



26^o día del Ganadero

22 junio
2018

UNAM
La Universidad
de la Nación

Memorias



CEIEGT

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión
en Ganadería Tropical

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

Mtro. Javier de la Fuente Hernández
Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria

Dra. Mónica González Contró
Abogada General

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIRECTORIO

Dr. Francisco Suárez Güemes
Director de la FMVZ

Dr. José Ángel Gutiérrez Pabello
Secretario General de la FMVZ

LAE. José Luis Espino Hernández
Secretario Administrativo de la FMVZ

MPA. Eduardo Posadas Manzano
Secretario de los CEIE de la FMVZ

MSc. Alejandro Rodríguez Monterde
Secretario de Medicina de la FMVZ

**CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN
Y EXTENSIÓN EN GANADERÍA TROPICAL**

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Director Técnico del CEIEGT

C. Rocío Macegoza Castellanos
Delegada Administrativa del CEIEGT

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

MVZ. Leticia Galindo Rodríguez

Dr. Mario Garduño Lugo

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

MC. Fernando Livas Calderón

MPA. Germán Muñoz Córdova

MC. Eliazar Ocaña Zavaleta

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 DEL 26° DÍA DEL GANADERO

MC. Fernando Livas Calderón

MC. Eliazar Ocaña Zavaleta

Dr. Epigmenio Castillo Gallegos

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

Dr. Mario Garduño Lugo

IAZ. Martha Salazar Ulloa

MVZ. Cristino Cruz Lazo

MC. Hugo Pérez Ramírez

COORDINACIÓN
26° DÍA DEL GANADERO

Dr. Manuel D. Corro Morales
MVZ. Leticia Galindo Rodríguez

EDICIÓN MEMORIAS

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 todas las empresas patrocinadoras de este 26° Día del Ganadero por su importante apoyo para la realización de este evento.

Al personal académico CEIEGT quienes con sus quehaceres de investigación generan conocimientos para el incremento de la producción pecuaria.

Al personal administrativo del CEIEGT quienes con sus acciones contribuyen de forma significativa al desarrollo de este evento.

Al alumnado de la FMVZ UNAM, y de otras instituciones educativas, por su participación en las tareas para la realización de esta actividad.

Agradecimiento al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) Proyecto PE209717 "Capacitación de estudiantes de licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia en actividades de extensión pecuaria".

CONTENIDO

	Página
Prólogo	1
Manejo de becerros de engorda en semiestabulación en el trópico	2
Rendimiento y calidad nutritiva del forraje y producción de carne con <i>Cratylia argentea</i>, en el trópico húmedo de Veracruz, México.	13
Módulo demostrativo de producción de tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) para autoconsumo.	25
Sistemas de producción y densidad de siembra en el cultivo de tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>)	34
Alternativas para una ovinocultura sustentable en condiciones de pastoreo.	47
Notas	57

Prólogo

La presente Memoria del 26° Día del Ganadero ha sido elaborada con gran entusiasmo por todas las personas involucradas en su realización, y es mi deseo que encuentres de utilidad la información que contiene. Este material aborda cinco temas para la mejora de la producción pecuaria: “Manejo de becerros de engorda en semiestabulación en el trópico”, “Rendimiento y calidad nutritiva del forraje, y producción de carne con *Cratylia argentea* en el trópico húmedo de Veracruz”, “Sistemas de producción y densidad de siembra en el cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp.)”, “Módulo demostrativo de producción de tilapia (*Oreochromis* spp.) para autoconsumo”, y “Alternativas para una ovinocultura sustentable en condiciones de pastoreo”.

Tu participación en este 26° Día del Ganadero nos consolida como el evento de capacitación en el trópico veracruzano, que a lo largo de los años, ha logrado reunir a más de 7,500 personas interesadas con el sector pecuario. Mediante esta actividad nuestra Universidad Nacional Autónoma de México trasciende su compromiso de vincularse con la sociedad mexicana, difundiendo los conocimientos que en ella se generan.

La comunidad del CEIEGT, personal académico y administrativo así como estudiantes, involucrada en la planeación, organización y ejecución de este evento, con tu asistencia comprobamos la importancia que le conceden a nuestros trabajos. Para lograr que esta actividad se desarrolle, cada integrante de la comunidad da lo mejor de sí para cumplir la tarea que le es encomendada. Este día, en un ambiente agradablemente universitario, instructores, moderadores, estudiantes de apoyo, personal de oficina, oficiales de transporte, y todo el personal que previo al evento realiza un sinnúmero de actividades, nos unimos con el objetivo de que quedemos en tu memoria y consideres acompañarnos en próximos eventos buscando más información para mejorar tu unidad productiva.

Finalmente, quiero evidenciar la importancia de las empresas patrocinadoras quienes mediante sus contribuciones hacen posible que el Día del Ganadero del “Rancho El Clarín”, siga desarrollándose.

A nombre de toda la comunidad CEIEGT, me es muy grato darte la bienvenida.

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Director Técnico CEIEGT FMVZ UNAM

Manejo de becerros de engorda en semiestabulación en el trópico

MC. Fernando Livas Calderón
MC. Eliazar Ocaña Zavaleta

Introducción

La producción de carne bovina en las zonas tropicales de México se basa principalmente en el pastoreo directo de praderas naturales e introducidas, siendo los pastos la fuente de alimento más abundante y económico para los becerros y toretes en pastoreo. La producción de carne bovina en nuestro país, es el segundo producto que genera valor (después de la carne de pollo) en el sector agropecuario. La carne de bovinos ha tenido un crecimiento importante durante la última década; a un ritmo promedio anual de 1.6 %, impactando en la reducción de las importaciones de carne.



La producción de carne de res se puede dividir en tres etapas con características particulares:

- a) cría de becerros;
- b) engorda de becerros, y
- c) industrialización y comercialización.

En México durante 2017 se produjeron cerca de 1.900,000 toneladas de carne de res en canal, que en su mayoría se produjo en las regiones tropicales, siendo el estado de Veracruz el mayor productor de carne con 14.2 %. Por lo anterior, las regiones tropicales han sido consideradas la fuente más importante en la provisión de becerros para la producción de carne bovina; por tal motivo, es apremiante que en los sistemas de doble propósito en el trópico se mejoren los índices reproductivos en las hembras bovinas, a fin de obtener cada año un mayor número de becerros destetados y por lo tanto mayores ingresos económicos.

Desarrollo de becerros del destete a media ceba en pastoreo

En las unidades productivas de doble propósito está muy generalizado destetar los becerros a los 7-8 meses de edad, con pesos que varían entre 140-170 kg. Después del destete, cada animal sufre una pérdida importante de peso entre 8 a

10 kg. Esto es debido a que los becerros dejan de recibir la leche de la madre, pasando por un estrés en el cambio de la alimentación, sufriendo un efecto negativo por la falta de la vaca junto a su becerro.

Los becerros destetados en las unidades productivas de doble propósito, generalmente son adquiridos por otros productores que conducen su crecimiento y desarrollo hasta la etapa de media ceba (360 o 380 kg), y posteriormente son vendidos a otros productores que los finalizarán en un sistema de estabulación.



Manejo zootécnico y medicina preventiva en los becerros de engorda

Cuando los becerros destetados son adquiridos por los productores que los van a engordar a media ceba (lo que se conoce como encaminar), es necesario realizar las siguientes actividades zootécnicas dirigidas a obtener buenos resultados dentro del sistema de producción de carne:

- a) Pesaje del ganado recibido.
- b) Identificación individual de los becerros.
- c) Colección de muestras de excremento (individual) para identificación de parásitos gastrointestinales o fasciola hepática.
- d). Aplicación de un implante anabólico de calidad cuando los becerros pesen 240 kg.



En cuanto al programa de medicina preventiva es necesario:

- a) Desparasitar los becerros contra parásitos gastrointestinales y pulmonares considerando los resultados del análisis coproparasitológico.
- b) Aplicación de 6 ml de vitamina A, D, E por vía intramuscular (cada 3 meses).
- c) Aplicación de vacuna contra la rabia paralítica bovina o Derriengue.
- d) Aplicación de vacuna triple (carbón sintomático, edema maligno y *Manheimia haemolytica*).

Manejo de la complementación alimenticia en pastoreo

El sistema de producción de carne semiestabulado, se refiere a la combinación del eficiente uso de la pradera combinado con una complementación alimenticia del ganado la cual sea de bajo costo para el productor. La combinación de estos dos aspectos debe de dar como resultado:

- a) Altas ganancias diarias de peso (900 g a 1.100 kg/animal/día).
- b) Consumo de forraje adecuado para los animales (30-45 kg/animal/día).
- c) Adecuada utilización de las praderas.
- d) Alcanzar en 6-7 meses el peso correcto de la media ceba (360-370 kg).
- e). Reducir los ciclos de la engorda (menos del año) y asimismo obtener excelentes utilidades económicas.



Manejo del pastoreo para los becerros de engorda

Importancia del manejo del pastoreo

La fuente principal en la alimentación del ganado bovino en los sistemas de producción bovina en el trópico es el pastoreo. Por ello es muy importante llevar a cabo un buen manejo y control del mismo. Para lograrlo debemos tener en mente un plan de establecimiento y mantenimiento de praderas, generalmente con gramíneas que se adapte a la región donde nos encontremos. Algunas de las gramíneas más comunes en las zonas tropicales son: Pasto Insurgentes (*Brachiaria brizantha*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), Privilegio, Tanzania, Mombaza (*Panicum maximun*); así como gramíneas nativas diversas (*Paspalum Ssp*), entre otras.

