



Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión
en **Ganadería Tropical**



27° día del Ganadero



Pláticas demostrativas:

- Botón de oro: alternativa de complementación para ovinos en pastoreo.
- Evaluación de la salud reproductiva del toro.
- Importancia de los arneses en los équidos de trabajo.
- Tilapia Pargo-UNAM: manejo reproductivo y un esquema de producción de autoconsumo.

viernes
28 junio
2019

Rancho "El Clarín"
a partir de las 9:00 h

Aportación voluntaria



Informes:

Tel.: 01 232 324 3941 al 43
CEIEGT FMVZ-UNAM, km 5.5 carretera
federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan,
Tlapacoyan, Veracruz.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIRECTORIO

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria

Dra. Mónica González Contró
Abogada General

Mtro. Néstor Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

Dr. Jorge Volpi Escalante
Coordinador de Difusión Cultural

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIRECTORIO

Dr. Francisco Suárez Güemes
Director

Dr. José Ángel Gutiérrez Pabello
Secretario General

LAE José Luis Espino Hernández
Secretario Administrativo

MPA Eduardo Posadas Manzano
Secretario CEIE

MSc Alejandro Rodríguez Monterde
Secretario de Medicina

CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN GANADERÍA TROPICAL

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Director Técnico

C. Rocío Macegoza Castellanos
Delegada Administrativa

PERSONAL ACADÉMICO DEL CEIEGT

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz

Dr. Epigmenio Castillo Gallegos

Dr. Manuel D. Corro Morales

MVZ. Cristino Cruz Lazo

Dr. José Antonio Fernández Rodiles

MVZ. José Antonio Fernando Martínez

Dr. Agustín Fernández Salas

MVZ. Leticia Galindo Rodríguez

Dr. Mario Garduño Lugo

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

MC. Fernando Livas Calderón

MPA. Germán Muñoz Córdova

MC. Eliazar Ocaña Zavaleta

EDV. Mariana Isabel Olivares Salazar

MC. Hugo Pérez Ramírez

Dra. Rosa Elena Riaño Marín

Dra. Ivette Rubio Gutiérrez

MPA. Adriana Saharrea Medina

IAZ. Martha Salazar Ulloa

Dra. Elke von Son de Fernex

INSTRUCTORES E INSTRUCTORAS

Dr. Epigmenio Castillo Gallegos

MVZ. Cristino Cruz Lazo

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

Dra. Ivette Rubio Gutiérrez

MPA. Adriana Saharrea Medina

OT. Luis Aguilar Arreola

MVZ. José Antonio Fernando Martínez

Dr. Mario Garduño Lugo

MPA. Germán Muñoz Córdova

IAZ. Martha Salazar Ulloa

COORDINACIÓN

MVZ. Leticia Galindo Rodríguez

Dra. Rosa Elena Riaño Marín

C. Rocío Macegoza Castellanos

EDICIÓN

Dra. Rosa Elena Riaño Marín

El contenido de los documentos escritos aquí es responsabilidad exclusiva de los autores. No se permite la reproducción total o parcial del presente documento.

AGRADECIMIENTOS

A las empresas patrocinadoras del 27° Día del Ganadero 2019 por su importante apoyo para la realización de este evento.

Al personal académico del CEIEGT quienes permanentemente cumplen con las tres tareas sustantivas de la UNAM: investigación, docencia y difusión.

Al personal administrativo del CEIEGT quienes con sus acciones contribuyen de forma significativa al desarrollo de esta destacada actividad de difusión.

Al estudiantado de la FMVZ UNAM y otras instituciones educativas por sus contribuciones en las diversas actividades.

Í N D I C E

	Página
Prólogo	1
Botón de oro: alternativa de complementación para ovinos en pastoreo.	2
Evaluación de la salud reproductiva del toro.	18
Importancia de los arneses en los équidos de trabajo.	33
Programa reproductivo de tilapia Pargo-UNAM	47
Módulo de producción de tilapia para la autosuficiencia alimentaria y autoempleo.	67

P r ó l o g o

El Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical “Rancho el Clarín” (FMVZ-UNAM), agradece su presencia y participación en este 27° Día del Ganadero. Estas memorias tienen el propósito de dar la información de cada una de las pláticas demostrativas que integran el programa.

En este día, se abordará el tema “Botón de oro: alternativa de complementación para ovinos en pastoreo”. En el documento encontrarán información sobre generalidades de la planta, su descripción botánica, su aporte nutricional y de componentes químicos, así como su efecto sobre la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero en los animales.

También se ofrecerá la plática “Evaluación de la salud reproductiva del toro”. Al respecto, se enfatiza que el examen de la salud reproductiva del semental es una herramienta que garantiza el éxito reproductivo del hato, y refieren la importancia de un programa de medicina preventiva, para evitar la introducción, y la proliferación de enfermedades que afecten la reproducción.

Otro tema será “Importancia de los arneses en los équidos de trabajo”. En el escrito, se menciona la historia e importancia de los arneses así como la necesidad de su buen uso para que los équidos de trabajo, recreación y apoyo, desarrollen su actividad con el mayor confort posible, sin comprometer su bienestar.

Además relacionado con la producción acuícola, se compartirán los temas sobre “Tilapia Pargo-UNAM: manejo reproductivo y un esquema de producción de autoconsumo”. En este capítulo, primero se describen aspectos clave sobre cómo diseñar un programa reproductivo en tilapias, y seguido se comparte información y experiencias de un módulo de producción de tilapia para la autosuficiencia alimentaria y autoempleo.

Es evidente que durante este 27° Día del Ganadero, continuamos con nuestro objetivo de difundir tecnologías de producción sustentables que contribuyen a la satisfacción de necesidades técnicas, económicas y ecológicas de los sistemas de producción animal en las regiones tropicales de nuestro país.

Quiero agradecer a los autores de estas memorias, así como a las empresas patrocinadoras por su contribución y colaboración para la realización de este Día del Ganadero del “Rancho El Clarín”.

Atentamente

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Director Técnico CEIEGT FMVZ UNAM

BOTÓN DE ORO: ALTERNATIVA DE COMPLEMENTACIÓN PARA OVINOS EN PASTOREO.

MVZ Cristino Cruz Lazo

Dr. Epigmenio Castillo Gallego

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

Introducción

En las regiones tropicales, la ganadería ovina se sustenta en el pastoreo de gramíneas tanto nativas como introducidas, que producen grandes volúmenes de materia seca durante el periodo de lluvias; sin embargo, su producción disminuye durante el invierno y periodo de estiaje. Además, a medida que van creciendo, su contenido de proteína cruda y porcentaje de digestibilidad se reducen y a la vez se incrementan sus contenidos de fibra lignificada, lo que reduce el consumo y digestibilidad para los rumiantes.

Durante muchos años para mejorar la nutrición de los animales en pastoreo se han buscado alternativas de complementación alimenticia para mejorar la producción y productividad de los ovinos y reducir su edad a la comercialización, además de evitar pérdidas de peso y mortalidad. Por ello se han investigado una amplia gama de leguminosas, tanto follaje como frutos, como la soya perenne (*Neonotonia wightii* Wight & Arn.) Verdc), la leucaena o guaje (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), la semilla de parota (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), y otras como follaje y semilla de guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

El follaje de leguminosas arbustivas o arbóreas se ha utilizado en muchos casos como una estrategia nutricional para la suplementación de rumiantes en el trópico, principalmente durante los períodos de escasez de forraje. Desafortunadamente, la mayoría de ellas solo sirven como un paliativo, pues no se ha demostrado que se logren ganancias de peso satisfactorias para el crecimiento normal del animal, y

tampoco se dispone de suficiente follaje para suministrarse en grandes cantidades y cubrir los requerimientos de materia seca y energía para los animales.

A partir de los años 90 en Colombia, se empezó a utilizar una planta que se conoce comúnmente como botón de oro o girasol mexicano, cuyo nombre científico es *Tithonia diversifolia* [Hemsl] Gray. Esta planta tiene valores de proteína similares o mayores al de las leguminosas tropicales, es fácil de cultivar, tiene un gran volumen radicular que le permite recuperar los escasos nutrientes del suelo, incluyendo la captura de fósforo donde otras plantas no lo pueden hacer, se adapta a un amplio rango de ambientes, es de rápido crecimiento, baja demanda de insumos y requiere poco manejo para su cultivo. En la **Figura 1** se presenta una plantación de botón de oro o girasol mexicano *Tithonia diversifolia* que se utiliza como banco de forraje en el Módulo de Producción Ovina (MPO) del CEIEGT.



Figura 1. Plantación de botón de oro o girasol mexicano *Tithonia diversifolia*.

El botón de oro es una especie con múltiples cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de alto potencial para la producción animal. Sus principales cualidades son: fácil establecimiento, rusticidad, resistencia al corte y al ramoneo.

Se reconoce como una planta muy promisoría, cuyo forraje presenta un importante valor nutricional, por lo que puede ser utilizada en la alimentación de rumiantes.

El botón de oro, a pesar de no ser leguminosa, tiene un alto contenido de proteína cruda (PC) y materia seca digestible (MSD) y bajos contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Aunque consumida satisfactoriamente por ovejas, bovinos y cabras, no hay suficiente información sobre su valor nutritivo en condiciones prácticas, por lo que se requiere más investigación con relación a la respuesta animal bajo diferentes alternativas de complementación.

El botón de oro se ha cultivado desde hace varios años como banco de forraje para el pastoreo directo o para corte y acarreo, para ser suministrado a los animales, picado a machete en fresco, y picado para suministro en fresco o seco. No obstante, tampoco hay suficiente información sobre sus efectos en los animales que la consumen y en particular hasta que cantidad pueda ingerir por día un animal y cuanta ganancia de peso se puede obtener a partir de su consumo. La **Figura 2** muestra cultivo de botón de oro a 80 días de edad, en un marco de plantación de 1.0 x 1.0 m en un suelo ultisol, en el MPO del CEIEGT.

Descripción botánica y taxonomía

Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray, es una herbácea arbustiva, de la familia *Asteraceae*.

Originaria de México está ampliamente distribuida en el trópico húmedo y subhúmedo en Centro y Sud América, Asia y África.

No solo es ornamental por su espectacular floración, sino que también es multiusos y muy prometedora como alimento para el ganado; su altura fluctúa de 1.5 a 4.0 m. Se le conoce con diferentes nombres, en Colombia como botón de oro, en Cuba como margaritona o árnica de la Tierra, en Guatemala como quil amargo, girasol silvestre o girasol mexicano.

Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo.

Especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, resistente al corte frecuente y tolerante a suelos pobres.



Figura 2. Botón de oro a 80 días de cultivo en el Módulo de Producción Ovina.

Agronomía

Tithonia diversifolia es un arbusto multipropósito que puede ser usado en cercos vivos, como restaurador de suelos, como abono verde, bancos de forraje, en sistemas de corte y acarreo para la alimentación animal y en sistemas de pastoreo directo asociada con gramíneas y leguminosas o en sistemas silvopastoriles (Mahecha y Rosales, 2006).

La *T. diversifolia* se ha propagado principalmente mediante material vegetativo (**Figuras 3 y 4**), aunque también se puede propagar por medio de semilla, ya sea en siembra directa o por medio de almacigo y posterior trasplante. En el Módulo de Producción Ovina (MPO) del CEIEGT no tenemos experiencia en siembra por semilla, pero Gallego et al. (2015) mencionaron que se puede obtener una supervivencia superior al 90% a través de la siembra por medio de semilla.



Figura 3. Vareta de botón de oro recién plantada en el MPO.



Figura 4. Botón de oro a 40 días de la siembra en un marco de plantación 1.0 m entre planta y 1.0 m entre surco en un suelo ultisol en el MPO.

La producción de materia seca varia con la densidad de siembra. Ríos (1998) informó que con una densidad de siembra de 1.8 plantas m^{-2} (0.75 m x 0.75 m), la producción potencial fue 31.0 toneladas ha^{-1} , mientras que con densidad de 1.35 plantas m^{-2} (1.0 m x 0.75 m) fue 21.2 toneladas ha^{-1} . Posiblemente por las asociaciones con hongos micorrízicos y a la presencia de ácidos orgánicos en las raíces (Ferreira, 2015), el botón de oro o girasol mexicano absorbe el fósforo del suelo, aunque no esté disponible para otras especies; las asociaciones con estos hongos potencializarían un mejor uso del fósforo, así como del nitrógeno.

Valor nutricional

Cuadro 1. Composición química de botón de oro cosechada a tres edades de rebrote en dos épocas del año.

Días de rebrote	MS	PC	FDN	FDA	DIV	DPC
Periodo poco lluvioso						
60	19.7	28.9	43.6	27.6	78.5	74.6
120	26.5	26.1	46.8	29.7	76.6	73.3
180	29.4	18	50.5	32.1	75.7	71.5
Periodo lluvioso						
60	18.2	27.4	40.4	24.1	75.2	79.5
120	23.4	22.0	45.3	26.2	74.6	71.8
180	27.4	14.3	47.6	31.3	71.4	77.5

Fuente: Verdecia *et al* 2011.

La calidad del forraje de botón de oro presenta variaciones en función su estado fenológico, condiciones del suelo donde se cultive y época del año. El **Cuadro 1** presenta su composición química para tres edades de corte y dos épocas del año. Se observa que el contenido de materia seca (MS), fibra detergente neutro (FDN) fibra detergente ácido (FDA) se incrementa con la edad, y el contenido de proteína (PC), digestibilidad *in vitro* (DIV) y digestibilidad de proteína cruda (DPC) disminuyen al aumentar su edad, sin importar si es periodo lluvioso o poco lluvioso. De igual forma en el **Cuadro 2** se presentan datos de valor nutritivo según el método de siembra, los cambios observados no son significativos.

