. Roma, Italia. 138 pp.

Basurto, M. 1995. Algunos aspectos reproductivos de la tilapia *Oreochromis niloticus* en la Laguna de Chila, Veracruz. Biotam. Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos, México. Vol 6, No. 3:32-41.

Bowen, S. H. 1982. Feeding, digestion and growth-qualitative considerations. Department of Biological Sciences. Houggtton, Michigan No. 5. p.141-183.

Carro, M. D., M. J., Ranilla y M. L., Tejido. 2006. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. Ponencia presentada en las XXXI Jornadas Científicas de la SEOC (Zamora) 7, No. 3:26-37.

Castille, F. y A.L. Lawrence. 2000. Absence of interaction of micro-aid cholesterol on growth and survival of the shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aqua Joint Meeting of the European Aquaculture Society and the World Aquaculture Society, Special publication No.28:113.

Castillo, L.F. 2003. Desarrollo del cultivo en América Latina “contexto y perspectiva internacional”. Panorama Acuícola Magazine, Mayo/Junio de 2003, Vol. 8 No 4:30-34.

Castillo, L.F. 2003. La tilapia en México. Panorama Acuícola Magazine. Vol. 8 No 6. p. 54-56.

Crab, R. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*. 270.1-14.

Eckstein, S. y M. Spira. 1965. Effects of adrenosterone on gonadal and body growth in *Tilapia nilotica* (Teleostei, Cichlidae). Department of Zoology, The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel.20-23.

El-Sayed, A. F. 2006. Tilapia culture. CABI Publishing. Aquaculture.179:149-168.

Eshchar, M. 2006. Intensive fish culture at high ammonium and low pH. Aquaculture. 255, 301-313.

FAO. 2000. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2000. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).Roma, Italia. 92-96.

FAO. 2002. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2002. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma, Italia.9.

FAO. 2003. El papel de la acuicultura en la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición 2003. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 29^o periodo de sesiones, Roma, Italia.12-14.

FAO. 2006. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma, Italia.12-15.

FAO 2008. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), Roma, Italia. 218pp.

FAO. 2009. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2009. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).Roma, Italia.197 pp.

FAO 2010. El estado mundial de la pesca y acuicultura 2010. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Roma, Italia. 242 pp.

Fiztsimmons, K. 2001. Tilapia production in the americas. Proceedings of the tilapia 2001 International Technical and Trade Conference on Tilapia. Kuala Lumpur, Malasya. 7-16.

Herpher, B. and Y. Pruginin.1982. Tilapia culture in ponds under controlled conditions. Fish and Aquaculture Research Station.185-203.

ITAM. 2007. Programa Maestro Nacional de Tilapia. Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)/CONAPESCA/CANAINPESCA/Centro de Estudios de Competitividad. México.342pp.

Jiménez, B. y.J.L. Arredondo. 2000. Manual técnico para la reversión sexual en Tilapia. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, D. F.37 pp.

- Kelly, A.M. y C.C., Kholer. 2003. Effect of *Yucca schidigera* on growth, nitrogen retention, ammonia excretion, and toxicity in channel catfish *Lofaturus punctatus* and hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*. J World Aquacul Soc. 34,156-161.
- Khallaf , E.A., M. Galal. y M. Authman. 2003. The Biology of *Oreochromis niloticus* in a Polluted Canal. Ecotoxicology. Vol. 12. No. 5, 405-416.
- Lai, Ch. y F. L. Huang. 1981. A bibliography of tilapia (family *Cichlidae*) in Taiwan. Aquaculture, 22:395.
- Lovell, C. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold Publishers, New York, USA. 256 pp.
- Martínez-Córdova, L.R. y A., Campaña-Torres. 2008. Efectos de la inclusión dietaria de *Yucca schidigera*, en los parámetros de calidad del agua y producción del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aqs. México. 16, 4-10.
- Morales, A. 1991. La tilapia en México. Datos biológicos. Inst. Nac. Pesca. 35pp.
- Morales, J. 1982. Acuicultura marina animal. Ediciones Mandin Prensa, Madrid, España, 629 pp.
- Pillay, R. 1997. Acuicultura: Principios y prácticas. LIMUSA (eds). México, D.F. 699 pp.
- Ramírez, A. 1992. Crecimiento y conversión alimenticia de tilapia roja (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum* x *O. aureus*) utilizando un concentrado comercial de diferentes porcentajes de proteínas en distintas condiciones de siembra. Tesis. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 57-65.
- Ramírez, C. y V., Sánchez. 1997. La acuicultura y el sector social. Subsecretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México. 75 pp.
- Reta, M. 2000. Manual de cultivo de tilapias en estanques rústicos. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. 32pp.
- Riveli, S. 2001. Ensayo de cultivo de tilapia en jaulas. Revista AquaTic. No.15.201.
- Russo, R.G. y R.V., Thurston. 1991. Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to fishes, Aquaculture and Water Quality. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. 58-89

Sánchez, T y W. Gómez.1986. Rendimiento corporal de *Oreochromis aureus* en cultivo intensivo. Ministerio de la Industria Pesquera. Empresa Nacional de Acuicultura. Boletín Técnico No. 45. 4pp.

Sosa-Fragoso, G. 2009. Situación actual de la acuicultura en Veracruz. Desarrollo Acuícola. La revista de los acuicultores veracruzanos. No. 2 Vol. 2. AVAC. Edición Especial WAS. 25-40.

Techert-Coddington, D. 1995. Estuarine water quality and sustainable shrimp mariculture in Honduras, The World Aquaculture Society Meeting. San Diego California.144-156.

Zelaya, O. 1998. Análisis de la calidad del agua en cultivos comerciales de tilapia en Honduras. Proyecto Especial del Programa. Honduras. 28 pp.

Páginas web consultadas:

- [http:// www.acuicola.com](http://www.acuicola.com).
- [http:// www.anagalide.com](http://www.anagalide.com).
- [http:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf.
- http://www.veracruz.com.mx/vera_climas.html.