Cualquier gramínea que pensemos utilizar debe estar bien establecida y cultivada, libre de malezas de hoja ancha y hoja angosta. Dependiendo de la región y el tipo de gramíneas, se debe cuidar el número de animales por hectárea (ha) que se pueden mantener en los potreros durante todo el año. Como regla general, no se debe rebasar la carga animal más arriba de 2.0 UA/ha/año (Mott, G. O. 1983). Si

rebasamos esta carga, y además no se tiene un programa de presupuesto forrajero (forraje ensilado o henificado) para complementar en las épocas bajas (invierno-sequía), nuestros animales bajarían su condición corporal y por ende bajas ganancias de peso.

Además se tiene que considerar la utilización de un buen modelo de pastoreo que



nos ayude a controlar los tiempos de pastoreo y descanso en la pradera de una manera adecuado. Por lo que es importante considerar, los días de pastoreo por división o potrero no deben exceder



de más de 3 días, los tiempos de descansos en verano entre 22-25 días, y en el invierno-sequía 35-40 días (Savory, 1980).

En las Figuras 1 y 2 se muestran diferentes esquemas de rotación de potreros para realizar un buen pastoreo, para que los tiempos de pastoreo y descanso sean los adecuados.

El pastoreo rotacional

El terreno es subdividido en áreas de tamaño ± igual

Éstas se pastan unos cuantos días.

El ganado es movido de una parcela a otra

La recién pastada entra a un periodo de recuperación.

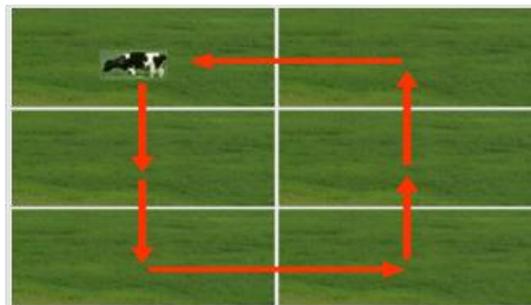


Figura 1. Pastoreo rotacional.

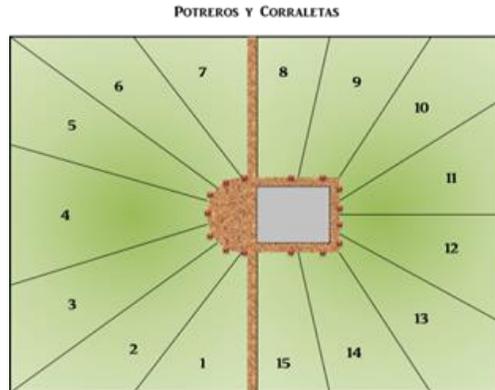


Figura 2. Pastoreo rotacional intensivo o de alta densidad.

Mediante el manejo adecuado del pastoreo podemos controlar la edad de la planta y así ofrecer pasturas de buena calidad. Esto es referido a los porcentajes de proteína cruda (PC), digestibilidad (DG) y niveles de fibras detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina (FDN, FDA, LG).

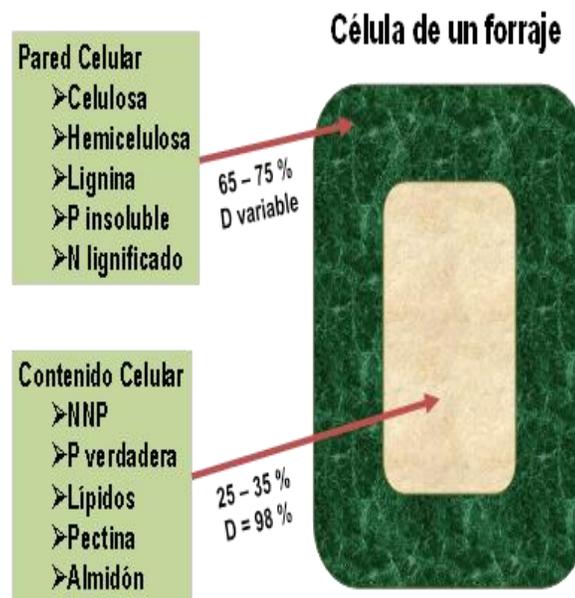


Figura 3. Estructura celular de un forraje.

Como se muestra en la Figura 3, (estructura de celular la planta) proteína cruda (PC), Digestibilidad (DG) y fibras, estos valores son indicadores de la buena o mala calidad de la pastura. Cuando no hay un buen manejo en el pastoreo, y que

además se les proporciona platas con más de 40 días de reposo, se rompe con la calidad de los pastos originando un bajo aprovechamiento por el animal.

Otras alternativas para un buen control del pastoreo

En forma general casi nunca nos preocupamos por conocer el comportamiento del crecimiento de las plantas que utilizamos en los sistemas de pastoreo (Días de pastoreo y descanso) (ver Figura 4). Es decir, considerar la fecha de corte en los forrajes que se usan para corte, y en los potreros la fecha en que se realizó el pastoreo, así como el tiempo de recuperación. Esto tiene que ver con dónde, cuándo y cuántos animales deben pastorear en un potrero.

Los conceptos carga animal, días de pastoreo y días de descanso son muy útiles para llevar a cabo un buen manejo del pastoreo. Pero nos preguntamos ¿qué es la carga animal? la respuesta es: El número de animales en un área de terreno dada, en un periodo de tiempo en Unidades Animal por hectárea (UA/ha). Donde las ganancias diarias de peso, gramos por animal/día o kilogramos/ha, no se deben verse afectadas, principalmente cuando existe un sobrepastoreo; es decir, debe haber un equilibrio entre la cantidad de materia seca (Kg MS) presente/ha disponible y el número de animales en pastoreo. En el momento que se rompe este equilibrio, las ganancias diarias de peso por animal disminuyen.

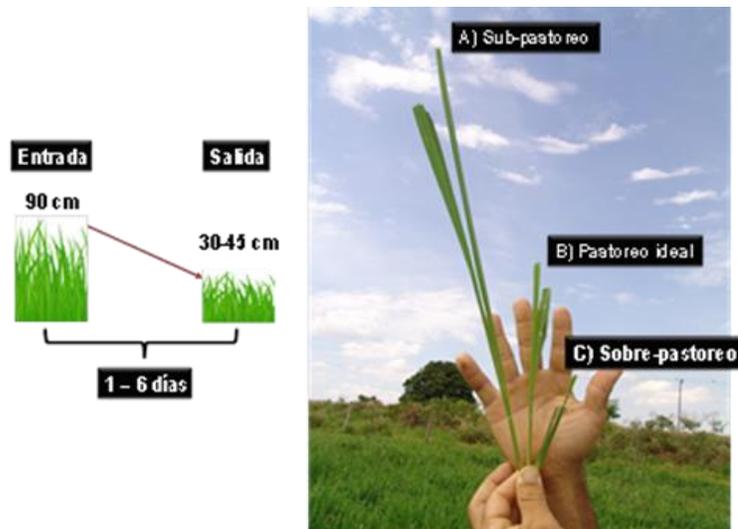


Figura 4. Comportamiento de la planta sobre respuesta al pastoreo.

Esta definición de carga animal no considera la capacidad de carga del potrero entonces podemos preguntarnos, ¿qué es capacidad de carga? Es la posibilidad real que tiene un potrero de mantener un cierto número de animales, por un tiempo determinado (ver Figura 5).

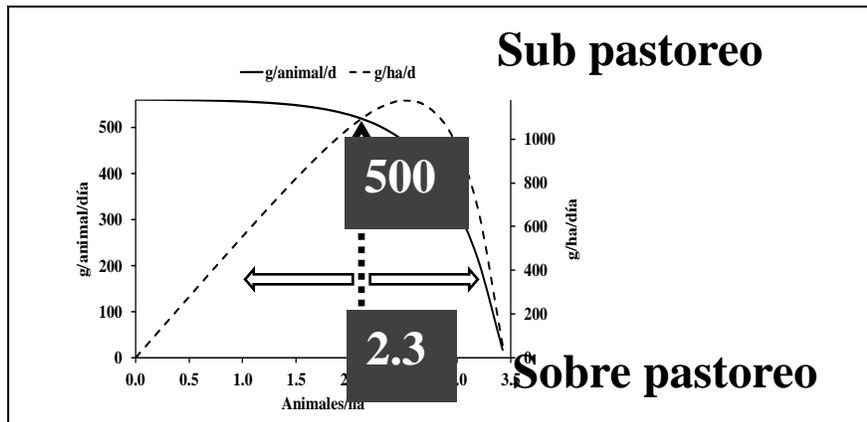


Figura 5. Producción de carne sobre la carga animal/hectárea, ganancia de peso g/hectárea/día, y ganancias diarias de peso g/animal/día.

Pero antes de calcular la carga animal es necesario saber ¡cuánto forraje producen los potreros! Pero esto no se puede calcular a “ojo” pues eso es un modo poco preciso y variable, esto es debido a la diferencia de relieve del suelo y del clima. Entonces podemos preguntarnos porque es importante realizar el cálculo del rendimiento de forraje?. En primer lugar podemos decir tanto es importante conocer el total de materia seca presente (MSP Kg/ha), así como para calcular los requerimientos que tienen cada uno de los animales en pastoreo. Por otro lado, también es importante evaluar la composición botánica (CB), que son los componentes de plantas comestibles y no deseables, como son gramíneas (GM), leguminosas (LG), maleza de hoja ancha (MA), malezas hoja angosta (MN), además de asegurar que haya una cobertura vegetal en toda el área de pastoreo. Para tener una buena eficiencia en el uso del forraje en el área de pastoreo, antes de introducir los animales, es necesario evaluar la cantidad de materia seca disponible (Kg. MS) dentro del área a utilizar para el consumo. Para calcular la disponibilidad de materia seca por hectárea existen varios métodos de muestreo

entre los más utilizados están: Muestreo directo, indirecto, y el combinado que es el método de rendimiento doble comparativo (Haydock y Shaw, 1975).