Cuadro 2. Composición química (%) de *T. diversifolia*
a 56 días de rebrote con tres tipos de siembra.

Tipo de siembra	MS	PC	FDN	FDA	CNE	Ca	P	Taninos totales	Fenoles totales
Estaca	12.7	14.1	53.8	48.2	8.5	2.9	0.27	0.08	0.20
Semilla, <i>in vitro</i>	12.9	12.8	50.2	48.9	8.4	3.1	0.25	0.11	0.29
Semilla, almácigo	12.5	13.3	52.8	48.5	7.8	2.9	0.27	0.08	0.24

Fuente: Gallego-Castro *et al* 2017.

El botón de oro es una especie con múltiples cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de alto potencial para la producción animal, entre las principales cualidades se puede mencionar su fácil establecimiento, rusticidad, resistencia al corte y al ramoneo (Gallego *et al.*, 2014). La plata ha sido reconocida por productores e investigadores como promisoriosa porque su forraje presenta un importante valor nutricional, por lo que puede ser utilizada en la alimentación de rumiantes. Con respecto a su gustosidad a pesar de que tiene un sabor amargo, es consumida satisfactoriamente por ovejas, bovinos y cabras; todos los animales consumen los tallos con avidez (**Figura 5**).



Figura 5. Ovinos pelibuey pastoreando botón de oro en el MPO del CEIEGT.

La calidad forrajera del botón de oro puede presentar variaciones en función su estado fenológico, condiciones del suelo donde se cultive y otros factores ambientales. Los valores máximos de proteína se han registrado en las etapas de crecimiento temprano (treinta días de rebrote) y prefoliación (cincuenta días); sin

embargo, la cantidad de materia seca a los 30 días es muy limitada. Su follaje es rico en nitrógeno total, buena parte del cual está presente como aminoácidos esenciales.

En el **Cuadro 3** se presenta el contenido de aminoácidos de la *T. diversifolia*, comparado con los perfiles de aminoácidos de forrajes utilizados en la alimentación de rumiantes, como morera (*Morus alba*), alfalfa (*Medicago sativa*), kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y la harina de soya, esta última utilizada como fuente proteica en concentrados. El botón de oro contiene cantidades apreciables de aminoácidos esenciales como metionina y lisina, los cuales, en no-rumiantes, son los principales aminoácidos limitantes para el crecimiento.

El contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) del botón de oro es superior al 10 %. Según Ferreira (2015) puede alcanzar hasta el 33% antes de la floración, contenido superior al que aportan los pastos tanto templados como tropicales. Esta característica representa una posible ventaja en su utilización por rumiantes, pues con la cantidad CNE presentes en esta arbustiva, se espera una rápida producción de energía del alimento, permitiendo el aprovechamiento más eficiente de la proteína rápidamente degradable en rumen y reducir la excreción de nitrógeno como urea a través de la orina, lo que acarrea una mayor pérdida energética.

La fibra en detergente neutro (FDN, paredes celulares) en la etapa de prefloración (sesenta días) varió de 43.9 a 54.5% (Verdeciaet al., 2011; Ferreira, 2015), valor inferior al que contienen las gramíneas tropicales que generalmente supera el 70.0%. El menor contenido de FDN estimula el consumo de materia seca del forraje, pues forrajes con altos contenidos de FDN, tienen limitaciones en el consumo por un efecto de llenado físico del rumen.

Cuadro 3. Contenido de aminoácidos esenciales
en especies forrajeras y soya utilizada en alimentación de rumiantes.

Aminoácido	<i>T. diversifolia</i>	<i>M. sativa</i>	<i>M. alba</i>	<i>C. clandestinus</i>	H. de soya
Histidina	2.3	2.1	2.6	0.39	2.6
Isoleucina	4.3	3.6	5.2	0.75	5.4
Leucina	7.6	6.3	9.5	1.27	8.0
Lisina	5.4	4.3	6.5	0.9	6.13
Metionina	1.6	1.3	1.6	0.31	1.43
Fenilalanina	5.5	4.2	6.0	0.95	5.2
Treonina	4.3	3.8	5.3	0.77	3.94
Valina	5.3	4.7	6.5	1.07	4.84

Fuente: Mejía-Díaz *et al* 2017.

Cuadro 4. Contenido de aminoácidos no esenciales en especies forrajeras y soya utilizada en alimentación de rumiantes.

Aminoácido	<i>T. diversifolia</i>	<i>M. sativa</i>	<i>M. alba</i>	<i>C. clandestinus</i>	H. de soya
Alanina	6.1	4.6	6.3	1.26	***
Arginina	6.2	4.5	6.3	6.83	7.3
Ácido aspártico	13.3	10.0	11.1	2.44	***
Cistina	1.0	1.2	1.3	0.2	1.52
Acido glutámico	12.2	7.8	11.7	1.84	***
Glicina	5.1	4.3	5.9	0.78	***
Prolina	3.9	7.1	5.1	0.99	***
Serina	5.1	4.3	4.8	0.83	***
Tirosina	3.5	2.6	4.3	***	2.9

Fuente: Mejía-Díaz *et al* 2017.

El contenido de lignina de botón de oromuy madura puede alcanzar valores superiores al 30%, lo que probablemente puede limitar la colonización del forraje consumido por los microorganismos del rumen y disminuir la digestibilidad de la fibra (Heuzé et al., 2015). Por ello se recomienda que los animales la consuman en prefloración, entre los cincuenta a sesenta días de rebrote.

Otros componentes químicos

Los extractos de agua o etanol de hojas, tallos y raíces de girasol mexicano han resultado positivos para alcaloides, taninos, flavonoides, terpenos y fenoles, cuyos contenidos se presentan el **Cuadro 5**. Estos compuestos fueron mayores en las hojas, seguidas de las raíces y los tallos, excepto fenoles que hubo más en las raíces.

Cuadro 5. Contenido (mg/100 g) de compuestos con actividad biológica de botón de oro (*T. diversifolia*)

Compuesto	Parte de la planta		
	Hojas	Tallos	Raíces
Alcaloides	1535±10	362±3	863±6
Taninos	540±13	125±3	482±7
Flavonoides	852±4	33±2	132±4
Saponinas	762±14	38±3	183±4
Terpenoides	127±4	18±2	50±5
Fenoles	65±0.4	10±0.1	71±0.5

Fuente: Olayinkaet al 2015.

Los alcaloides protegen las plantas contra herbívoros y patógenos, y son ampliamente usados como fármacos, estimulantes, narcóticos y venenos debido a sus potentes actividades biológicas. Los taninos son útiles como astringentes y antimicrobianos. Las hojas de botón de oro tienen abundantes flavonoides que se usan como antioxidantes y eliminadores de radicales libres. Las saponinas reducen el colesterol en la sangre y son anticancerígenos. Los terpenoides son antiinflamatorios, sedantes, insecticidas, antimicrobianos y neurotóxicos, además, son componentes principales de muchos aceites esenciales. Los fenoles tienen como principal función, defender a las plantas contra patógenos y depredadores herbívoros, lo que ha permitido su uso para controlar patógenos en humanos.

Control de parásitos

Lezcano-Más *et al* (2016) observaron una reducción significativa de la carga parasitaria de becerros que consumieron botón de oro y concluyeron que su efecto se debió al contenido proteico y la presencia de metabolitos secundarios.

Ganancia de peso

Existe muy poca información respecto a ganancia de peso de animales alimentados con botón de oro, tanto en condiciones de pastoreo, en condiciones de estabulación, utilizando la planta como banco de proteína, en sistemas silvopastoriles, utilizando la planta seca o verde, picada o entera, picada y verde o seca, ensilada, agregada a otros ingredientes como complemento de una ración.

Botón de oro y los gases de efecto invernadero

El metano es un gas que se produce en la panza del rumiante como un subproducto natural de la digestión de los alimentos. Este gas es uno de los componentes del aire que propician el llamado efecto de invernadero, considerado como la causa principal del calentamiento global. Según algunas estimaciones los rumiantes son responsables de alrededor 23% de la producción global de metano. El gas se emite a la atmosfera mediante el eructo y la cantidad de metano liberada depende del

volumen y composición química del alimento consumido, la liberación de metano es menor en dietas con bajo contenido de fibra. En promedio más del 10% de la energía bruta consumida se pierde en forma de metano y este gas es responsable del 18 % del calentamiento global (Bonilla y Lemus 2012).

Las bacterias productoras de metano viven en simbiosis con protozoarios, que son también habitantes del rumen, y se desarrollan dentro y sobre de su superficie, y cualquier factor que contribuya a reducir la población de protozoarios, reduce la población de microorganismos metanógenos y por lo tanto la producción de metano.

La investigación, se ha orientado a evaluar el empleo de diferentes leguminosas y otros árboles y arbustos para identificar aquellas que tengan rápido crecimiento, alta producción de alimento para los animales y que posean taninos, flavonoides, saponinas, terpenos, etc., que pueden contribuir a reducir las emisiones de metano al medio ambiente. El botón de oro tiene varios de estos metabolitos y además contiene bajos niveles de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, lo que permite incrementar su consumo y mejorar la digestibilidad de sus ingredientes.

En un experimento la inclusión de botón de oro en la dieta de vacas pastando en un sistema silvopastoril, incrementó la población de bacterias celulolíticas, no modificó la población de bacterias que digieren almidón y hongos que descomponen celulosa, disminuyó a la mitad la población de protozoarios del rumen, incrementó el pH y la concentración de amonio (Galindo-Blanco *et al* 2018). Así, el sistema silvopastoril con *T. diversifolia* mejoró el ecosistema ruminal, al incrementar los organismos degradadores de la fibra y reducir los metanógenos y protozoarios, aspecto importante que contribuye a incrementar la eficiencia de utilización de los nutrientes y minimizar las pérdidas energéticas en los rumiantes.

Consideraciones finales

T. diversifolia es una especie utilizada en la alimentación animal, de la cual hay poca o insuficiente información en la producción animal, así como sobre sus posibles efectos benéficos o negativos en ganado ovino. Sin embargo, el botón de oro es una planta muy prometedora para mejorar la ganadería en regiones tropicales debido a su rápido crecimiento, fácil establecimiento, y a que soporta diferentes tipos de suelo y resiste a diversos ambientes. Además, sin ser una leguminosa, la planta posee altos niveles de proteína, alta degradabilidad ruminal, bajos porcentajes de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido.

Literatura citada

- Bonilla C.J.A., y Lemus F.C. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. *RevMexCiencPecu.* 3:215-246.
- Gallego L.A., Mahecha L., y Angulo J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam.* 25: 393-403.
- Gallego L.A., Mahecha L., y Angulo J. 2015. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. En: VIII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 7-9 mayo. Iguazú, Misiones, ARG.
- Gallego-Castro L.A., Mahecha-Ledesma L., y Angulo-Arizala J. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agron. Mesoam.* 28:213-222.
- Galindo-Blanco J.L., Rodríguez-García I., González-Ibarra N., García-López R., y Herrera-Villafranca M. 2018. Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray: efecto en la población microbiana ruminal de vacas. *Pastos y Forrajes*; 41.

- Lezcano- Mas Y., Soca-PérezM., Roque-LópezE.,y Ojeda-GarcíaF.2016. Forraje de *Tithoniadiversifolia* para el control de estronglidos gastrointestinales en bovinos jóvenes. Pastos y Forrajes; 39:133-138.
- Mahecha L., y RosalesM. 2006. Valor nutricional del Follaje de botón de oro [*Tithoniadiversifolia*(Hemsl.) Gray], en la producción animal en el trópico. <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/valor-nutricional-follaje-boton-t1071/078-p0.htm> (consultado 5 jul. 2015).
- Mejía-Díaz E., Mahecha-LedezmaL.,y Angulo-ArizolaJ. 2017. *Tithoniadiversifolia* especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. Agron. Mesoam.28:289-302
- Olayinka B.U., DamilolaR.,y EtejereE. 2015. Phytochemical and proximate composition of *Tithoniadiversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Annals. Food Science and Technology.16: 195-200. Disponible en línea en www.afst.valahia.ro
- Ríos C.I., y SalazarA. 1995. Botón de oro (*Tithoniadiversifolia*(Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Liv. Res. Rural Dev. 6(3), <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm>
- Ríos K.C.I. 1998.*Tithoniadiversifolia*(hemsl.) Gray,una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico.Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica 217-230.
- Verdecia D., RamírezJ.L., LeonardI., ÁlvarezY., BazánY., BodasR., AndrésS., ÁlvarezJ., GiráldezF., y LópezS. 2011. Calidad de la *Tithoniadiversifolia* en una zona del Valle del Cauto. REDVET. 12(5):1-13.

EVALUACIÓN DE LA SALUD REPRODUCTIVA DEL TORO

Dra. Ivette Rubio Gutiérrez
MPA. Adriana Saharrea Medina

Introducción

El éxito de las unidades de producción bovina en pastoreo depende de la eficiencia reproductiva, para lograr un becerro y una lactancia por vaca empadrada por año, así como de la interacción de la fertilidad del toro y la vaca, entre otros beneficios (Baruselli et al 2004).