El método combinado es sencillo y eficaz, consiste en seleccionar en el área de pastoreo 5 muestras reales, las cuales se van a comparar con muestras visuales, utilizando una escala de calificación del (1 al 5). Se utiliza un cuadrante de 50 x 50 cm por lado, que equivale un área de total de 0.25 m², donde el 1 es la muestra de menos forraje en cuanto cobertura y altura mientras que la muestra 5 es la de máxima cobertura y altura, con los puntos intermedios (2, 3 y 4). Estas muestras reales son comparadas con muestras visuales las cuales al final sirven para promediar la cantidad de forraje que salió entre las muestras reales y los promedios de las muestras visuales. Una vez seleccionadas las muestras reales se da inicio a la evaluación del muestreo, lanzando el cuadrante al azar en el potrero para realizar la comparación de las muestras reales con las visuales.

Cuadro 1. Formato para anotar observaciones de las muestras visuales en campo.

Hoja de campo para observaciones

C	V			C	V			C	V			C	V			C	V		
1	2	11	3	21	1	31	4	41	5	51	2	61	4	71	3	81	2	91	3
2	4	12	3	22	5	32	4	42	3	52	2	62	3	72	5	82	3	92	2
3	4	13	3	23	2	33	2	43	4	53	4	63	3	73	4	83	5	93	2
4	2	14	3	24	4	34	5	44	2	54	1	64	2	74	3	84	4	94	2
5	5	15	4	25	5	35	2	45	4	55	1	65	5	75	2	85	4	95	2
6	2	16	2	26	1	36	4	46	5	56	2	66	4	76	3	86	2	96	3
7	3	17	3	27	5	37	4	47	3	57	2	67	3	77	5	87	3	97	2
8	4	18	3	28	2	38	2	48	4	58	4	68	8	78	4	88	5	98	2
9	2	19	3	29	4	39	5	49	2	59	1	69	2	79	3	89	4	99	2
10	5	20	4	30	5	40	2	50	4	60	1	70	5	80	2	90	4	100	2

C= Cuadrante, V= Valor

Suma = 314
Promedio = 3.14

También es importante evaluar las especies forrajeras existentes tales como la composición botánica de la pradera (CB), esto con el fin cuantificar que especie contribuyen dentro del área de pastoreo que el animal puede consumir o dejar de hacerlo. Así se evalúa que porcentaje de gramíneas (GN), leguminosas (LG), malezas de hoja ancha (MA) y malezas de hoja angosta (MN) contribuyen positiva o negativamente, dentro de la composición de especie dentro la pradera De esta manera podemos aplicar una estrategia de mantenimiento y uso de la pradera conociendo en realidad que especies son deseables para la alimentación del

bovino en pastoreo. Cuadro1. Representa el número de muestras, así como la calificación dada en cantidad y altura de forraje en un cuarto de metro cuadrado.

La carga animal es un aspecto muy importante que debe de tomar en cuenta, pero la mayoría de los sistemas de producción casi nunca aprovechan esta herramienta. La carga animal es muy útil para el buen funcionamiento en lo que se refiere al equilibrio entre disponibilidad de la pastura y número de animales por superficie. Podemos ejemplificar de manera sencilla el cálculo de carga animal en unidades animal por hectárea, cabezas por hectárea o unidades animal estándar por hectárea. Por ejemplo: Para el caso de carga animal, unidades animal por hectárea y unidades animal estándar, se utiliza como base el valor de una unidad, que es igual a un valor de 450 kg de peso vivo; también se debe saber el peso total del hato y conocer el número de hectáreas que están en uso de pastoreo. Por ejemplo, sí, si tenemos un peso total en el hato de 20,000 kg, este peso lo dividimos entre 450 kg, que es el valor de la unidad y el resultado de estos dos factores, lo dividimos entre la superficie de pastoreo, entonces se obtiene las UA/ha.

Para el caso de unidades animal estándar/ha., este método es muy útil cuando en la unidad productiva no se cuenta con una báscula. De tal manera, se considera un rango estimado al valor de la Unidad Animal de 450 kg de peso vivo, es decir si tenemos 10 sementales de un peso de 900 kg, tendremos 20 unidades animal estándar; en caso de vacas que tengan un peso mayor de 450 kg de peso, se le da un valor de 1.02 unidades y así sucesivamente. Por otro lado, para calcular la carga animal en cabezas por hectárea, y que no rebase el peso vivo de 450 kg, es mucho más fácil realizar el cálculo, pues se obtiene dividiendo el número de animales entre la superficie en pastoreo, es decir 20 animales entre las hectáreas en pastoreo. Para el caso del cálculo de unidades animal estándar por hectárea también se le da un valor representativo con respecto al valor de la unidad, es decir un toro de cruce Cebú con suizo que pesa 900 kilogramos equivale a 2 unidades animal estándar.

Resultados productivos en becerros de engorda bajo semiestabulación en el CEIEGT (Rancho “El Clarín”), 2017.

Utilizándose un sistema semiestabulado y pastoreo rotacional intensivo, con pastura asociadas con gramas nativas y pasto insurgentes (*Brachiaria brizantha*) en el 2017 se engordaron en el CEIEGT UNAM (Rancho “El Clarín”) 39 becerros durante 165 días (abril-septiembre). Los toretes recibieron diariamente 1 kg de alimento concentrado con 12 % de proteína cruda. Los resultados de la ganancia de peso individual desde el inicio hasta los 165 días de engorda fueron de 176.4 kg, resultando ganancias diarias de peso de 1.069 kg. El peso promedio final de los toretes fue de 330 kg (ver Figura 6). El valor de cada animal a la venta fue de \$15,510.00 y en el total de animales de \$604,890.00. La cantidad de alimento concentrado utilizada fue de 7.215 toneladas que considerando el costo del alimento/ton a \$6,000.00, la inversión en concentrado fue \$43,290.

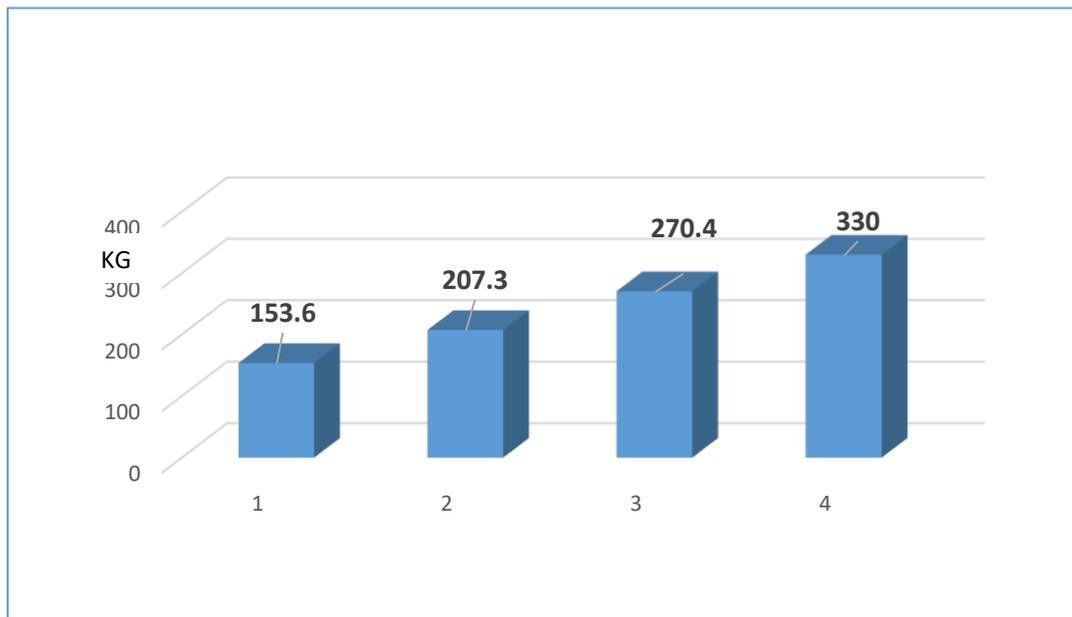


Figura 6. Incrementos de peso de becerros en pastoreo durante 165 días de engorda en el CEIEGT, 2017.

El sistema de engorda semiestabulado utilizado actualmente en el Rancho El Clarín de la FMVZ-UNAM, representa un modelo factible y sencillo para ser

reproducido por pequeños y medianos productores ya que se tienen ganancias de peso altas y el consumo de alimento es bajo (1.0 kg) por animal por día, obteniéndose de esta manera un ingreso económico atractivo para los productores.

Conclusiones

La complementación alimenticia en las zonas tropicales debe realizarse durante las épocas críticas con productos disponibles en cada región; también es factible utilizar prácticas de conservación de forrajes (silos y henos), considerando que son de bajo costo para el productor.

Bibliografía

- Haydock KP, Shaw NH. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15: 663-670.
- Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings of the 8th International Grassland Congress*, pp 606-611.
- Voisin, A. 1974. *Productividad de la hierba*; Madrid; España; Ed. Tecnos.

Rendimiento y calidad nutritiva del forraje y producción de carne con *Cratylia argentea*, en el trópico húmedo de Veracruz, México.

Braulio Valles-de la Mora (†), Epigmenio Castillo-Gallegos,
Eliazar Ocaña-Zavaleta, Miguel Ángel Alonso-Díaz,
Jesús Jarillo-Rodríguez.

Introducción

El trópico húmedo de México tiene pastizales formados por especies de *Axonopus* spp. y *Paspalum* spp., así como leguminosas de los géneros *Desmodium*, *Indigofera*, *Centrosema* y *Mimosa*, llamados gramas nativas (Bosman *et al.*, 1990; Hernández *et al.*, 1990); estas especies aparecen naturalmente luego de cortar y quemar el bosque original (Garza *et al.*, 1973). Sin embargo, la producción animal de las gramas nativas es la mitad de la que se obtiene con gramíneas introducidas. Las tasas de crecimiento de las gramas nativas raras veces exceden los 25 kg MS/ha/día, además, presentan una marcada estacionalidad que limita los niveles sustentables de producción de leche y carne. La estacionalidad resulta de variaciones en el clima a través del año, en particular durante el invierno o “nortes” (noviembre a febrero), que es crítico para la producción de forraje debido a las bajas temperaturas para gramíneas tropicales (10-12 °C) y lluvias de 100 mm o menos por mes. Asimismo, el sobrepastoreo contribuye a la pérdida de nutrientes y materia orgánica, en parte porque no se fertilizan los pastizales debido al alto costo y por la reducida respuesta de las gramas nativas a la fertilización.

Las leguminosas forrajeras tropicales podrían ser alternativas de solución, dado que tienen alta calidad nutricia y también fijan N al suelo, que, con el tiempo, se vuelve disponible a las gramíneas asociadas, incrementando el rendimiento forrajero de los pastizales. Además, las leguminosas asociadas a las gramíneas pueden aumentar la captura de carbono por el pastizal (Castillo *et al.*, 2005). Por lo tanto, estas plantas pueden contribuir a la disminución del impacto negativo que las industrias pastoriles tienen en el ambiente.

Cratylia argentea, leguminosa nativa de Brasil, Perú y Bolivia, se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 900 msnm, en lugares con climas cálidos sub húmedos y húmedos y periodos secos de cinco a seis meses, a suelos ácidos de

fertilidad media y buen drenaje. La accesión CIAT 18516 es la más evaluada y en el municipio de Isla, Veracruz, se cosechó cada 12 a 14 semanas rindiendo 8 g MS por planta. Crece bien en la época de sequía, produciendo del 30 % al 50 % del rendimiento forrajero anual. Especies como *Cratylia argentea* pueden ser evaluadas bajo pastoreo, asociadas a gramíneas nativas o introducidas, o como banco de proteína. Sin embargo, su capacidad para aumentar la producción y productividad animal en las regiones tropicales debe ser evaluada antes de ofrecerla a los productores.

A continuación, se comparten estudios realizados en el Módulo de Producción de Vaquillas F1 del CEIEGT FMVZ UNAM que se encuentra en el municipio de Atzalan, estado de Veracruz. Los promedios de temperatura mínima y máxima y lluvia anual son 20.0 °C, 30.4 °C y 1926 mm, respectivamente. El suelo es arcillo-limoso, ácido (pH 4.7) y bajo contenido de N total (0.09 %).

Producción y calidad de follaje al corte de establecimiento

Cratylia argentea crece abundantemente durante su establecimiento, generalmente de un año, a finales del cual se puede cosechar forraje de alta calidad para usarlo como suplemento del ganado. Además, se acumula gran cantidad de tallos no comestibles que pueden emplearse como combustible en actividades de campo y en los hogares rurales.

El terreno se preparó de la forma convencional y se sembró a finales del verano. El marco de siembra fue de 1 m por lado. La primera cosecha se realizó un año después, cortando los tallos a 70 cm de altura. Los análisis de laboratorio se realizaron en las hojas (H) y tallos comestibles (TC, <3 mm de diámetro), previo secado a 60 °C por 72 horas y molido a un tamaño de 2 mm.

Se estudiaron cuatro accesiones CIAT: 18668, 18516, 18676 y 18666. Todas fueron similares en producción de hojas y tallos comestibles y tallos no comestibles, que presentaron medias de 2580, 33 y 2444 kg/ha, respectivamente. En contraste, las proporciones de hojas y tallos no comestibles fueron distintas entre accesiones (Figura 1). La accesión CIAT 18668 mostró la mayor relación

comestible/no comestible, sin ser ésta distinta a CIAT 18516 y 18676, pero si superior a CIAT 18666, que presentó el menor valor.

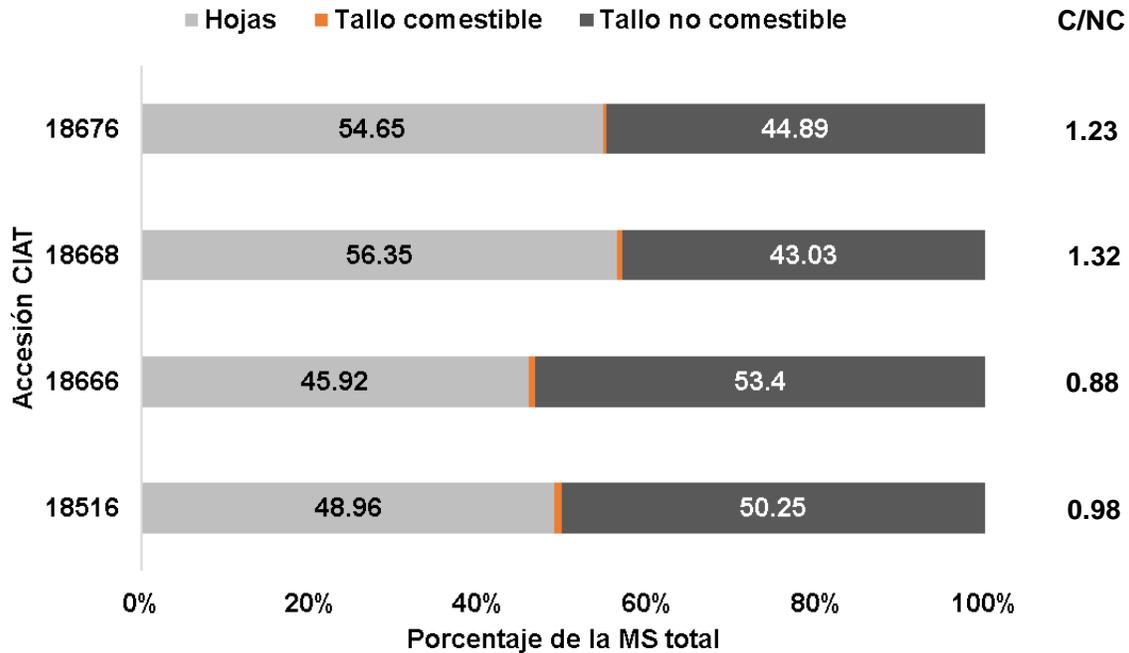


Figura 1. Porcentaje del rendimiento total de materia seca al corte de establecimiento, de hoja, tallo comestible, tallo no comestible y relación comestible/no comestible de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Indicadores de la calidad nutritiva de los forrajes

Proteína Cruda

La proteína cruda (PC, %) es un indicador nutritivo cuyo valor crítico está entre 6 y 8 %, ya que por debajo de ese rango de valores el consumo de forraje aumenta linealmente, en tanto que, por arriba de dicho rango, el consumo de forraje permanece constante. Las hojas de *Cratylia argentea* superan por mucho el rango crítico, por lo que su utilización puede ser estimulante de la digestión ruminal cuando el pasto disponible es de mala calidad (3 % - 4 % de PC; 70 % - 75 % de paredes celulares), o bien como fuente de energía dada su alta digestibilidad, generalmente mayor a 60 %.

Paredes celulares y sus componentes fibrosos

Las células de las plantas están formadas de paredes celulares y contenido celular. Las primeras contienen carbohidratos complejos, llamados estructurales, que pueden ser degradados en el rumen en distinta proporción. Por el contrario, el contenido celular contiene sustancias altamente digestibles, generalmente a un valor constante de 98 %. Por ello, conocer las proporciones de paredes y contenido celular que posee un forraje es importante.

El análisis de componentes de la pared celular sirve para este propósito, y se presenta en la Figura 2. En este se determina la pared celular, también llamada fibra en detergente neutro (FDN, %) así como el contenido celular (CCL, %). En general, a mayor valor de FDN y menor CCL, menor será el valor nutritivo del forraje o alimento analizado. A partir de la FDN se puede determinar la concentración de fibra en detergente ácido (FDA, %) para determinar la hemicelulosa, carbohidrato complejo que recubre las fibras de celulosa, otro carbohidrato complejo, por diferencia entre FDN menos la FDA. Esta última, está formada por celulosa (CEL, %), lignina (LIG, %) y cenizas (CEN, %). La LIG se disuelve con un oxidante fuerte, que deja un residuo de celulosa y cenizas. Finalmente, se incinera este último residuo lo cual convierte en gas a la celulosa, dejando las cenizas.