En el trópico mexicano más de 98% de los productores utiliza en sus programas reproductivos la monta natural lo que indica que la presencia de uno o más sementales es indispensable en las unidades de producción bovina (UPB) (León *et al* 2012). Teniendo en cuenta que en la mayoría de las UPB se tiene una relación 25 a 30 vacas por toro, el semental representa más de la mitad de la eficiencia reproductiva de un hato bovino; aunado el semental representa también el éxito en el mejoramiento genético del hato. Si una vaca no es eficiente se pierde un becerro y una lactancia, pero si un toro falla se perderían un mayor número de becerros por año. Si a esto añadimos que el toro es de una calidad genética pobre, y que sería el progenitor de los reemplazos, las pérdidas serán aún mayores ocasionándose un retraso de 10 años en el mejoramiento genético del hato. Por ello:

¡La selección de un toro semental no debe tomarse a la ligera!

El manejo reproductivo del hato es una herramienta de gran importancia en cualquier sistema de producción, y generalmente la fertilidad o capacidad reproductiva del macho no es considerada como un factor importante dentro del manejo reproductivo (Chacón *et al* 2002, Gnemmi 2009). La mayoría de las veces se eligen a los prospectos de sementales basándose, únicamente, en las características morfológicas de la raza, sin conocer realmente su potencial de reproducción (Galina 2007). La evaluación reproductiva de los sementales debe realizarse tanto a los

nuevos toros a introducir al hato, como a aquellos que ya se encuentran en la unidad de producción, principalmente antes de cada empadre; sin embargo, esta práctica zootécnica todavía no está arraigada entre los productores.

Debido a la importancia que la evaluación de la salud reproductiva del toro representa para las UPB en el presente escrito se presentan los tres principales puntos a considerar.

- I. Examen de la salud reproductiva (ESR).**
- II. Evaluación de la capacidad de servicio.**
- III. Enfermedades transmisibles que afectan la reproducción.**

I. Examen de la salud reproductiva (ESR).

¿Qué es el examen de la salud reproductiva del semental?

La ESR es un examen de la situación reproductiva realizado en toros por un médico veterinario y tiene tres componentes:

- a) Examen físico general del toro.**
- b) Medición de la circunferencia escrotal.**
- c) Evaluación de semen.**

El ESR es una herramienta que permite conocer o predecir, de forma general, **la habilidad que tendrá un semental para dejar gestantes** a la mayor cantidad de hembras, en un periodo determinado (empadre), por lo que este examen no es un examen de fertilidad. La única forma de tener la seguridad de que un toro es fértil es exponiéndolo a un grupo de hembras, que tengan ciclos estrales normales, durante cierto tiempo para posteriormente obtener la tasa de concepción; sin embargo, esta forma resulta impráctica y muy tardada.

a) Examen físico general

El examen físico es realizado para asegurar que un toro está físicamente apto para el reto de la temporada de reproducción, durante esta evaluación se asume que el animal se encuentra en buen estado de salud. El MVZ que realiza la prueba se concentra en la evaluación de la condición corporal del toro, órganos genitales internos y externos, así como en el sistema músculo esquelético (patas y pezuñas), ya que se requiere que el toro recorra grandes distancias para detectar y montar aquellas hembras que se encuentren en celo.

b) Medición de la circunferencia escrotal

Figura 1. Medición de la circunferencia escrotal.

Se ha comprobado que existe una asociación entre la circunferencia escrotal y el potencial de fertilidad de los sementales; la circunferencia escrotal está muy relacionada con la producción de semen y la capacidad de servicio. Esta medida es de gran relevancia ya que es una característica de alta heredabilidad (**Figura 1**).

Una mayor circunferencia escrotal está relacionada con una entrada temprana a la pubertad, una mayor producción espermática con un alto porcentaje de células

normales y con un mejor desempeño reproductivo de hembras hijas de estos toros. Dependiendo de la raza, en general se recomienda que un toro mayor a 13 meses de edad tenga una circunferencia escrotal mínima de 30 cm.

En el **Cuadro 1** se muestran los resultados de la evaluación de las características físicas de toros evaluados y de diferentes grupos genéticos. Dentro las razas *Bosindicus* toros Gyr, Indubrasil, Sardo negro y Nelore, para razas *BosTaurus* Pardo Suizo y Simmental, y para razas *B. indicus x B. taurus* Beefmaster.

Cuadro 1. Características físicas de toros jóvenes evaluados en el estado de Chiapas, México.

Variables	Grupo genético		
	<i>Bosindicus</i>	<i>Bostaurus</i>	<i>B. indicus x B. taurus</i>
Peso (kg)	452.13 ± 10.77 ^a	418.68 ± 15.47 ^{ab}	395.78 ± 14.43 ^b
Circunferencia escrotal (cm)	35.06 ± 0.41 ^a	35.77 ± 0.58 ^a	35.19 ± 0.55 ^a
Condición corporal	2.84 ± 0.04 ^a	2.79 ± 0.05 ^a	2.95 ± 0.05 ^a

(a, b) valores en el mismo renglón con diferente literal son estadísticamente significativos (P<0.05).

Fuente: Tenorio *et al* 2015.

c) Examen de la calidad del semen

Posterior a los exámenes anteriores el médico veterinario examina el semen del toro para determinar si los espermatozoides son normales o anormales. Para realizar la evaluación de la calidad del semen, es importante mencionar que el toro debe haber pasado satisfactoriamente la evaluación física; posteriormente, se debe obtener una muestra del semen del toro (Hopper *et al* 2015).

El método de colección de semen más utilizado es el electroeyaculador (Chacón 2001). Este método consiste en introducir una sonda con electrodos a través del recto, para estimular eléctricamente las glándulas accesorias y provocar la protrusión del pene y la eyaculación. Aunque podría considerarse un método fácil de realizar, no todos los toros responden al estímulo eléctrico y no se logra la eyaculación; así mismo hay toros que requieren de más una estimulación por lo que el método puede llegar a ser tardado (Youngquist *et al* 2007). McGowan (2005) menciona que con el electroeyaculador se puede llegar a coleccionar semen en más del 95% de los toros.

En una muestra de semen se evalúan: densidad, volumen, motilidad en masa, individual, morfología y concentración espermática. En el **Cuadro 2** se muestra la forma de clasificar la motilidad del semen denominada en masa.

Cuadro 2. Clasificación de la motilidad seminal en masa

Características	Clasificación	Calificación (%)
Remolinos grandes con movimientos rápidos	Muy buena	70 -100
Remolinos con movimientos más lentos	Buena	50 -69
Sin presencia de remolinos, motilidad individual observable	Regular	30 -49
Poca motilidad individual observable	Mala	0 -29

Fuente: adaptado de Hopper *et al* 2015 por Tenorio *et al* 2015.



Figura 2. Muestras de semen de toro.

Posterior a la obtención de la muestra de semen y su valoración de la motilidad se realiza una evaluación microscópica de los espermatozoides para determinar anomalías. En la **Figura 3** se presenta una observación microscópica de espermatozoides teñidos con la tinción de eosina-nigrosina.

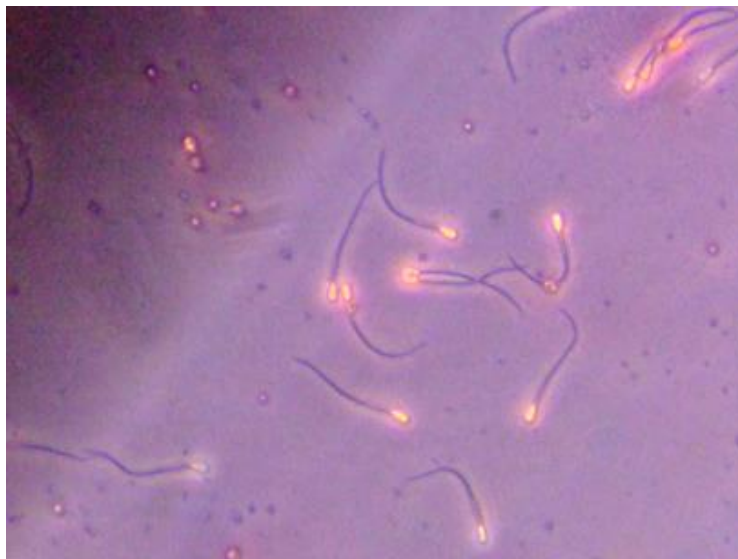


Figura 3. Espermatozoides teñidos con eosina-nigrosina.

El examen de la salud reproductiva es una herramienta altamente confiable para identificar toros infértiles, por lo que debe de realizarse a todos los toros jóvenes o viejos antes de entrar a un periodo de montas. Realizar estas pruebas tiene un costo, pero es una póliza de seguro que protege al ganadero de un desastre en la cosecha de becerros. Finalmente como resultado del ESR, el toro puede ser calificado como:

Resultado	Recomendación
Satisfactorio	El toro es apto para la reproducción.
Insatisfactorio	Se consideran como no apto y no se debe utilizar para la cría.
Diferidos	Toros que pasaron el examen físico pero que no fue posible evaluar calidad del semen y requieren de una segunda evaluación.

II. Evaluación de la capacidad de servicio.

Diferencias entre un toro fértil, infértil y estéril

La fertilidad es la capacidad de cualquier ser vivo de reproducirse. Una definición práctica de un toro fértil, es aquel que es capaz de dejar gestantes en un período de 9 semanas al 90% de un grupo de 50 vacas libres de enfermedades y ciclando de forma normal, mientras que 60% de estas vacas deben quedar gestantes dentro de las 3 primeras semanas del período de empadre. Un toro subfértil tiene disminuidas sus capacidades de reproducirse mientras que un toro infértil pierde la capacidad de reproducirse de forma temporal. El toro estéril pierde por completo y de forma permanente la capacidad de reproducirse satisfactoriamente (McGowan 2005).

Prueba de libido y capacidad de servicio

El libido es el impulso o agresividad sexual del macho, por ello es importante evaluar su grado. Un macho puede estar físicamente apto para reproducirse y tener excelente calidad de semen, pero si no tiene libido no intentará siquiera la monta, dejando a una gran cantidad de hembras vacías. La capacidad de servicio mide la aptitud del macho para realizar una cópula.

La libido y la capacidad de servicio se evalúan poniendo al macho en presencia de una hembra en celo o una hembra que no esté en celo, pero restringida en un potrero de monta o libre en un espacio reducido, durante un periodo aproximado de 10 minutos. Durante este tiempo se anotarán las actividades de interés sexual tales como oler genitales, lamer genitales, apoyar la cabeza en la grupa, signo de flehmen, intento de monta, monta y servicio; es recomendable que antes de la prueba los sementales puedan visualizar montas de otros sementales para que se estimulen.

Existe un sistema de calificación de libido y capacidad de servicio que se presenta en el **Cuadro 3**.

Adicionalmente del examen de capacidad reproductiva se recomienda que durante el empadre se revise de forma rutinaria que los toros estén montando, que no presenten lesiones físicas, tengan buena condición corporal y no se estén sobre trabajando. Además, se debe considerar que si se realizan programas de sincronización de celos, la relación macho hembra deberá ser ajustada debido a la gran concentración de celos en un determinado periodo o se deberá proceder a sincronizar grupos pequeños de vacas con intervalos de tiempo (sincronización escalonada); esto con la finalidad de que los toros puedan cubrir satisfactoriamente a todas las hembras y no disminuya la fertilidad.

Cuadro 3. Sistema de calificación de libido y capacidad de servicio

Calificación	Actividad realizada
0	El toro no muestra interés sexual
1	Muestra interés sexual una sola vez
2	Interés sexual positivo en más de una ocasión
3	Interés sexual activo durante todo el tiempo de la prueba
4	Una monta o intento de monta sin servicio
5	Dos montas o intentos de monta sin servicio
6	Más de dos montas o intentos de monta sin servicio
7	Un servicio seguido de ningún interés sexual
8	Un servicio seguido de interés sexual, incluyendo montas o intentos de monta
9	Dos servicios seguidos de ningún interés sexual
10	Dos servicios seguidos de interés sexual, incluyendo montas, intentos de monta o más servicios.

III. Enfermedades transmisibles que afectan la reproducción.

Debido a que existen enfermedades que se transmiten con la monta es importante adquirir animales con certificado de vacunación o con certificado libre de la enfermedad. Las enfermedades de transmisión sexual más importantes son: Tricomoniasis, Campilobacteriosis, Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), Diarrea Viral Bovina (DVB), Neosporosis, Leptospirosis, Ureaplasmosis, e Infertilidad por *Haemophilus somnus*.

Asimismo, controlar la bioseguridad del hato es de vital importancia poniendo en cuarentena a los animales nuevos, evitar el contacto con animales ajenos, supervisar linderos, no prestar sementales, corrales ni básculas, establecer medidas de limpieza de instalaciones y aplicación de desinfectantes en los utensilios que se usan para la alimentación del ganado, así como tener control de roedores y perros la unidad productiva.

Tricomoniasis

Es una enfermedad causada por el parásito *Tritrichomonas foetus* que se localiza en prepucio y mucosa del penesin provocar manifestación clínica en el macho. En las hembras se encuentra en vagina y en útero donde se caracteriza por presentar endometritis, vaginitis, piometra, infertilidad transitoria, mortalidad embrionaria, repetición de celos, y abortos esporádico, con una incidencia de abortos del 5 y 10%, los abortos ocurren entre el tercer y el 5to mes de gestación, expulsando un feto de un tamaño muy inferior al que corresponde el tiempo de gestación (6 o 7 cm).