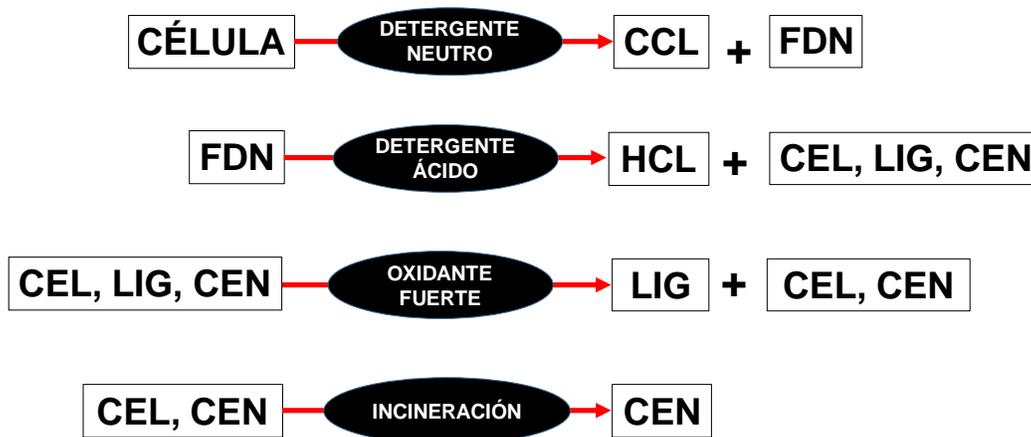


Figura 2. Proceso para determinar las fracciones de fibra en la pared celular de plantas forrajeras. CCL = contenido celular. FDN = fibra en detergente neutro o paredes celulares. HCL = hemicelulosa. CEL = celulosa. LIG = lignina. CEN = cenizas.

Degradación en rumen

Para valorar la calidad nutritiva de los pastos, otra herramienta útil es la técnica llamada degradación en rumen o “método de la bolsa de nylon”. En esta se usan animales con fístulas permanentes en el rumen (Figura 3) la cual es un orificio de 10 cm de diámetro que se hace mediante operación quirúrgica, a la cual se le pone un tapón de plástico removible llamado cánula, por donde se introducen al rumen bolsitas de nylon de 10 x 20 cm con forraje molido, se tapa la cánula y las bolsitas se dejan en el rumen por 48 horas. El cordón con manija que cuelga de la tapa sostiene hasta 72 bolsitas de nylon con muestras dentro del rumen. Se calcula la degradación en porcentaje; a mayor porcentaje de degradación, mejor calidad nutritiva.



Figura 3. Novillo con fistula permanente en el rumen con tapa removible.

En este estudio, las medias generales fueron: 19.1 % para PC, 61.1 % para FDN, 42.2 % para FDA, y 14.2 % para lignina. Asimismo, las diferentes partes de la planta tuvieron diferencias en calidad nutritiva: Las hojas superaron en PC a los tallos comestibles (20.0 % vs. 16.2 %), pero fueron inferiores a estos en FDN (57.1 % vs. 65.2 %), FDA (36.8 % vs. 47.5 %), pero no en lignina, pues las hojas presentaron más que los tallos comestibles (15.1 % vs. 13.3 %). La Figura 4 muestra que la degradación de las hojas en el rumen fue muy similar entre accesiones, fluctuando entre 56.3 % a 61.1 %. Empleando la degradación promedio de 58.8 %, se calculó una concentración de energía aprovechable de 2.1

mega calorías¹ por kilo de materia seca, considerada baja, que sin embargo se logró a la muy avanzada edad de rebrote de un año.

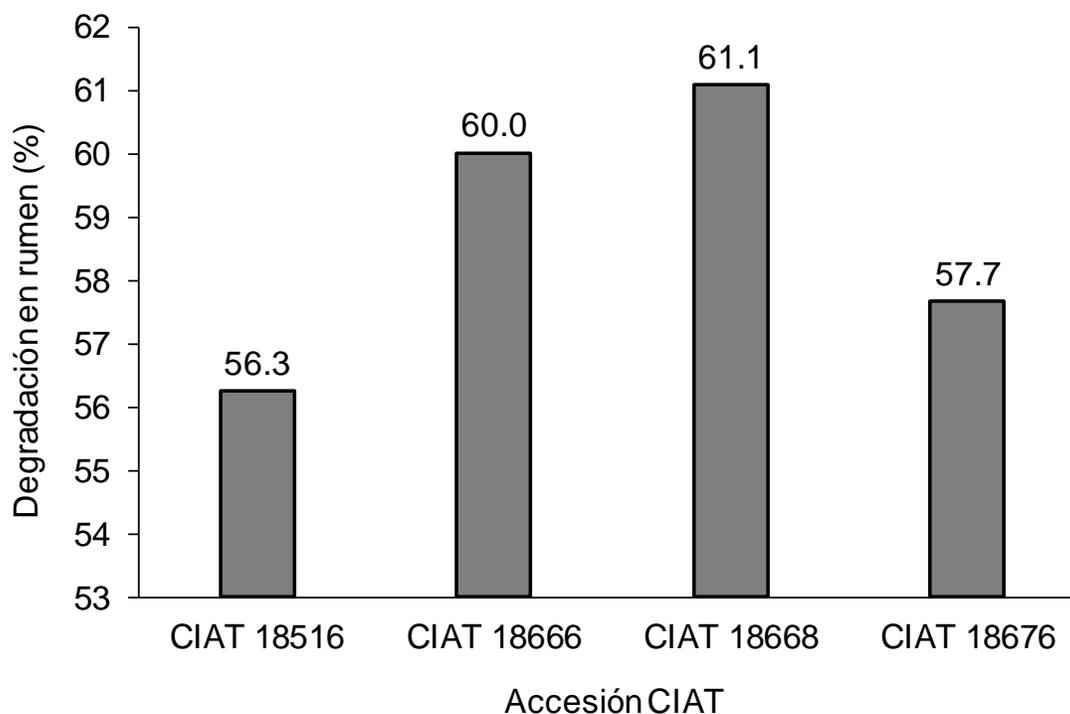


Figura 4. Degradación de hojas secas y molidas de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* a 48 horas de permanencia en el rumen de vacas Holstein-Cebú.

Producción de forraje de cuatro variedades de *Cratylia argentea*: efecto de la época y la edad de rebrote.

El uso de leguminosas arbustivas de alta calidad nutricia que puedan producir en la época crítica, cuando las gramíneas no lo hacen, es una alternativa de solución a la escasez de alimento en la época seca, pero no todas rinden suficiente forraje para alimentar al ganado. Es bien conocido que la edad de rebrote (floración vs. vegetativo) y la época del año (lluvias vs. sequía) afectan la cantidad y calidad del forraje producido, así como el subsiguiente rebrote de estas plantas forrajeras. Estudios diversos han documentado que intervalos entre cortes largos propician

¹ Una caloría es la energía necesaria para subir un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua a la presión atmosférica de una atmósfera. Para alimentos se usa la mega caloría, que equivale a un millón de calorías. El grano de maíz tiene un contenido de energía aprovechable de 3.2 mega calorías por kilo de materia seca.

un mayor rendimiento de forraje. En la experiencia que se describe a continuación, Valles *et al.* (2014) tuvieron como objetivo evaluar diferentes edades de rebrote y épocas del año, sobre el rendimiento de forraje y calidad este, de cuatro accesiones de *Cratylia argentea*. Cada parcela se dividió en cuatro sub parcelas, correspondientes a las edades de rebrote de 6, 9, 12 y 15 semanas. Las cosechas para las edades de rebrote en cada estación se efectuaron en:

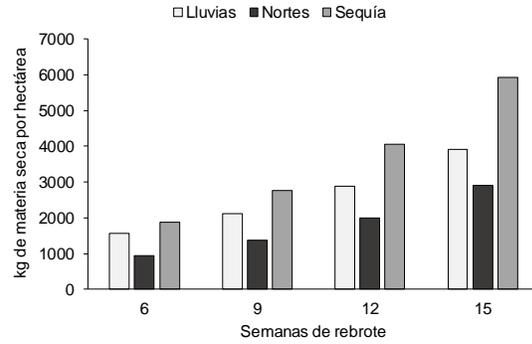
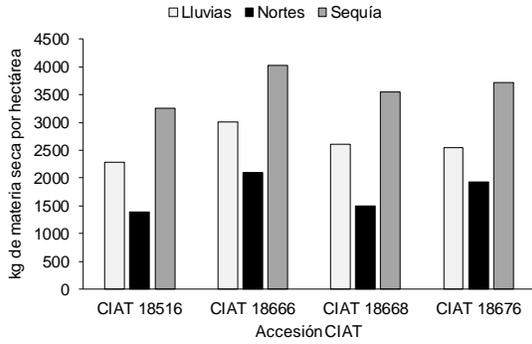
- 1) **Lluvias**, octubre 10 y 29, noviembre 24, y diciembre 10, 2007.
- 2) **Nortes**, enero 31, febrero 20, marzo 12, y abril 2, 2008.
- 3) **Sequía**, mayo 19, junio 4 y 25, y julio 15, 2008.

La altura de corte fue de 70 cm en todos los casos. Se midieron: Rendimiento de materia seca (RMS, kg/ha), proteína cruda (PC, %), fibra en detergente neutro (FDN, %) y ácido (FDA, %), lignina (LIG, %) y degradación *in situ* de MS (DISMS, %) empleando los métodos ya citados. Se analizaron las hojas (foliolo y pecíolo) y los tallos de diámetro menor de 3 mm, considerados como material consumible.

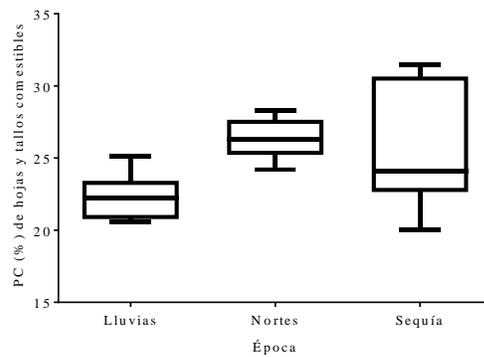
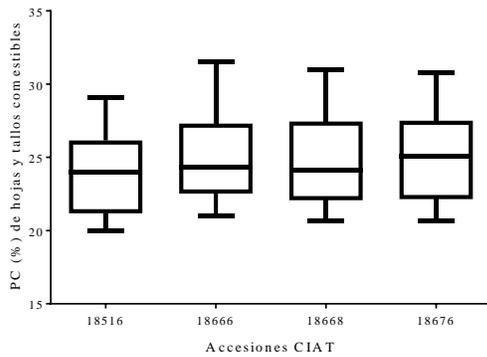
Las épocas fueron diferentes entre sí, con medias de: 2615, 1783, y 3632 kg/h, para lluvias, nortes y sequía, respectivamente. Estos valores representaron una distribución anual del forraje producido de 33 %, 22 % y 45 %, respectivamente.

Los rendimientos promedio para las accesiones CIAT 18516, 18666, 18668 y 18676 fueron 2311, 3048, 2567 y 2781 kg/ha, respectivamente. Los promedios para las edades al corte de 6, 9, 12 y 15 semanas fueron 1225, 2913, 3366 y 4062 kg/ha, respectivamente. La producción de forraje fue igual para edades de rebrote, pues las accesiones produjeron igual cantidad de forraje en cada edad al corte (Figura 5). En esta investigación, el rendimiento de forraje comestible fue mayor en la época de sequía con 45 % del total anual. La Figura 6 presenta los niveles de PC por accesión y por época que se obtuvieron los promedios para las accesiones fueron: 24.15 para CIAT 18516; 25.3 % para CIAT 18666; 24.8 % para CIAT 18668; y 25.3 % para CIAT 18676, en tanto que los promedios para época fueron: 22.4 %, 26.3 % y 25.9 % para lluvias, nortes y sequía, respectivamente.

Contrario a lo que comúnmente se espera, en la época de sequía la PC aumentó al aumentar la edad de rebrote. En promedio, dicho aumento fue de 24.1 % a las 6 semanas de rebrote, hasta el 25.7 % a las 15 semanas de rebrote.

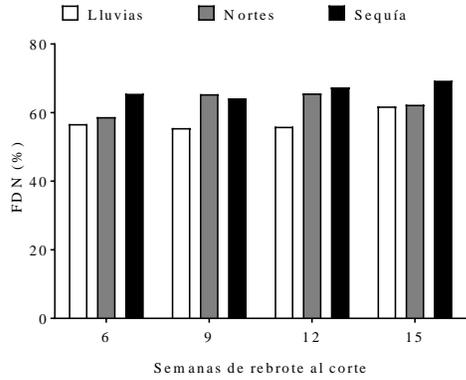


(A) (B)
 Figura 5. Rendimiento de material comestible (hojas y tallos menores de 3 mm de grosor, kg/h) de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* (A) y de cuatro edades de rebrote (B), en las tres épocas: Lluvias, nortes y sequía.

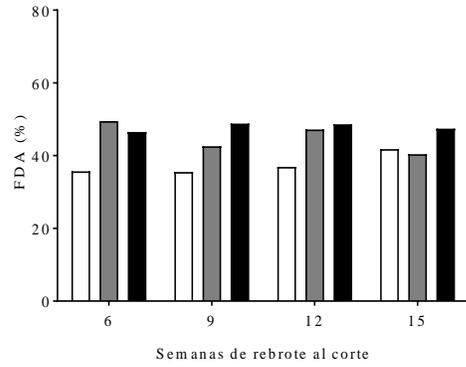


(A) (B)
 Figura 6. Proteína cruda (%) de cuatro accesiones CIAT de *Cratylia argentea* (A) en las tres épocas del año (B).

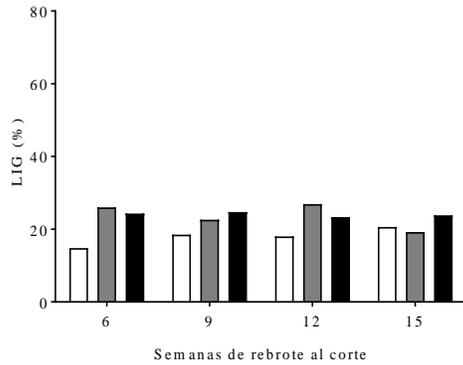
El contenido medio de FDN, FDA y LIG con relación a la época del año y las semanas de rebrote se presenta en la Figura 7. Entre las 6 y 12 semanas de rebrote, la FDN fue similar, registrándose un incremento de seis puntos porcentuales en la semana 15. Esta variable mostró muchos altibajos en la época de nortes, por ejemplo: a las 6 semanas la FDN fue la más baja, seguida de un aumento de siete unidades porcentuales en las semanas 9 y 12, para disminuir tres unidades en la semana 15 de rebrote. Ni la FDA ni la LIG se incrementaron con la edad de rebrote. Así, la época del año determinó en gran parte la calidad nutricia de las plantas.



(A)



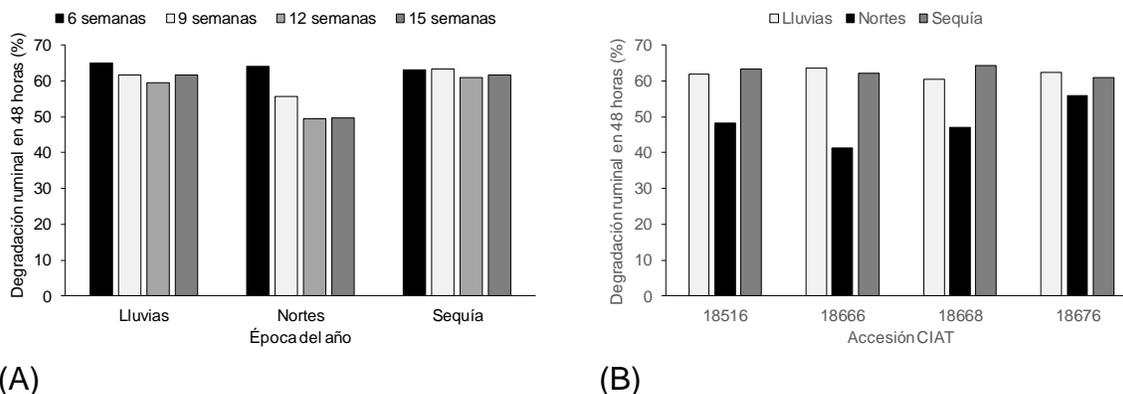
(B)



(C)

Figura 7. Contenido de fibra en detergente neutro (A -- FDN), fibra en detergente ácido (B -- FDA) y lignina (C -- LIG) de acuerdo a las semanas de rebrote y a la época del año (promedios calculados sobre las cuatro accesiones).

La Figura 8 muestra la degradación en rumen por 48 horas, de accesiones y semanas de rebrote en cada época del año. Se observa que tanto en lluvias como en sequía la edad de rebrote tuvo poco efecto sobre el grado de degradación del forraje comestible, lo cual no sucedió en la época de nortes, que no sólo presentó los promedios más bajos, sino también la disminución de la degradación fue más notoria al transcurrir las semanas de rebrote (Figura 8A). Por otro lado, las cuatro accesiones presentaron la degradación más baja en la época de nortes, en tanto que la época de lluvias y sequía, la degradación fue mayor, pero y muy similar entre estas dos épocas (Figura 8B).



(A) (B)
 Figura 8. Degradación en rumen de la materia seca de *Cratylia argentea* de acuerdo a la época del año por semanas de rebrote (A) y época del año por accesoión CIAT (B).

Ganancias de peso de novillonas Holstein-Cebú en una asociación de *Cratylia argentea* con pasto Toledo.

Los ganaderos del trópico mexicano saben que la manera más económica de producir leche y carne es mediante el pastoreo. Esto justifica la evaluación de especies forrajeras promisorias bajo esas condiciones, con el fin de usarlas como componentes forrajeros principales, de las estrategias para resolver la estacionalidad en la producción de forraje y baja calidad de éste, sobre todo las gramíneas.

Las leguminosas arbustivas pueden ser alternativas de solución para mejorar la cantidad y calidad de la dieta del rumiante en pastoreo, particularmente en épocas de sequía y nortes, cuando hay escasez de pasto pronunciada. Tales especies, asociadas a gramíneas introducidas de alto potencial productivo, representan una oportunidad para incrementar la producción animal del trópico.

Cratylia argentea posee las características de producción y calidad de biomasa muy promisorias, a las que se agregan su adaptación a suelos ácidos (Ultisoles y Oxisoles) y su aceptable producción de biomasa en área con periodos largos de sequía de hasta seis meses. A estas características favorables las complementan su abundante producción de semilla y establecimiento relativamente rápido. El experimento tuvo como objetivo evaluar bajo condiciones de pastoreo una asociación de *Cratylia argentea/Brachiaria brizantha* (pasto Toledo) y como testigo el pasto Toledo, empleando como criterios la ganancia de peso de novillonas

Holstein-Cebú y la calidad del forraje (Valles *et al.* 2017). Se tuvieron tres periodos de evaluación:

- 1) Periodo 1: 140 días de enero 6 a mayo 25 de 2011.
- 2) Periodo 2: 139 días de enero 17 a junio 7 de 2012.
- 3) Periodo 3: 116 días de agosto 3 a noviembre 27 de 2012.