Vacunación:

Toros, vacas y vaquillonas. Aplicación doble 50 y 20 días antes del servicio, revacunar anualmente de la misma forma

Campilobacteriosis(Vibriosis)

Es una enfermedad causada por una bacteria denominada *Campylobacter fetus* con sus 2 variedades: *fetus* y *venerealis*. En el toro se localiza en el prepucio, glánde y uretra en tanto que en las hembras se ubica en la vagina, útero y oviducto. La infección en las hembras provoca infertilidad temporal, endometritis, cervicitis, ciclos irregulares, repetición de celos, mortalidad embrionaria y disminución en el porcentaje de preñez, puede ocasionar hasta un 10% de abortos entre los tres y seis meses de gestación. En el macho la enfermedad es más común en toros viejos, pero no hay manifestaciones clínicas de la enfermedad. El tratamiento se justifica solamente en animales jóvenes y de alto valor económico y vacunar anualmente.

Vacunación:

Toros, vacas y vaquillonas. Aplicación doble 50 y 20 días antes del servicio, revacunar anualmente de la misma forma.

Rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR)

Es una enfermedad causada por el Herpes virus bovino 1, puede presentar diversos síntomas clínicos a nivel reproductivo tales como vulvovaginitis en hembras y balanopostitis en toros caracterizadas por pequeñas pústulas en la vulva, vagina, pene y prepucio. En hembras provoca infecciones uterinas con secreción vulvar leve a secreciones mucopurulentas abundantes, infertilidad repetición de celos, intervalos entre partos largos, así como abortos y mortinatos en el segundo y tercer tercio de la preñez. El resultado positivo de algún animal es suficiente motivo para realizar la vacunación de todo el ganado.

Vacunación:

Becerras: 3 meses de edad, se repite 3 o 4 semanas después de la primera o al destete.

Toros, vacas vacías, toretes y vaquillas: una vez al año.

Vacas gestantes: vacuna con virus inactivado dos meses antes del parto.

Diarrea Viral Bovina (BVD)

Enfermedad causada por el virus de la diarrea viral bovina (BVDv) que puede cursar con infertilidad, abortos que generalmente suceden en el segundo tercio de gestación, aunque puede suceder en cualquier momento de la gestación, muerte embrionaria, momificación fetal, mortinatos y nacimiento de crías con malformaciones físicas (hipoplasia cerebral, ceguera o lesiones oculares). En toros puede provocar disminución en la calidad espermática. El resultado positivo de un animal es suficiente motivo para realizar la vacunación de todo el hato.

Vacunación (virus vivo modificado):

Becerras: 3 meses de edad y 3 o 4 semanas después de la primera o al destete.

Novillonas y toretes: una vez al año

Vacas, toros: 2 dosis entre los 60 y 15 días antes de iniciar el empadre.

Vacas gestantes: vacuna con virus inactivado dos meses antes del parto

Neosporosis

El agente causal es un protozoario denominado *Neospora caninum* se caracteriza por ser una enfermedad del perro transmitida al bovino. Los signos son repetición de celos, reabsorción embrionaria, momificación fetal, aborto desde los tres meses hasta en el último tercio de la gestación (es más común entre los 4 y 6 meses de gestación), incremento en el intervalo entre partos, mortinatos, nacimiento de becerros débiles con signos neurológicos y eventualmente presentan defectos físicos (ojos prominentes y de diferente tamaño).

Vacunación: Vacas con 2 o 3 meses de gestación, revacunación a los 21 días.

Leptospirosis

La leptospirosis es causada por una bacteria que tiene 13 especies y más de 260 serovariedades. La enfermedad causa interrupción de la producción de leche, mastitis, infertilidad, incremento de días abiertos, abortos que generalmente suceden en el último tercio de gestación, retención placentaria y nacimiento de becerros débiles o muertos.

Vacunación: Debido a la gran cantidad de especies, la vacunación debe realizarse con bacterinas del serotipo que se haya diagnosticado en la explotación.

Beceros: 3 meses de edad, repetir 2 a 4 semanas después o al destete.

Vaquillas y toretes: revacunación de 3 a 5 semanas después de la primera.

Vacas: 2 meses antes del parto o 30 días antes del inicio del empadre.

Ureaplasmosis

Es una enfermedad causada por una bacteria llamada *Ureaplasma diversum* que se encuentra en el tracto genital de bovinos con y sin sintomatología clínica. Se ha asociado a infertilidad, vulvovaginitis, muerte embrionaria precoz, inflamación de la placenta, retención placentaria, abortos entre el segundo y último tercio de gestación, partos prematuros y becerros débiles. En el macho se asocia con baja motilidad espermática, inflamación de las vesículas seminales y del epidídimo. No existen vacunas efectivas para esta enfermedad.

Infertilidad por *Haemophilus Somnus*

Enfermedad causada por una bacteria denominada *Haemophilus somnus* que habita el tracto reproductor de la hembra y del macho, provoca en hembras vaginitis, vulvovaginitis granular caracterizada clínicamente por descargas vulvares purulentas dentro de los 4 a 10 días post-servicio cervicitis, endometritis, infertilidad, muerte

embrionaria, abortos en un rango del 3 al 5% entre los 7 a 9 meses de gestación y nacimiento de terneros débiles. En los toros se presenta inflamación de los testículos y el epidídimo, infertilidad debido a espermatozoides defectuosos (inmaduro con poco movimiento). No existen vacunas efectivas para esta enfermedad.

Consideraciones finales

El examen de la salud reproductiva del sementales una herramienta efectiva para determinar si un toro es capaz de dejar preñadas el mayor número de vacas durante el periodo reproductivo. Por tanto es necesario realizarlo tanto a los nuevos toros a introducir al hato, como a aquellos que ya se encuentran en la unidad de producción, principalmente antes de cada empadre. De igual forma, es necesario llevar a cabo un programa de medicina preventiva completo con el fin de evitar la introducción y proliferación de enfermedades que afecten la salud de todo el hato. Recuerde:

¡La selección de un toro semental no debe tomarse a la ligera!

Literatura citada

Abad-Zavaleta J., Rosete-Fernández J.V., García-Camacho A., y Zárate-Martínez J. Prevalencia de rinotraqueítis infecciosa bovina y diarrea viral bovina en hembras en tres épocas del año en la Zona Centro de Veracruz. Ciencias Naturales e Ingenierías, Nova scientiavol. 8 no.16, León, 2016.

Arthur G.H., Noakes D.E., y Pearson H.P. Infertilidad infecciosa del ganado vacuno. En: Libro de Reproducción y obstetricia en veterinaria. 6ta. Edición, Interamericana Mc Graw-Hill.1991: 426-461

Carmona G.C.A., León L.L., Castillo S.L.O., Ramírez O.J.M., Ko C.A., Luna P., y de la Peña M.A. Detección de *Leptospira santarosai* y *L. kirschneri* en bovinos: nuevos aislados

con potencial impacto en producción bovina y salud pública. Veterinaria México. 2011; 42(4):277-288

Escamilla H.P., Morales S.E., Martínez M.J.J., y Medina C.M. Frecuencia y causas de aborto de origen infeccioso en hato de bovinos en el estado de Querétaro. XXVIII.

Gambarini M.L., Kunz T.L., Oliveira Filho B.D., Porto R.N., Oliveira C.M., Brito W.M., y Viu M.A. Granular Vulvovaginitis Syndrome in Nelore pubertal and post pubertal replacement heifers under tropical conditions: role of Mycoplasma spp., Ureaplasma diversum and BHV-1. TropAnimHealthProd. 2009 Oct;41(7):1421-6.

Obando C., Avila F., Troconiz J., y Paz M. Efecto de la vacunación contra la Campylobacteriosis (Vibriosis) en un rebaño bovino crónicamente infectado. Veterinaria Tropical, 1982; 7: 31-43.

Porras A.A. Examen de la capacidad reproductiva del semental. En: Libro Fisiología reproductiva de los animales domésticos. UNAM, FMVZ, México. 2018: 273-290.

Gastélum P.L. Prueba de capacidad reproductiva. En: Manual para estimar la capacidad reproductiva y fertilidad en semental bovino. INIFAP. Centro de Investigación regional de noroeste Campo Experimental Carbó. México. 1999: 36-48.

Agradecimiento. Fotos cortesía del Dr. Enrique Esperón, FES UNAM Cuautitlán, Figuras 1, 2, y 3.

IMPORTANCIA DE LOS ARNESES EN LOS ÉQUIDOS DE TRABAJO

OT Luis Aguilar Arreola

MVZ José Antonio Fernando Martínez

Introducción

En muchos países del mundo, incluyendo al nuestro, los équidos como animales de trabajo son de fundamental importancia para la supervivencia de un gran número de familias que dependen de ellos; principalmente, por las diversas actividades que desempeñan como el transporte de personas, carga y traslado de diferentes productos y materiales (leña, cosechas, etc.), tiro de carretas o implementos agrícolas. También, los équidos son empleados en actividades de esparcimiento como el ecoturismo, cabalgatas, deportes ecuestres, charrería, carreras, polo, equitación, pruebas de resistencia, y en los últimos años han sido utilizados para fines terapéuticos mediante la equinoterapia y asinoterapia.

Para que los équidos puedan realizar dichas funciones es indispensable el uso de arneses los cuales deben de cubrir ciertas características para proporcionar a los animales el mayor confort posible; arneses adecuados facilitarán el desempeño de sus actividades que se verá reflejado en una mayor eficiencia en su trabajo, sin comprometer su bienestar. Desafortunadamente, en algunas comunidades rurales y periurbanas de nuestro país, los arneses inadecuados son causantes de heridas y lesiones, que dependiendo el grado de estas, disminuyen la calidad de vida de los équidos, y aún con esas condiciones los animales son forzados a seguir trabajando en las labores que desempeñan. Dicho trato a los équidos refleja el desconocimiento de la importancia de los arneses por parte de los propietarios o manejadores, aunque en otros casos sea por negligencia.

Historia

Los primeros arneses aparecieron prácticamente desde la domesticación misma, bastó con una simple cuerda para sujetar y contener a los animales capturados. Se tiene referencia que el burro se domesticó aproximadamente hace 7000 años encontrándose evidencia en Mesopotamia y posteriormente en Egipto; mientras que el caballo fue domesticado aproximadamente hace 5000 años siendo de gran interés para los pueblos guerreros como los Escitas quienes son considerados como uno de los primeros jinetes. En la **Figura 1**, datada entre los años 1298-1235 a.C., se aprecia un sistema de carga, en la **Figura 2** un bajorrelieve de burros en el antiguo Egipto, y en la **Figura 3** se observa una brida de muy buena hechura con las riendas conectadas a una cabezada, sin montura ni estribos.

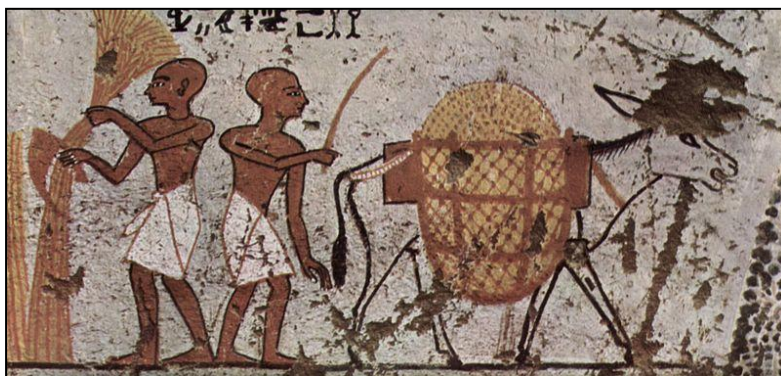


Figura 1. Pintura egipcia, 1298-1235 a.C.



Figura 2. Bajorrelieve de burros del antiguo Egipto.



Figura 3. Imagen del libro “Los primeros jinetes” (Trippett 1976).

Con respecto al continente americano existen estudios que constatan que hubo un *Equus conversidens*, conocido como el caballo mexicano, especie extinta del Pleistoceno que habitó en América del Norte y Central. Fósiles hallados en México, Canadá y Estados Unidos han sido identificados como *E. conversidens*.

No obstante, al caballo como lo conocemos en nuestros días fue el que trajeron los españoles en la época de la conquista. La montura que usaban era fuste de madera, el cual persiste hasta la actualidad, forrado de cuero crudo pero con dos arzones, uno delantero más alto de lo habitual con el propósito de proteger al jinete y el arzón trasero, un poco menos alto, formaba un tipo de asiento encajonado (**Figura 4**).



Figura 4. Introducción del caballo durante la conquista española

Al principio de la época colonial los españoles tenían prohibido a los nativos montar a caballo y si lo hacían eran castigados con cien azotes, ordenanza del Virrey

Antonio de Mendoza (1535-1550). Tuvo que pasar tiempo para que nuestros ancestros principalmente mestizos, llamados Chinacos (antecesor del charro), tuvieran permiso para montar a caballo. Esto se dio cuando los españoles vieron la necesidad que los mestizos aprendieran el arte de montar para hacerse cargo de las actividades del campo debido al auge de la crianza del ganado vacuno y equino; fue durante la gestión del Virrey Don Luis de Velazco cuando se propuso la creación de una montura propia para estas actividades y jinetes.

Las modificaciones de la silla española fueron que el arzón delantero del fuste, fabricando también en madera, se modeló la cabeza, el cuello y los hombros, mientras que el arzón trasero se adaptó una teja. Con ello la creatividad de los artesanos locales no tuvo límites ya que emplearon materiales endémicos como la madera, cuero, piel, gamuza, turma (el escroto del toro que se utiliza como protección de la cabeza, cuello y hombros del fuste) así como manta y el cuero de chivo o cerdo para retobar los fustes. Ello dio origen a la talabartería mexicana que a lo largo de la historia se pueden apreciar verdaderas obras de arte en todo el conjunto de aperos, arreos, atalajes o guarniciones como también se les conoce a los arneses.

Funciones

Los arneses son dispositivos o implementos que se colocan al cuerpo del animal de trabajo con el fin de aprovechar su resistencia y fuerza de tracción; un sistema de arneses tiene cuatro funciones principalmente. En la **Tabla 1** se presenta su nombre, función así como la ubicación de los arneses, a continuación en la **Tabla 2** se muestra las principales funciones de los arneses.

El Programa DonkeySanctuary-UNAM Programa Veracruz, con base en el CEIEGT (Rancho El Clarín), ha desarrollado acciones para procurar el bienestar de los équidos en el tema de los arneses, entre otros. Dentro de las actividades clínicas que realiza el personal del programa frecuentemente los équidos son presentados para tratamientos de heridas causadas por arneses mal contruidos y deficientemente

ajustados. Por ello se considera de vital importancia que los propietarios, cuidadores y personas que trabajen con équidos conozcan y se capaciten sobre el tema.

Tabla 1. Nombre, función y ubicación de los arneses.

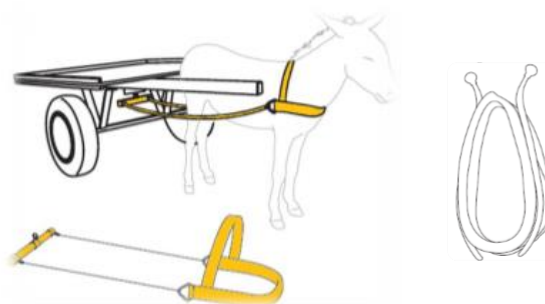
Nombre del arnés	Función	Ubicación sobre el cuerpo del équido
Cabezada, cabestro, filete o freno, anteojeras, riendas.	Control y comunicación.	Cabeza y boca.
Collar/palotes u horcates, pechera, tiros o cadenas.	Transferir la potencia.	Base del cuello, encuentro y hombros.
Fuste, montura, suadero, carona (avíos).	Proteger el dorso del équido, soportar el peso del jinete o de la carga, mantiene en posición el implemento adjuntado.	Región de la cruz, dorso y lomo, parte superior del costillar.
Cincha, ventril.	Mantiene la montura o el fuste y avíos en posición (ajuste vertical).	Región esternal, cinchera y región ventral.
Grupera.	Mantiene la posición del fuste y avíos evitando que la carga se desplace hacia adelante (ajuste horizontal).	El anca y alrededor de la base de la cola, maslo.
Retranca.	En el tiro de carretas funciona como un sistema de frenado, evita que ésta se siga hacia adelante al momento de hacer alto total, también sirve para que el équido empuje la carreta de reversa (Cejar).	Se coloca alrededor del anca, deberá sujetarse de los varales de la carreta.
Banda de vientre y carguero.	Mantiene los varales de la carreta en posición y balance.	Alrededor de la cincha, región torácica.

Tabla 2. Principales funciones de los arneses.

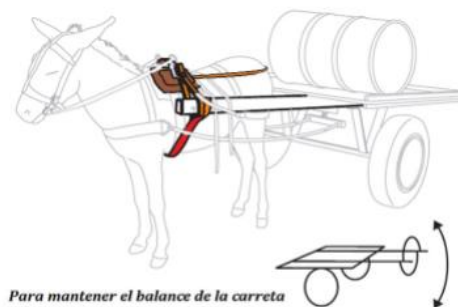
1. Control y comunicación.



2. Transmitir/Transferir la potencia del animal al implemento usado.

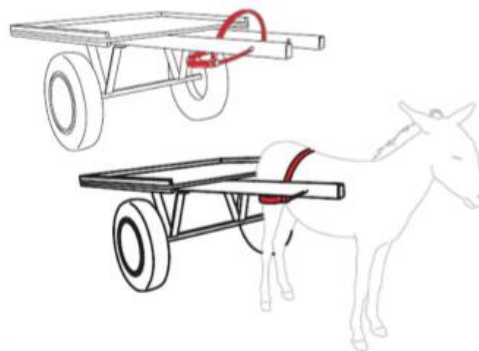


3. Balance y equilibrio, manteniendo en su sitio la carga transportada.



Para mantener el balance de la carreta

4. Sistema de frenado al tirar y detener un implemento.



Arneses inadecuados y puntos de presión

Cualquier arnés debe ser de medida, diseño y material adecuado principalmente fibras naturales, para no generar incomodidad o daño al animal y pueda cumplir correctamente su función. Desafortunadamente, muchos arneses no cumplen con las medidas y diseño apropiados, además de estar fabricados con materiales sintéticos que resultan en múltiples lesiones. El efecto negativo del descuido en el manejo de los arneses puede notarse en los diferentes puntos corporales donde estos hacen presión en el cuerpo del animal como se indican en la **Figura 5**:

A: ternilla o hueso nasal.

B: comisura del labio.

C: primer y segundo diente premolar.

D: barboquejo o mentón.

E: articulación temporo-mandíbular.

F: nuca o articulación atlanto-occipital.

G: origen del cuello.

H: encuentro.

I: cruz.

J: cinchera o región esternal.

K: costillar o costado.

L: región lumbar.

M: maslo de la cola.

S: barras o asientos.

W: límites del fuste entre borde de espaldilla y última costilla.

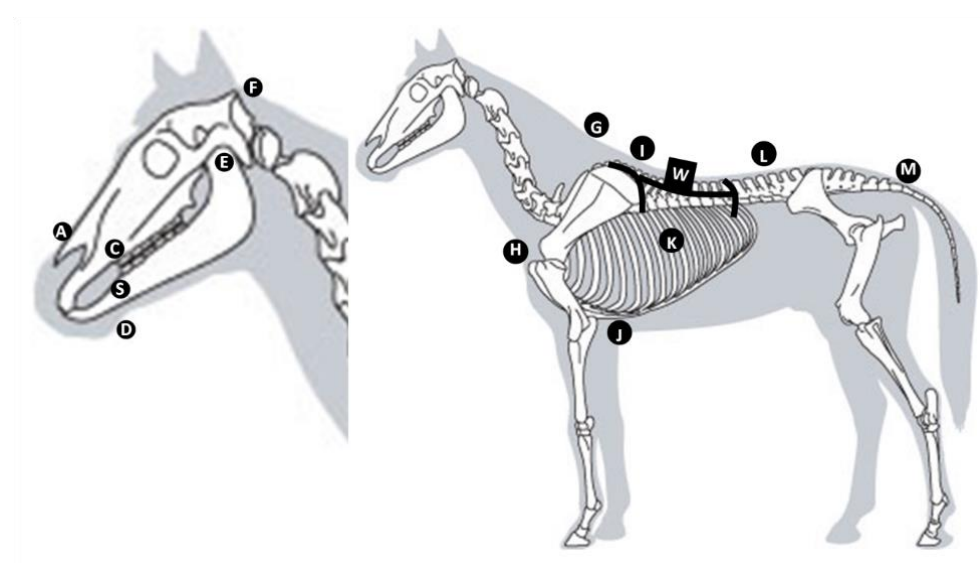
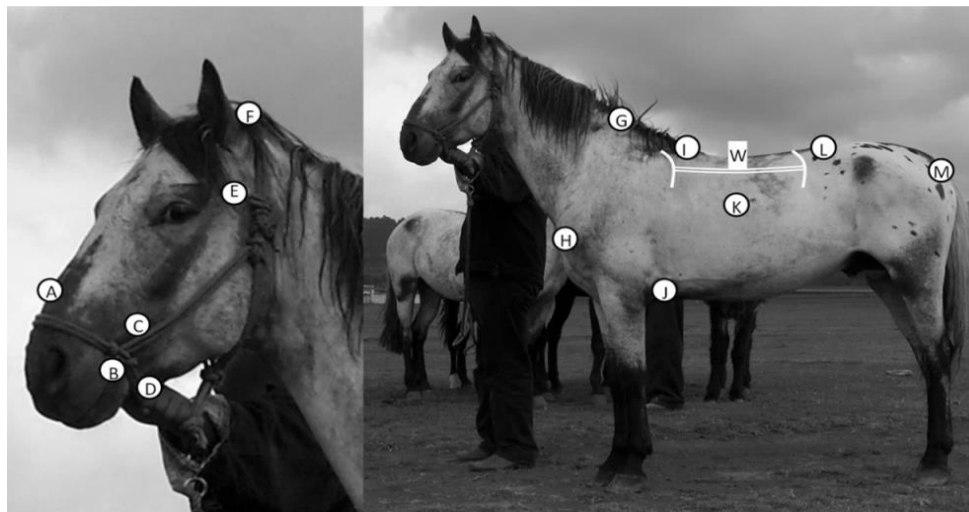


Figura 5. Puntos donde ejercen presión los arneses.

Por su lado en la **Tabla 3** se describen el contacto que tienen los arneses con la anatomía de los équidos, tomando en cuenta los puntos descritos de la Figura 5.

Tabla 3. Regiones anatómicas y arneses que entran en contacto con ellas.

-
- A** Ternilla o hueso nasal: sobre la que apoya el bozal.
- B** Comisura labial: sostiene el cañón del bocado o freno.
- C** Región de la cara en relación con el primero y el segundo diente premolar.
- D** Región del barboquejo o mentón: sobre la que se ajusta la barbada del freno.
- E** Articulación temporo-mandibular: que se lesiona por desequilibrios dentales y malas prácticas con el freno y riendas.
- F** Nuca o articulación atlanto-occipital: sobre la que apoya la cabezada.
- G** Origen del cuello: sobre el que se apoya la parte superior del collar en animales de tiro.
- H** Encuentro: la región donde se unen cuello, pecho y hombros, sobre la cual se apoya la parte inferior del collar.
- I** Cruz: la región limitada por el punto más alto de los procesos espinosos de las vértebras torácicas y el borde dorsal de las escápulas o espaldillas. Sobre ese sitio se coloca la campana del fuste, sin que esta haga contacto directo con la cruz.
- J** Cinchera o región esternal: donde se acomoda el cincho para apretar el fuste.
- K** Costillar o costado: a cada lado del animal, limitado por la extensión de las mismas costillas que conforman la caja torácica que contiene a los pulmones y corazón. Su importancia no solo radica en la respiración del

animal, sino que ellas también protegen parte del espacio donde se ubica el tracto digestivo del animal.

- L** Región lumbar: conocida como el lomo del animal y sobre él no debe colocarse carga alguna pues es muy propensa a lesiones. De hecho, hacia atrás se une con el hueso sacro, formando un complejo llamado “sacro-lumbar”, situado entre las crestas iliacas o cuadriles, que es muy importante para el movimiento del animal.
- M** Maslo de la cola: origen o base de la cola y a él se fija la colera que da estabilidad a la montura o carga.
- S** Barras o asientos: sitio de la boca del équido sobre el que se apoya el freno o bocado. Corresponde a la porción más anterior de las ramas de la mandíbula (quijadas) del équido.

W Espalda: Corresponden al área de las vértebras torácicas, delimitada por el borde caudal del cartílago de la escápula (adelante) y la última costilla (atrás). Es dentro de esta región donde debe acomodarse el fuste, pues pasar los límites suele resultar en lesiones serias. La línea negra que une ambos límites señala la región del lomo sobre la cual deben apoyarse las tablas del fuste.

Frecuentemente los arneses mal ajustados o diseñados conducen a problemas que se manifiestan en la piel como heridas. Estas lesiones se conectan con otros sistemas corporales, específicamente el músculoesquelético, resultando en lesiones más profundas y graves. Las lesiones en la región toraco-lumbar (espalda y lomo) son comunes en animales que trabajan con arneses mal ajustados o fustes inadecuados al tamaño del animal, y basta ejercer presión ligera con las yemas de los dedos sobre la espalda y lomo de estos animales para comprobar el dolor por mal ajuste de arneses.

Comprender la participación de los arneses en la presencia de problemas musculoesqueléticos es muy importante. Estudios recientes han demostrado que el dolor y rigidez muscular en la zona toraco-lumbar (espalda y lomo) repercuten en la habilidad del animal para flexionar las rodillas (en manos) así como los corvejones y babillas (en patas). Asimismo el dolor toraco-abdominal, consecuencia de presión excesiva de los arneses, se manifiesta en locomoción anormal con los miembros posteriores; mientras que el dolor en cuello, generalmente ligado a problemas desde cabeza y nuca, afecta la locomoción en miembros anteriores. Las graves consecuencias que pueden ocasionar un sistema de arneses mal diseñado se puede ver reflejado en problemas como:

1. Comportamientos indeseables, ejemplo, se rehúsan a que les coloquen la montura o fuste.
2. Bajo rendimiento en el trabajo que realizan.
3. Múltiples afectaciones en el aparato musculo esquelético.
4. Lesiones y heridas en la piel.
5. Todo ello, conducirá a un pobre bienestar en los équidos.

La **Figura 6** presenta imágenes con algunas lesiones causadas por el uso de arneses inadecuados:

(A) Lesión de gran tamaño en la región de la cruz provocada por un fuste muy abierto.

(B) Lesión causada por la fricción y presión que ejercía un collar en el cuello.

(C) Lesión ocasionada por la punción directa del hebijón de la argolla sobre la piel de la región esternal.

(D) Herida en el maslo de un burro provocado por una cuerda delgada de plástico la cual era ocupada como colera.