A lo largo de estos tres periodos, la asociación *Cratylia*/Pasto Toledo presentó en promedio 3.2 veces más cantidad de materia seca que el pasto Toledo solo (2784 vs. 858 kg/ha).

Cratylia argentea mostró siempre, mejor calidad nutritiva que el pasto Toledo asociado y solo, con un promedio 25.4 % de proteína cruda, comparación con el pasto Toledo asociado y solo, que presentaron 9.1 % y 9.9 %, respectivamente. También tuvo mucho menos paredes celulares (FDN) que el pasto, con 58.7 %, en comparación con 72.9 % y 74.5 %, respectivamente. Pero en la degradación en rumen del forraje, no hubo diferencias, con 76.1 % para *Cratylia*, 74.4 % para Toledo asociado, y 73.5 % para Toledo solo.

Las vaquillas en desarrollo pastaron en promedio 132 días. En la asociación, tuvieron pesos iniciales y finales promedio de 223 y 292 kilos, respectivamente, lo que resultó en una ganancia diaria de peso de 523 gramos diarios. En comparación, los animales en el pasto Toledo sólo pesaron 205 kilos al inicio y 248 kilos al final, ganando diariamente 326 gramos. No obstante, el consumo de forraje fue ligeramente menor en la asociación (2.2 % del peso vivo) en comparación con el pasto Toledo solo (2.5 % del peso vivo).

Para mejorar la ganancia de peso a través de un mayor valor nutritivo de la dieta, sin modificar el consumo de forraje, este estudio demostró que asociar la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* con la gramínea *Brachiaria brizantha*-Pasto Toledo, fue mejor que el Toledo solo.

Conclusiones

En los estudios de corte, el rendimiento promedio de materia seca de hojas y tallos comestibles y no comestibles fueron similares entre accesiones y todas mostraron alto contenido de PC y degradación en el rumen del forraje consumible durante las

épocas de lluvias y sequía. Además, en el periodo crítico la asociación *Cratylia argentea-Brachiaria brizantha* (Toledo) superó al pasto Toledo en el desarrollo de las vaquillas. Por lo tanto, *Cratylia argentea* es una leguminosa promisoría para asociarla a gramíneas en zonas con periodos secos cortos, hasta de cuatro meses.

Bibliografía

- Bosman HG, Castillo E, Valles B, De Lucía GR. 1990. Composición botánica y nodulación de leguminosas en las pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Past. Trop. (Colombia)*. 12, 1-8
- Castillo GE, Valles MB, Mannetje Lt', Aluja-Schunemann A. 2005. Efecto de introducir *Arachis pintoii* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. *Tec. Pecu. Méx.* 43, 287-295.
- Castillo-Gallegos E, Estrada -Flores JG, Valles-de la Mora B, Castelán-Ortega OA, Ocaña-Zavaleta E, Jarillo-Rodríguez J. 2013. Rendimiento total de materia seca y calidad nutritiva de hojas y tallos jóvenes de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* en el trópico húmedo de Veracruz, México. *Av. Inv. Agrop.* 17, 79-93.
- Garza TR, Martínez G, Treviño M, Monroy J, Pérez V, Chapa GO. 1973. Evaluación de 14 zacates en la región de Hueytamalco, Puebla. *Téc. Pecu. Méx.* 24, 7-16.
- Hernández T, Valles B, Castillo E. 1990. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Past. Trop. (Colombia)*. 12, 29-33.
- Valles-De la Mora B, Castillo-Gallegos E, Ocaña-Zavaleta E, Jarillo-Rodríguez J. 2014. *Cratylia argentea*: A potential fodder shrub in silvopastoral systems. Yield and quality of accessions according to regrowth ages and climatic seasons. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Amb.* 20, 277-293.
- Valles-de la Mora B, Castillo-Gallegos E, Alonso-Díaz MA, Ocaña-Zavaleta E, Jarillo-Rodríguez J. 2017. Live-weight gains of Holstein × Zebu heifers grazing a *Cratylia argentea*/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) association in the Mexican humid tropics. *Agrofor. Syst.* 91, 1057-1068.

Módulo demostrativo de producción de tilapia (*Oreochromis spp.*) para autoconsumo.

Dr. Mario Garduño Lugo
MC. Francisco Hernández Lorenzo²

Introducción

De acuerdo con instituciones internacionales, en el mundo el consumo anual promedio de productos acuícolas por persona es 19.7 kg, estimándose que para 2020 esta cifra sea superior a 20 kg (FAO, 2016); esto demandaría incrementar la producción de organismos acuáticos en 30 por ciento. Sin embargo, el rango de consumo per cápita entre pobladores de las regiones del planeta es muy amplio, que puede ser cercano a 100 kg en Japón a casi cero en otros países. En el caso de México, tanto en ciudades como en áreas rurales, el consumo de pescado es muy inferior a los 19.7 kg. Este bajo consumo puede ser resultado de los precios prohibitivos que han alcanzado los productos marinos y dulceacuícolas por la sobreexplotación de especies marinas, e incluso de especies que se capturan regionalmente. También por la falta de costumbre para incluirlos en la dieta cotidiana y frecuentemente por el mal estado sanitario con que se expenden los productos acuícolas, en mercados, ya sean populares e incluso en negocios establecidos.

En el mismo tenor la producción de acuicultura se ve comprometida por otros factores como: la creciente escasez de agua, especialmente dulce, lo cual es un fenómeno que se presenta también en nuestro país y a zonas con climas difíciles para el cultivo de ciertas especies acuícolas, principalmente peces, relacionado con la temperatura del agua, que puede ser muy elevada para especies como la trucha o caso contrario, fría para el cultivo de tilapia.

Otro agravante muy severo para la producción es la falta de capacitación para cultivar peces de manera eficiente y sustentable, en beneficio mutuo para el consumidor y productor. La falta de entrenamiento para cultivar peces se extiende desde los acuicultores hasta personal técnico que dirige la producción de granjas piscícolas aún de niveles comerciales. La falta de capacitación es tan grave que

² Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

es considerada la principal causa de fracasos en intentos de producción de pescado que frecuentemente termina desperdiciando recursos económicos destinados para el desarrollo de la actividad y que lacera fuertemente tanto la economía gubernamental como la privada.

Una alimentación insuficiente y/o desbalanceada se relaciona con una menor capacidad productiva de personas; en los niños, se presenta un crecimiento físico y mental menor que en el caso de menores bien alimentados. En el caso de nuestro país las deficiencias en la alimentación comprometen fuertemente el futuro de un sector amplio de la población, que puede derivar en presiones sociales de magnitudes incalculables. Por lo anterior, el proyecto “Módulo demostrativo de producción de tilapia (*Oreochromis spp.*) para autoconsumo” tiene como objetivo general desarrollar y presentar un sistema de producción de tilapia con la finalidad de incentivar el consumo de proteína de elevado valor biológico, mediante el cultivo de tilapia en instalaciones domésticas, cuya aplicación sea suficientemente basada en capacitación y empleo de tecnología y equipamiento sencillos y económicos. En especial el presente proyecto está dirigido a sectores de la población mexicana, en donde el consumo de pescado puede contribuir en subsanar la desnutrición crónica.

Este proyecto de producción de tilapia para autoconsumo se ha diseñado para cumplir su objetivo acorde a las siguientes características: 1) Que sea fácil y comprensible de operar familiarmente, 2) Económico en su operación, es decir que las personas inviertan los costos necesarios y que estos sean menores al precio estimado de venta, 3) Utilicen la menor cantidad de agua posible por cada kilogramo de tilapia producido, 4) Seguros de operar y no generen riesgos físicos para la familia, y 5) Que generen una contaminación mínima e incluso que su agua residual pueda ser utilizada en otro tipo de producción, como la agrícola, como ejemplo en el cultivos de hortalizas.

Antecedentes

Este proyecto tiene su origen de una idea que se materializó en 1987 en la comunidad de Ignacio Zaragoza, municipio de Misantla, Veracruz, México, la cual consistía en construir estanques muy económicos. Para la construcción se realizaba una excavación en el terreno y se forraban sus paredes y piso con una delgada capa de cemento y arena; algunas veces se colocaba malla de gallina para reforzar el recubrimiento. Estos estanques se diseñaron en conjunto con profesores, padres de familia y personal del Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola (MEIA) del CEIEGT-FMVZ-UNAM procurando que fuesen prácticos, seguros y productivos. El nombre original de esos estanques fue “Pequeños Estanques Recubiertos”, en la Figura 1 se aprecia a un estudiante dentro de uno de esos prototipos de estanque.



Figura 1. Estanque para cultivo de tilapia diseñado para proyectos de autoconsumo.

En la Figura 1 se muestra las dimensiones del estanque, apreciándose su poca profundidad, se observan seguros y cómodos de operar por cualquier miembro de la familia, inclusive por niños con la supervisión de adultos. Los estanques miden 3.0 m de largo, 2.0 m de ancho y 60 cm de profundidad, con paredes inclinadas de 45 grados, lo cual les da una mayor resistencia y durabilidad de más de 20 años. Este tipo de estanques, cuando se vacía y llena nuevamente, antes de meter los peces sirven también como una pequeña alberca que emplearse para diversión misma de la familia, en especial para los pequeños.