Figura 6. Heridas causadas por arneses inadecuados.

Por otra parte, existen otros factores que también pueden influir en la aparición de lesiones y heridas en los équidos, los cuales en muchas ocasiones no se toman en cuenta por lo que es importante revisar cada uno de estos puntos para detectar el origen del problema y así poder corregirlos. En la **Tabla 4** se presentan algunos factores que influyen en la aparición de heridas.

Tabla 4. Factores que influyen en la aparición de heridas.

Pobre condición corporal	Animales con condición corporal con puntaje entre 1 y 2, son más susceptibles a sufrir heridas por arneses.
Edad	Empiezan a trabajar muy jóvenes, al año y medio, o se siguen trabajando a una avanzada edad.
Conformación y talla	Importante ver la conformación del animal por ejemplo un caballo con lordosis o dorso hundido tendrá problemas con las monturas convencionales.
Materiales inadecuados	El abuso de materiales plásticos sobre todo en el dorso, las caronas de rafia o hule espuma producen mucho calor incrementando el sudor.
Arneses chicos o grandes	Colocar el arnés adecuado en cuanto a talla y diseño.
Ajuste incorrecto	Demasiado apretados o demasiado flojos.
Tipo de suelo	Caminos muy accidentados con pendientes muy pronunciadas y declives.
Cargas excesivas	Se recomienda que un équido cargue entre el 30 o hasta el 50 % como máximo, de su peso vivo.
Largas jornadas de trabajo	No es recomendable exhaustivas jornadas de trabajo.
Descanso insuficiente	Aunado al punto anterior los animales que trabajan requieren descanso para que se puedan recuperar de manera óptima.
Falta de limpieza y mantenimiento	Los arneses de tela se deberán lavar cuando se encuentren sucios para remover impurezas y sudor, los de cuero y piel es aconsejable lubricarlos.
Maltrato y negligencia	Muchas veces los équidos sufren de maltrato innecesario por parte de sus propietarios, se recomienda que se atiendan sus heridas, claudicaciones y demás afecciones que puedan sufrir.

Consideraciones finales

Durante miles de años los seres humanos han aprovechado a los équidos para cubrir sus necesidades de transporte, carga y tiro. Hoy en día los équidos siguen participando en los diversos sistemas de producción que existen en todo el mundo además de las actividades recreativas en las que los humanos los han involucrado. Para su desempeño en esas actividades se requirió del desarrollo de arneses que permitieran aprovechar al máximo sus cualidades. Sin embargo, para el óptimo desempeño y bienestar de los animales es primordial conocer la función, diseño y materiales adecuados que deben usarse en la elaboración de los arneses. Además, para prevenir lesiones, heridas o problemas de conducta, es necesario considerar que los arneses son utilizados en las muy diversas y múltiples actividades que los équidos desempeñan.

Atendiendo las recomendaciones para la utilización de los arneses apropiados tendremos animales más cooperativos que rendirán más en el trabajo que realizan, y sobre todo, tendrán un mayor bienestar.

Literatura consultada

Coombs *et al.* La Guía Spana. Para el cuidado de los animales. Parte I Equinos de Trabajo. Londres, Reino Unido 2002.

Manual profesional del burro. Compilación: The Donkey Sanctuary. Svendsen E. 3ra Ed. Devon, Reino Unido 1997.

Pearson A., Krecek R., y Simalenga T. Harnessing and hitching donkeys, mules and horses for work. Department of Agriculture and Rural Engineering, University of Venda for Science and Technology, South Africa. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, UK 2003.

Ruiz M. Gobierno y Sociedad en Nueva España. Colegio de Michoacán. 1ra Ed. México 1991.

Willoughby P. The Empire of Equus. The Domestic Ass and Its Wild Ancestors. 1er Ed. New Jersey, E.U. 1974.

PROGRAMA REPRODUCTIVO DE TILAPIA

IAZ Martha Salazar Ulloa

MC Germán Muñoz Córdova

Introducción

Dentro del sector acuícola destaca el grupo de peces denominado tilapias que ha resultado ser un componente importante en la economía de diversas regiones de México. El éxito del cultivo de estos peces principalmente se debe a la gran aceptación del producto por parte de los consumidores y al dominio de su tecnología de cultivo, logrando con ello, que la tilapia ocupe el tercer lugar por su volumen en la producción pesquera en el país, con 179,919 t, solo superada por la sardina y el camarón; siendo los estados de Jalisco, Chiapas y Michoacán los principales productores de tilapia con 39,538, 26,759 y 25,873 t respectivamente. Referente al valor monetario, después del camarón, la tilapia ocupa el segundo lugar en México (CONAPESCA, 2017). La acuicultura y la pesca se consideran como una de las actividades de mayor crecimiento en el país en el sector productivo, mostrando durante los años 2013 al 2017 una tasa de crecimiento del 22.7%, siendo el de la acuicultura del 13% (**Figura 1**) (*ídem*).

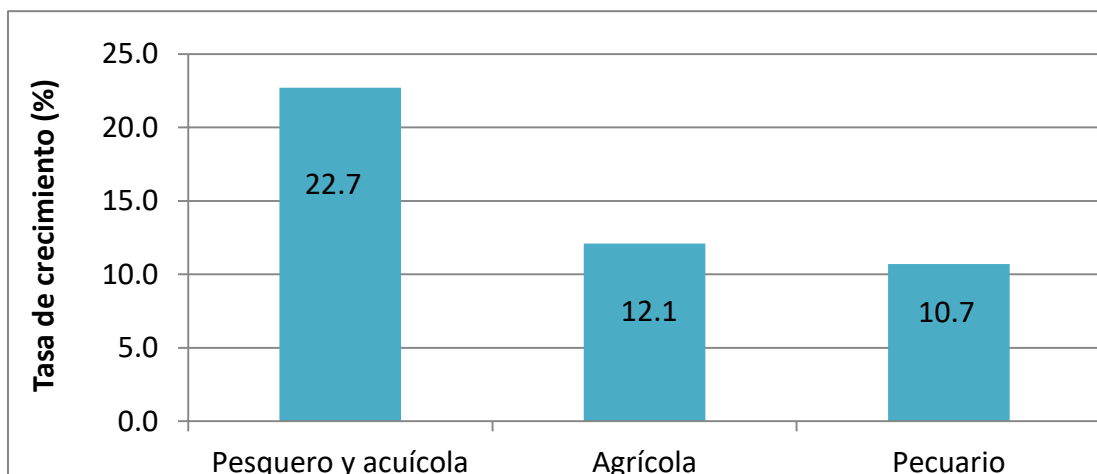


Figura 1. Tasa de crecimiento de tres sectores productivos en México, 2013 – 2017.

Fuente: CONAPESCA, 2017.

Para la producción de tilapia se deben de considerar las siguientes etapas del desarrollo de los peces: a) reproducción; b) incubación y alevinaje; c). crianza; d). preengorda y e). engorda; de manera tal que existe una infraestructura y un manejo diferente para el desarrollo de los peces en cada una de estas etapas. Las unidades de producción de tilapia donde se llevan a cabo todas estas etapas se denominan de ciclo completo y donde solo llevan a cabo una parte de las etapas se denominan de ciclo incompleto.

Los sistemas de ciclo completo generan sus propias crías a través de la reproducción, incubación y crianza, para seguido llevar los procesos productivos de preengorda y engorda, ello reduce la dependencia en el abasto de crías de fuentes externas que en muchos casos generan incertidumbre en los procesos productivos de la granja y generan incrementos en los costos de producción debido a los gastos por la compra de crías. Otro aspecto importante de las unidades de ciclo completo es su capacidad de generar recursos económicos adicionales por la venta de cría a las unidades de producción de ciclo incompleto, las cuales en la mayoría se dedican a la preengorda y engorda de tilapias. Sin embargo, generalmente las fases de reproducción de cualquier especie acuícola requieren un incremento de infraestructura y del conocimiento detallado de una serie de procesos que culminen con la obtención de huevos y crías de la especie a cultivar.

Con el objeto de difundir y mejorar los sistemas de producción acuícola en el trópico mexicano, el Centro de Enseñanza e Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ UNAM realizó en el año 2010 adecuaciones en su módulo de acuicultura, y de esta manera se estructura el actual Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola (MEIA) el cual es una unidad de producción de tilapia de ciclo completo. El siguiente material tiene como objetivo dar a conocer el manejo, los procesos y estrategias implementados en el programa de reproducción de tilapia del MEIA, ya que esta etapa es esencial para cualquier productor interesado en la producción de crías de tilapia.

Generalidades de las etapas de reproducción, incubación y alevinaje en tilapia

Las tilapias se pueden reproducir desde los tres meses de edad, cuando apenas alcanzan un tamaño de 10 a 15 cm, sin embargo se sugiere utilizar hembras de 250 g en adelante y machos con un peso mínimo de 300 g. Esto asegurará al productor la elección de aquellos ejemplares con la conformación deseada y de aquellos que hayan presentado un adecuado crecimiento, lo que no puede evaluarse con peces de corta edad.

Los estanques pueden ser rústicos o de concreto, siendo estos últimos los más aconsejables porque son más prácticos. Su tamaño varía dependiendo de la cantidad de huevo que se espere obtener, para lo cual debe de considerarse que por cada gramo de hembra se puede llegar a obtener de uno a cuatro huevos y que en climas cálidos durante todo el año, una hembra puede ovopositar de 8 a 10 veces al año.

La densidad de reproductores en los estanques puede ser desde 0.1 reproductores/m² hasta 4 reproductores/m². Aquí se emplea el termino metro cuadrado (m²) y no metro cúbico (m³) debido a que en la reproducción es más importante el área disponible que el volumen, ya que los machos delimitan territorios en el fondo del estanque, es decir, delimitan un área y no un volumen.

La proporción de sexos puede ser desde 1 macho para 4 hembras (1:4) o de un macho por cada hembra (1:1). La primera proporción asegura un mayor número de crías, mientras que la segunda proporción, se asegura una mayor probabilidad de que no estén emparentadas, lo que reduce la probabilidad de consanguinidad.

Para que la reproducción se pueda realizar, la temperatura del agua debe de ser superior a los 20°C, 25°C a 30°C como óptimos, bajo dicha condición los machos delimitan su territorio; si el estanque es de tierra realizan un nido que consiste en una excavación poco profunda y si el fondo es de cemento se limitan a limpiar el área.

Durante la época reproductiva el macho adquiere colores vistosos y atrae a alguna hembra. Después del cortejo, el cual consiste de movimientos bruscos y de ligeros roces con la hembra, ésta deposita los óvulos en el nido, siendo inmediatamente fertilizados por el macho; posteriormente, la hembra recoge los huevos en su boca y se aleja a un sitio protegido. En este punto es cuando se debe retirar el huevo a las hembras para ser trasladado a las incubadoras.

Los huevos son transferidos a incubadoras tipo McDonald que consisten en recipientes cilíndricos de material plástico translúcido de aproximadamente 8 a 10 litros de agua. El periodo de incubación del huevo en las incubadoras dependerá de los días que ya hayan sido incubados en la boca de la madre a la hora de hacer la colecta pero generalmente el proceso de incubación dura 5 días. Un flujo de agua de 8 l/min por incubadora es adecuado para que los huevos estén en movimiento. Las crías recolectadas de las incubadoras deberán ser trasladadas a pequeños estanques, que pueden ser de concreto, plástico o fibra de vidrio, los cuales no sobrepasan el metro cúbico de capacidad; los estanques de forma circular son en la actualidad los más aceptados.

Debido a que los machos presentan mejor crecimiento y se evita la reproducción indeseada en los estanques de pre-engorda y engorda, es en los estanques descritos en donde se lleva a cabo la técnica de inversión sexual; es decir, se alimenta a las crías con alimento que contiene andrógenos (hormonas masculinizantes). Se cuenta con varios andrógenos que tienen uso potencial para realizar la inversión sexual en diversas especies de peces. Sus formas de aplicación son mediante su inclusión en el alimento o por inmersión directa del pez en soluciones que contienen la hormona.

Grupos genéticos de tilapia en el MEIA

En el MEIA se cuenta con cuatro poblaciones de tilapia, dos de ellas se producen en forma comercial: la tilapia gris del Nilo (*Oreochromis niloticus*) (**Figura 2**) y la

tilapia roja: Pargo-UNAM ($\frac{1}{2}$ tilapia roja de Florida, $\frac{1}{4}$ *Oreochromis niloticus* de color rosa y $\frac{1}{4}$ tilapia rockymountain) (**Figura 3**); además, se mantienen poblaciones de la tilapia rosa del Nilo (*O. niloticus*) y la tilapia Rocky Mountain que se utilizan para investigación o se producen en forma comercial cuando algún acuicultor solicita crías de estos peces.



Figura 2. Tilapia gris del Nilo



Figura 3. Pargo-UNAM

Programa de producción de cría de tilapia en el MEIA

Etapas de reproducción

Para llevar a cabo el programa de reproducción de tilapia actualmente el MEIA cuenta con seis estanques de concreto de 20 m³ (**Figura 4**). Cada estanque está provisto de 4 piedras difusoras de aire para mantener aceptables los niveles de oxígeno en el agua (4 a 6 mg/l), cada uno cuenta con una entrada de agua de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas y una salida de agua de 4 pulgadas, y cada estanque cuenta con una malla plástica para evitar depredación de los peces por aves. El tubo de salida de agua tiene una abertura amplia para facilitar la salida del agua y tiene una rejilla plástica para evitar la fuga de algún reproductor (**Figura 5**).

El periodo de reproducción inicia en el mes de marzo y finaliza en octubre, durante esta temporada se tienen las condiciones de temperatura óptima para la reproducción de estos peces, 28 °C.

Los reproductores se colocan en los estanques de reproducción con una relación macho:hembra que varía, según el programa productivo que se tenga programado para la cría. Es decir, cuando se quiere obtener pie de cría (futuros reproductores) la relación macho:hembra es 1:1; pero cuando se quiere obtener cría que posteriormente entrará al programa de producción de cría invertida, la relación macho:hembra es 1:3, en ambos casos sin exceder de 80 a 100 reproductores por estanque. A los peces se les ofrece un alimento con 32 % de proteína cruda a saciedad aparente, 3 veces al día.



Figura 4. Estanques de reproducción



Figura 5. Tubo y rejilla para salida de agua

En esta etapa es poco común que los peces se enfermen, sin embargo, las peleas constantes por parte de los machos o un excesivo manejo pudieran propiciar la aparición de hongos, especialmente *Saprolegniasp.* Cuando esto ocurre, los peces deben tratarse con baños de sal a una dosis de 20 g de sal por cada litro de agua, durante una hora, pudiéndose tratar a todos los peces o de manera individual.

La cosecha de huevo en los estanques de reproducción se realiza el día 7 posterior al confinamiento de los reproductores, el huevo cosechado se traslada al laboratorio de

incubación en donde pasará de 1 a 5 días y una vez eclosionado el alevín es colectado en canaletas de alevinaje, en donde absorben el saco vitelino; esta actividad se realiza una vez a la semana. A continuación se describen los cinco pasos del procedimiento para la colecta de huevo en los estanques de reproducción.

Preparación del estanque de reproducción

1. Retirar la malla anti-aves del estanque de reproducción (**Figura 6**).
2. Quitar el tubo de salida de agua y girarlo para que la abertura del tubo quede abajo y el agua salga (**Figura 7**).



Figura 6. Retirado de malla antiaves.

Figura 7. Girado de tubo de salida de agua.

3. Bajar el nivel del agua del estanque aproximadamente a 20 cm, comprobando siempre que los peces naden normalmente y no de costado (**Figura 8**).



Figura 8. Columna de agua en un estanque de reproducción.

4. Colocar una malla rígida de plástico para dividir el estanque y dirigir los peces hacia un extremo, haciendo más eficiente la captura de los peces (**Figura 9**).



Figura 9. Dirigiendo los peces hacia un extremo del estanque.

5. Colocar un recipiente plástico, llenarlo con la misma agua del estanque y colocar dentro del recipiente una canastilla para colocar ahí a la hembra con huevo y poder hacer la extracción (**Figura 10**).



Figura 10. Recipiente plástico con canastilla para la colecta de huevo.

Colecta de huevo

1. Introducir al agua una red de cuchara con inclinación aproximada de 45 grados, se dirige a un pez y se captura, sin sacar al pez del agua, se acerca a la tina de plástico (**Figura 11**).

2. Sin sacar al pez de la red, se le sujeta presionando con los dedos índice y pulgar alrededor de la cabeza del pez, el dedo pulgar por arriba de la cabeza y el dedo índice por abajo (**Figura 12**).



Figura 11. Pez capturado para colecta de huevo.

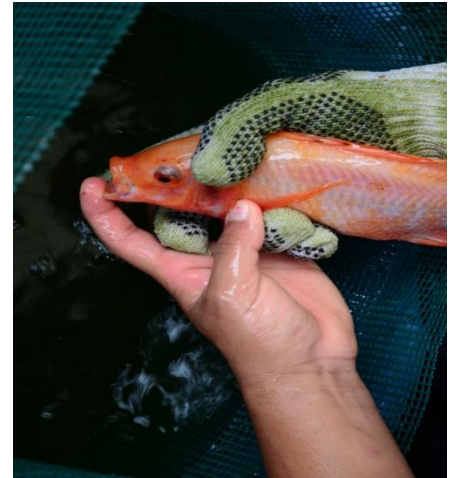


Figura 12. Sujeción de tilapia.

3. Con el dedo índice de la mano libre se abre la cavidad bucal del pez y se revisa (**Figura 13**).



Figura 13. Revisión de la cavidad bucal del pez.



Figura 14.Hembra de Pargo-UNAM con huevo

4. Si el pez está incubando huevo (**Figura 14**) se coloca dentro de la canastilla (**Figura 15**); en caso de que el pez no este incubando huevo, se libera al otro lado de la malla separadora.
5. Se introducen ambas manos en la canastilla, se acerca al pez hacia un extremo y se sujeta (**Figura 16**).



Figura 15.Colocando pez en canastilla.



Figura 16. Pez dentro de canastilla.

6. Se sujeta al pez de la cabeza, colocando el dedo pulgar por arriba de la cabeza y el dedo índice por debajo de la cabeza. Con el dedo índice de la mano libre se abre boca del pez y con el dedo pulgar se abre el opérculo para la extracción de huevo (**Figura 17**).



Figura 17. Sujeción de pez, apertura de boca y opérculo.

7. Inclinar al pez para sumergirlo de cabeza al agua para que empiece a liberar los huevos, esta operación se repite hasta que haya expulsado todos los huevos (**Figura 18**).

8. Se vuelve a revisar la cavidad bucal de la reproductora para asegurar que haya expulsado todo el huevo (**Figura 19**).



Figura 18. Extracción de huevo.



Figura 19. Revisión de cavidad bucal.

9. Todas las hembras que hayan tenido huevo se colocan en una jaula (**Figura 20**) para posteriormente contarlas y pesarlas para llevar un registro de producción y estimar la cantidad de huevo obtenido por gramo de hembra.



Figura 20. Colocación de hembras de tilapia en jaulas

10. Después de revisar a todos los peces se retira la rejilla de la tina, de manera tal que el total de huevos colectados de todas las hembras se encuentran colectados en la tina que se traslada al laboratorio de incubación.

Una vez terminado el manejo de los peces, se limpia el estanque, se llena y se le coloca la malla antiaves. Para que las hembras recuperen peso, y para el éxito de esta etapa, es importante cada 2 meses separar los reproductores, ya que al ser “incubadoras bucales” las hembras dejan de comer y pudieran perder condición corporal. Se dejan descansar como mínimo 15 días y posteriormente se reanuda el programa reproductivo.

Etapa de incubación y alevinaje

En el MEIA el área de incubación cuenta con tres incubadoras tipo McDonald, con capacidad para 80 mil huevos. Cada incubadora cuenta con una canaleta de alevinaje de 0.5 m³, donde se colectan los peces que eclosionaron (**Figura 21**). Cada incubadora tiene un tubo PVC que abastece de agua la incubadora, el exceso de agua cae a la canaleta de alevinaje. Esta área trabaja con un sistema cerrado de recirculación de agua, que dependiendo de las variables fisicoquímicas del agua registradas (oxígeno disuelto, amonio, nitritos y nitratos), puede reciclar el agua hasta por 5 meses.



Figura 21.Incubadoras McDonald con canaleta de alevinaje.

A continuación se describen los pasos que se realizan en esta área al llegar el huevo procedente de los estanques de reproducción.

Limpieza de huevo

En el laboratorio se procede a retirar la materia orgánica del agua de la tina que contiene los huevos (**Figura 22**), mediante la adición gradual de agua del área de incubación, hasta que puedan apreciarse en forma clara la totalidad de los huevecillos (**Figura 23**).

Estimación de la cantidad de huevo

El huevo, antes de ser colocado en la incubadora, se estima su cantidad mediante el siguiente procedimiento:

1.El huevo se coloca en un vaso graduado (vaso de precipitado) determinándose el volumen de huevo obtenido (**Figura 24**).



Figura 22. Huevo mezclado con materia orgánica.



Figura 23. Huevo libre de materia orgánica.



Figura 24. Huevo de tilapia.



Figura 25. Tubo graduado para medir.

2. Con tubo de plástico o vidrio (pipeta) se toman unos huevos y se colocan en un recipiente pequeño y graduado, hasta completar un mililitro de huevo (**Figura 25**).
3. Se cuenta la cantidad de huevo obtenida en la muestra de 1 ml y se multiplica por el total de mililitros de huevo obtenido.
4. Se registra la información.

Incubación de huevo

1. Se coloca el huevo en la incubadora McDonald (**Figura 26**).
2. Se abre la llave de paso que permitirá el flujo lento del agua en el interior de la incubadora. Se debe de asegurar que todo el huevo se mueva lenta y constantemente (Figura 27).
3. Mediante un sifón, diariamente se retira el huevo muerto (de color blanco).



Figura 26. Depósito de huevos en incubadora McDonald.

Los alevines nacen en las incubadoras en 1 o 5 días, y son arrastrados por el flujo de agua que entra a la incubadora, siendo recolectados en la canaleta de alevinaje. En esta etapa los alevines no se alimentan debido a que cuentan con un saco vitelino que les proporciona los nutrientes necesarios durante este tiempo. Una vez absorbido el saco vitelino los alevines son trasladados a las áreas de crianza donde se les proporciona la alimentación adecuada, dependiendo del programa de producción programado.

Etapa de crianza

Para el programa de producción de cría invertida el MEIA cuenta con dos áreas de crianza que trabajan con sistema cerrado de recirculación de agua. Cada área tiene un filtro biológico que abastece de agua al área (**Figura 27**) permitiendo que los compuestos nitrogenados sean absorbidos y sintetizados por bacterias y plantas. Este sistema recicla el agua hasta por 5 o 6 meses.

Para conocer el nivel de compuestos nitrogenados y asegurar que la calidad del agua sea la óptima requerida por los peces, cada semana se toman muestras de agua de los filtros biológicos de manera rutinaria con el objeto de medir las variables fisicoquímicas del agua de oxígeno disuelto, temperatura, amonio, nitritos, nitratos, pH, dureza y alcalinidad. Cuando los compuestos nitrogenados son elevados, es necesario el cambio total del agua.



Figura 27. Área de crianza con filtro biológico.



Figura 28. Estanques de plástico.

Las áreas de crianza 2 y 3 cuentan con 36 tinas de plástico con una capacidad de 1000 L de agua. Todas las tinas están provistas de piedras difusoras de aire que permiten la aireación del agua, así mismo cada tina cuenta con una entrada de agua que permite el recambio constante de la misma. Esto a través de dos bombas de agua de 1 caballo de fuerza, las cuales canalizan el agua de los filtros biológicos a un tinaco y posteriormente el agua baja por gravedad a cada una de las tinas de plástico (**Figura 28**).

Las crías que salen del laboratorio de incubación y entran al programa de cría monosexo (todos machos), son trasladadas a estas dos áreas, en donde se colocan 2,000 crías de tilapia por tina, las tilapias que entran a este programa son: Pargo-UNAM y tilapia gris del Nilo. Aquí las crías permanecen un mes, tiempo requerido para la técnica de inversión sexual; todos los días se revisan las áreas para limpiar y retirar cría muerta.

Durante la etapa de inversión sexual las crías de tilapia presentan enfermedades de tipo parasitario y fúngico, siendo los más comunes: *Gyrodactyluscichlidarum* (parásito), *Trichodinasp.* (parásito) y *Saprolegniasp.* (hongo). Para controlar la infestación por *Gyrodactylus* se aplican baños de formol al 40 %, la dosis es: 1 ml de formol por cada 4 L de agua y el tratamiento debe durar una hora, pasado este tiempo, se hace un cambio total de agua. La *Trichodinay* el hongo *Saprolegniase* controlan con baños de sal, la dosis es: 20 g de sal por cada litro de agua, el tratamiento es de una hora.

Para obtener cría monosexo (machos) se utiliza la técnica de inversión sexual, que se basa en la utilización de hormonas en el alimento de los peces. Una de las hormonas más utilizadas es la 17 alfa metil-testosterona, la cual se agrega al alimento a dosis de 60 mg/kg de alimento. Este alimento se debe ofrecer a las crías 11 veces al día cada hora, durante 30 días; con esta técnica se puede obtener de 95 a 100 % de peces solo machos, el peso promedio final de esta etapa es de 1 g. Una vez terminado este periodo, se retira la hormona y a los peces se les ofrece un alimento que contenga 45% de proteína. Terminada la inversión sexual, se pesa una muestra de peces para conocer el peso promedio final y otra muestra de estos se traslada al laboratorio para conocer el estado sanitario de las crías. Al concluir este periodo las crías son ofertadas al público en general.

Consideraciones finales

Las unidades de producción de ciclo incompleto, es decir, aquellas que se dedican a la preengorda y engorda de tilapia podrían tener ventajas al implementar un programa reproductivo, ya que dicho proceso les puede permitir generar crías monosexo (solo machos) a través de la técnica de inversión sexual, lo cual aseguraría a dichas unidades de contar con un abasto seguro de crías para llevarlas a tallas de mercado y a su vez podrían generar una segunda opción de ingresos mediante la venta de cría invertida sexualmente

En la implementación de un programa reproductivo, deberá de asegurarse primeramente de la adquisición de lotes reproductores de tilapia con un historial adecuado en su desempeño productivo y con las características acordes a lo que el acuicultor desee ofertar en el mercado.

MÓDULO DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA PARA LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA Y AUTOEMPLEO.

Dr. Mario Garduño Lugo

Introducción

En México el insuficiente abasto de comida en muchas localidades tanto urbanas como rurales es cada vez más severa, sobre todo en lo relacionado a alimentos de elevado valor biológico como el pescado. Por tal motivo, si se pretende alcanzar un mayor consumo de pescado por persona, inclusive la meta que plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de 20 kg para el 2020, esto puede ser factible si se toma en cuenta y aplica la tecnología disponible para la práctica de la acuicultura. Sin embargo, este reto se encuentra relacionado estrechamente con tres factores fundamentales: 1) Una capacitación apropiada para nuevos acuicultores con fines de autosuficiencia y/o comerciales, 2) La disponibilidad suficiente de alimentos para peces, y 3) El abasto de agua para el cultivo específico de o los organismos por producir.

En la **Figura 1**, se presentan ejemplares de Pargo-UNAM y Tilapia del Nilo, dos tipos de tilapia que pueden cultivarse en el sistema de producción para la autosuficiencia alimenticia y de autoempleo que se propone a continuación.

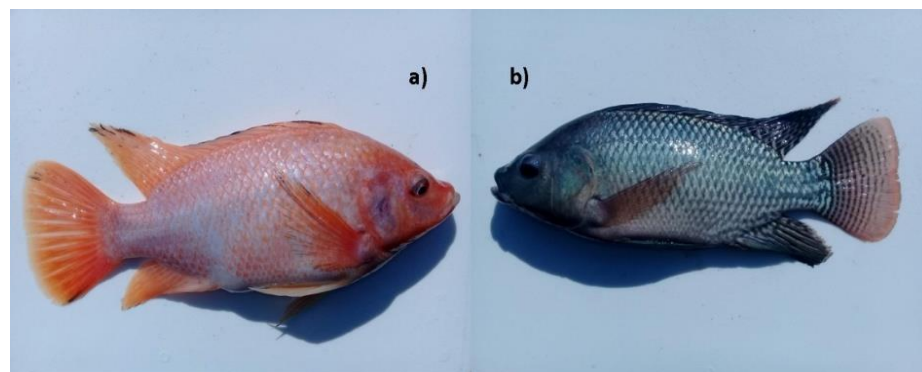


Figura 1. Ejemplares de tilapias (a) Pargo-UNAM y (b) Tilapia del Nilo.

Un aspecto fundamental para incrementar el consumo de pescado, y generar un beneficio real en una comunidad, es producir tilapia sin que el precio de producción sea más elevado que el de su compra en establecimientos comerciales. Para lograrlo, como se indicó previamente, es capacitar eficientemente a los nuevos acuicultores, lo cual se traduciría en la obtención de mejores índices productivos. Por lo anterior, el propósito de esta colaboración al 27° Día del Ganadero es compartir una opción para la producción autosustentable de tilapia que puede ser al mismo tiempo una posibilidad de generación de empleos.

Diseño del módulo de autosuficiencia y autoempleo

El diseño del módulo está planeado para conjuntar: seguridad para la familia, facilidad de operación y mantenimiento, así como de operación económica en cuanto al empleo de equipo y consumo de energía.

Considere la instalación de uno a tres estanques de concreto de 3x2x0.5 m con paredes inclinadas o verticales que se llenan con 1.5 a 3.0 m³ de agua, y se habilitan con recirculación y aireación del agua mediante equipo de bajo consumo de energía eléctrica; este diseño de estanques se ha probado que es económico en su construcción y duradero.

Los estanques vacíos y en operación que se presentan en la **Figura 2** los cuales tienen más de 20 años de construidos y han requerido de un mínimo de mantenimiento. En la **Figura 3** se puede corroborar que el manejo de estos estanques es además práctico, fácil de limpiar, controlar y operar.



Figura 2. Estanques para producción para autoconsumo ubicados en el MEIA-FMVZ-UNAM.



Figura 3. Estanques diseñados para autosuficiencia y autoempleo.

Cantidad de peces por estanque

En cuanto a los peces por cultivar en cada estanque se recomienda tomar en cuenta dos metas:

Primera: obtener ingresos económicos por los peces que se vendan, los cuales en un promedio de seis meses, presenten un peso comercial y se puedan vender.

Segunda: aprovechar el agua lo más posible.

Del 1.5 o 3.0 metros cúbicos de agua que se tiene en cada estanque, se pueden manejar al principio 500 a 1000 crías de tilapia; al mes de inicio, las crías pesan aproximadamente 10 g en promedio. Al pasar los días, debido a que va a disminuir el oxígeno del agua relacionada con el número de crías originales y su incremento de peso, se pueden remover algunos peces (100 o más), al punto de que se observe que el resto de los peces presenten un comportamiento normal y no salgan a boquear para respirar en las mañanas. Ello debido a que al aumentar la biomasa, que es el peso total de los peces que están en el estanque, demandarán más oxígeno. Así, al disminuir paulatinamente la biomasa de peces se mejora también las condiciones fisicoquímicas del agua para los peces que permanecen en el agua.

Los peces que se remueven (los más pequeños) pueden ser incluidos en la dieta de las personas, de manera que desde el primer mes de inicio del cultivo las personas ya disponen de proteína de elevado valor biológico. En la **Figura 4** se observa un platillo conteniendo tilapias pequeñas fritas, las cuales presentan un aporte nutricional similar a las de mayor tamaño, obviamente considerando que el peso de las raciones sea el mismo.



Figura 4. Crías de tilapia fritas de un mes edad en cultivo.

Si se tiene uno o dos estanques más se pueden proyectar una mayor producción. Es decir, se colocan en los otros estanques, peces pequeños o inclusive peces de mayor tamaño (100 a 200 g) pero en menor cantidad de acuerdo a la disponibilidad de oxígeno, los cuales crecerán a tallas más grandes en menos tiempo, permitiendo un mayor número de cosechas por año.

En cuanto a la meta primera que se refiere al autoempleo. Existen experiencias de personas que construyeron un estanque para compra-venta de pescado de tilapia comercial, en donde el peso puede variar de acuerdo a las costumbres de cada región. Esta práctica al menudeo puede operar muy bien en lugares en donde haya buena demanda de pescado, así como en donde por las condiciones climáticas más frías, las tilapias no crecen pero sí permite en esos estanques para la venta al menudeo. Así, la persona propietaria del módulo puede obtener un ingreso extra al vender los peces al detalle logrando un beneficio económico.

En relación el autor del presente texto ha constatado que en puntos de venta, una persona puede vender en promedio 100 Kg de tilapia por semana e incluso 200, con ventas de \$1000 a 2000 pesos semanales, lo que implica un ingreso razonable para el sustento de su familia. El requisito para el establecimiento de puntos de venta es que los detallistas se contacten con productores de tilapia de mayoreo y aseguren el

abasto constante del producto. Adicionalmente, el hecho que los mayoristas distribuyan cantidades significativas de pescado en puntos de venta, les permite atender mejor la producción de su granja y mejorar de igual manera la productividad y economía de su explotación.

A continuación se presentan aspectos relacionados con la operación del módulo de producción de tilapia para la autosuficiencia y autoempleo.

Alimentación de los peces

Para la etapa de engorda en que se encuentren los peces deben alimentarse con alimento balanceado comercial. Para ello hay varias marcas comerciales, siendo por sus rendimiento registrados, las más recomendadas Silver Cup y Purina; también hay otras marcas como Campi, Vimifos, Nutres, las cuales son buenas en cuanto a rendimiento, pero no igual a las primeras.

Alimentación adecuada de las tilapias

Existen varias técnicas para alimentar las tilapias pero para estanques pequeños la manera más adecuada es la que se denomina “Saciedad Aparente”. Esta consiste en dar a los peces de dos a tres raciones diarias, en un periodo regular de horarios, por ejemplo 8:00 am, 12:00 y 4:00 pm, de preferencia de lunes a sábado, domingo si se desea una sola vez al día. Lo importante de este sistema es proporcionar una cantidad pequeña de alimento y observar que lo consuman todo; si se comen la primera porción, se les da un poco más, hasta que ya no manifiesten interés por más alimento. De esa manera el alimento se utilizará de manera óptima y el rendimiento que obtendrá será de 1 a 1.3 kg de alimento por cada kilogramo de pescado producido. A la utilización del alimento se le conoce como conversión alimenticia, conocida como CA, y la manera de calcularla se presenta más adelante.

Pesajes o biometrías periódicas de los peces

A los peces se debe determinar su crecimiento cada dos semanas, ya sea vaciando el estanque hasta que se puedan atrapar los peces o si conoce el número de ellos, en una cubeta con agua pese de 10 a 15. Con una báscula pese la cubeta con algo de agua, tárela y coloque los peces para obtener el peso neto de los peces de la muestra. Una vez pesados, divida el peso neto entre el número de peces de la muestra y multiplique el resultado por el total de peces que hay en el estanque y así obtendrá la nueva biomasa.

Paralelamente se debe determinar la supervivencia (S) del periodo para saber cuántos peces vivieron en esa quincena. Esta se obtiene dividiendo el número de peces del pesaje actual, entre los del pesaje anterior y el resultado se multiplica por 100.

El peso ganado (PG) o biomasa ganada se determina restando el peso total de la biomasa de hoy, menos el peso de la biomasa de la quincena anterior. La conversión alimenticia (CA) resulta de dividir el total del alimento consumido entre el peso ganado del periodo (PG).

Análisis económico de la producción

Para obtener el costo de cada kilogramo de pescado producido (\$KgP) reste usted de la cantidad de dinero que obtuvo por la venta de sus tilapias producidas o la cantidad total en que compraría la cantidad de tilapia que vendió o consumió, la suma de todos los gastos realizados que incluyan costos tales como de las crías o peces más grandes, alimento, luz, pruebas de agua, etc. La diferencia de lo vendido menos lo gastado, entre los kilogramos de tilapia producida, le dará a usted el precio por kilogramo. Dicho precio deberá ser menor al precio de mercado o del lugar en donde lo compre.

Reflexione en algo muy importante. Al comer una dieta lo más saludable posible dará a usted y a su familia una mejor calidad de vida incorporando cada vez más tilapia, u otros pescados, así como frutas y vegetales. Sin lugar a dudas esos nuevos hábitos alimenticios se notarán en su bienestar y su salud.

Finalmente se sugiere que se capacitar cada vez más y comprobará que el precio de producción será menor y sus ganancias mayores.

A continuación se muestra como calcular principales índices productivos que le permitirán evaluar si su cultivo está siendo apropiado. Para ello practique las siguientes y sencillas fórmulas, solo requiere de sumas, restas y divisiones y lo puede hacer a mano o mediante una calculadora muy básica:

$$S = 100 \left(\frac{Nf}{Ni} \right) PG = Pf(g) - Pi(g) CA = \frac{AC (Kg)}{PG (Kg)}$$

$$\$KgP = \frac{\text{Costo total de insumos gastados}}{\text{Kg vendidos} \times \text{precio de venta (Kg)}}$$

S:Supervivencia.

Nf:número de peces que vivieron hasta el pesaje de hoy.

Ni: número de peces iniciales del periodo a evaluar.

Peso ganado (PG) = Peso total de los peces de hoy (**Pf**) – Peso total de los peces al inicio del periodo a evaluar (**Pi**).

Conversión alimenticia (CA) = Alimento consumido del periodo a evaluar/ el peso ganado del periodo.

Costo de producción: por kilogramo de pescado producido en el periodo.

(CKgP) =Todo el dinero gastado (\$) / el dinero obtenido por la venta o por lo que gastaría si comprara la cantidad de pescado que produjo.

Calidad fisicoquímica del agua del agua

Para el mejor crecimiento de peces es necesario medir las siguientes variables del agua: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Oxígeno disuelto (% de saturación); pH, nitrógeno amoniacal total (TAN), nitritos (NO_2) y transparencia (cm). A excepción del Oxímetro que es un aparato caro, pero que se puede sustituir por el denominado disco de Secchi, que mide la transparencia y su lectura da una idea cercana del nivel de oxígeno del agua, las mediciones se realizan con instrumentos de campo sencillos y económicos, como los que se presentan en la **Figura 5**. El rango de las variables por medir y su óptimo se presentan en el **Cuadro 1**.



Figura 5. (a) Oxímetro digital, termómetro y medidor de pH, (b) Reactivos químicos para el análisis del agua, (c) Disco de Secchi para medir la transparencia.

Cuadro 1. Variables fisicoquímicas del agua por medir.

<i>Parámetro</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Óptimo</i>
<i>O₂ (% de saturación)</i>	40	150	90-99
<i>Temperatura (°C)</i>	22	33	29
<i>pH</i>	7.0	8.5	8.2
<i>TAN (mg L⁻¹)</i>	0.0	0.92	0.0
<i>NO₂ (mg L⁻¹)</i>	0.0	1.50	<0.1
<i>Transparencia (cm)</i>	20	40	30

Consideraciones finales

Estimado lector, en sociedades en donde se consume pescado más de una vez a la semana, las personas presentan un grado de salud mejor que en comunidades que basan más su dieta en carnes rojas. Esto en virtud a que con una dieta más balanceada, se disminuye significativamente la incidencia de enfermedades metabólicas como la obesidad, diabetes, e hipertensión arterial.

Por otro lado, en México miles de personas sobre todos niños en condiciones de extrema pobreza no llenan diariamente sus requerimientos básicos de energía y menos proteína. Para esta población la práctica de la acuicultura, y puntualmente habilitando módulos de producción de tilapia para autosuficiencia, pueden tener acceso a pescado, estímesese al mes de iniciado el cultivo. Además, al coordinar productores de tilapia de mayoreo, estos módulos de producción de tilapia para la autosuficiencia alimentaria y autoempleo pueden servir para venta al detalle de pescado y mejorar sustancialmente los ingresos económicos de las familias.