Para poder producir de manera continua pescado es muy recomendable establecer un conjunto de tres estanques recubiertos. El espacio que se requiere en total para el conjunto es de 8 x 4 m, un total de 32 m² de superficie; área que en regiones rurales, es fácil de tener, e inclusive en colonias con terrenos de 200 m² de superficie, pueden fácilmente ubicarse este tipo de proyectos. Como se menciona, se recomienda instalar tres estanques, aunque puede ser uno, si así lo desea la persona. En la Figura 2 se presenta un conjunto de tres estanques recubiertos con las dimensiones mencionadas que son una réplica de los originales de Zaragoza, Misantla, los cuales han perdurado por tres décadas.



Figura 2. Conjunto de estanques para producción familiar ubicados en el MEIA-CEIEGT-UNAM.

Materiales y equipo

Para para el funcionamiento de estanques recubiertos es necesario contar de ciertos materiales y equipo. Actualmente existen en el mercado materiales disponibles y económicos como bombas, aireadores, pruebas para análisis de agua, mallas anti aves y de sombra. En las Figuras 3 y 4, se presentan algunos productos para realizar un cultivo eficiente de tilapia en pequeña escala.



Figura 3. Izquierda: Pruebas para análisis de la calidad química,
Derecha: bomba eléctrica para aireación del agua.



Figura 4. Izquierda: Oxímetro digital con termómetro,
Derecha: potenciómetro para medir pH.

Introducción de peces en los estanques

En estos estanques se han cultivado sin problemas peces (tilapias) los cuales han alcanzado pesos de hasta 650 gramos (g) en alrededor de 7 meses, iniciando con un peso de 1 g. Sin embargo, para poder cosechar más tilapias con mayor frecuencia, es aconsejable introducir peces de mayor tamaño, por ejemplo iniciar con peces de 100 g.

Medición de la calidad del agua

Se procura mantener constantes las condiciones de agua en las siguientes magnitudes: Temperatura (28 a 32 °C), Oxígeno disuelto (90 a 99 % de saturación), pH (7.5 a 8.5), Total de nitrógeno amoniacal (<0.50), Nitritos NO₂ inferior a 1.0), Alcalinidad (100-200 ppm), y Transparencia (15-25 cm).

Mantenimiento de la calidad óptima del agua

Un aspecto muy importante es que las personas que lleven a cabo el proyecto se capaciten en mantener las condiciones del cultivo, especialmente sobre la calidad físico química del agua para que los peces se desarrollen al máximo de su capacidad y se obtengan los mejores indicadores productivos. Los estanques pueden llenarse con agua de pozo o agua potable, siempre y cuando se encuentre libre de cloro. El agua no se cambia, únicamente se repone la que se pierde por evaporación, o cuando se registren condiciones inapropiadas para el cultivo de tilapia, que puede ser al observar niveles de nitrógeno amoniacal elevado (1.0 mg/l) o nitritos de más 2 mg/l. Para la aireación, se puede emplear una bomba compresora 60 a 90 watts y una bomba sumergible de igual consumo de energía.

Alimentación de los peces

Los peces se alimentan dos veces al día a saciedad aparente; saciedad aparente se refiere a la forma de alimentarlos. Se le proporciona una pequeña porción de alimento, si se observa que los peces lo comen ávidamente y se terminan esa porción, se les agrega otra cantidad similar, así hasta que ya no quieran comer más. La primera ración puede ofrecerse a las 8 ó 9 de la mañana, otra ración al medio día o incluso por la tarde 3 a 4 pm. Se ofrecerá en las mismas condiciones y para que el alimento sea realmente aprovechado se debe observar que lo coman todo. También es importante observar que sus excretas no estén llenas de alimento no digerido, lo cual se observa porque en el interior de estas se aprecia contenido del mismo color del alimento.

La velocidad del alimento dentro del tracto digestivo de las tilapias se calcula en tiempo y se llama Tasa de Pasaje, este se refiere a los minutos o horas en que el

pez toma el alimento con la boca y hasta que comienza a excretar. Esto es importante observar para que el alimento sea realmente aprovechado y para que sea transformado en carne de pescado. En ese sentido, las tilapias tienen un tracto digestivo muy eficiente que es capaz de digerir y asimilar los nutrientes provenientes del alimento proporcionado y del alimento natural que se genera en el agua del mismo estanque. En la Figura 5 se observa una tilapia y su tracto digestivo; note que el tracto digestivo es largo, pudiendo ser la longitud de éste dos veces y media la longitud total del pez.



Figura 5. Tracto gastrointestinal de una tilapia.

Pesaje de los peces

Llevar un registro de la supervivencia y crecimiento de los peces es una práctica muy importante, de preferencia cada dos semanas y como máximo mensual. La forma de efectuar el pesaje es la siguiente: En cada estanque se colocan de 20 a 30 ejemplares. Cada periodo de pesaje se baja el nivel del agua, como se observa en la Figura 6, dejando aproximadamente 10 cm de agua y colocando a los peces en rejas e plástico, para que se oxigenen continuamente, con los pies se impulsa un poco de agua hacia las rejas o jaulas en donde se están concentrando los peces. Una vez juntos, se pesan en una báscula con todo y jaula, posteriormente se descuenta el peso de la jaula o reja y se obtiene el peso neto de todos los peces, a este último peso, se le descuenta el peso anterior.

Cuando se ha obtenido el peso neto ganado en la quincena o mes correspondiente, se calcula el rendimiento del alimento llamado Índice de Conversión Alimenticia, (ICA), el cual debe ser de 1 o muy cercano a éste; es decir

que por cada kilo de alimento que comieron los peces se debe ganar un kilo de peso neto.

Condición corporal

Además de que los peces transformaron un kilogramo de alimento a un kilogramo de pescado, los peces deben estar voluminosos. Como dicen las amas de casa “gordos” lo cual se refiere a que los peses estén en buenas condiciones de carne. En la Figura 6 se aprecia manejo para pesaje de peces y un pez, aunque un tanto pequeño, en buenas condiciones de carne.



Figura 6. Manejo y pesaje mensual, y un ejemplar con talla de plato en buenas condiciones de carne.

Parámetros de crecimiento, condición física de los peces y cálculo económico del cultivo.

- 1.- Supervivencia. **SUP (%) = (N final * 100) / N inicial**. Es el número en proporción que los peces sobrevivieron en ese periodo de tiempo
- 2.- Ganancia diaria de peso (g). **GDP = (peso final – peso inicial) / tiempo (días)**. Son los gramos que los peces ganaron durante el periodo evaluado
- 3.- Conversión alimenticia. **ICA = (alimento consumido Kg/Kg de pescado producido)**. Es la relación de conversión del alimento a pescado
- 4.- Rendimiento en Filete (%). **RF = (peso del filete *100) / peso vivo**. Es la cantidad de carne blanca o filete de los costados del pez, que se obtiene por cada

kilogramo de tilapia. Este debe muy cercano a 350 g por cada kilo de pescado producido.

5.- Índice de Eficiencia Económica del Pescado. **IEE= (Kilogramos de pescado neto producido en el tiempo de cultivo x precio por kg. de venta) menos el costo total por cada kilogramo producido.**

El cuidado en alcanzar estos indicativos o índices productivos, dependerá de que la producción aunque sea de tipo casera o a pequeña escala, sea eficiente, rentable y sustentable. Se conseguirá también un mayor beneficio para el consumidor y el mejor efecto social y beneficio para la familia.

Agradecimientos.

Se agradece la participación en el proyecto a los estudiantes: Adrián Fernández Esteban, Aline M. Martínez Lerdo, Gabriela Marín Martínez, Rubicela Limón Vega, y Leydi M. Valencia Meunier.

Bibliografía

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y La Agricultura). (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf> (Consulta: 08 enero 2018).
- Garduño-Lugo M., Granados-Álvarez I., Olvera-Novoa M.A. y Muñoz-Córdova G. (2003) Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. niloticus*) males. *Aquaculture Research*. **34**:1023-1028.
- Garduño-Lugo, M. (2003). *Selección genética de Oreochromis niloticus para producir poblaciones monosexo de color rojo*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. Departamento de Recursos del Mar. Yucatán, México.

Sistemas de producción y densidad de siembra en el cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp.).

IAZ Martha Salazar Ulloa

Introducción

La tilapia es cultivada en 85 países, y desde un punto de vista comercial, las más importantes son la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia mosambica (*O. mossambicus*) y la tilapia azul (*O. aureus*). Sin embargo, por muchas décadas la tilapia del Nilo ha sido responsable del incremento significativo en la producción de tilapia en agua dulce, aportando 83 % del total de la producción a nivel mundial. Debido a la aceptación de la especie *Oreochromis* spp. en años recientes, la producción mundial de tilapia se incrementó de 3,259,785 ton en el año 2012 a 3,930,579 ton en 2015 (FAO, 2016). A nivel nacional, y de acuerdo con datos de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), en 2017 la producción de tilapia fue de 117 mil 806 toneladas, las cuales se produjeron en 32 entidades del país, siendo las más importantes Chiapas (28 mil 782 ton), Jalisco (27 mil 739 ton), Veracruz (8 mil 762 ton), Sinaloa (8 mil 285 ton) y Michoacán (9 mil 663 ton). La FAO señala que uno de los retos de la humanidad, será la generación de alimento en la misma proporción que incremente la población, ya que se prevé que para el año 2050 la población mundial será de 9,700 millones de habitantes. Por ello, el conocimiento de los sistemas de producción de tilapias es una herramienta útil para incrementar la producción de pescado para abasto y así contribuir con la demanda de este producto. Así, la acuacultura juega un papel primordial en la generación de alimento para consumo humano.

En México existen alrededor de 4 mil 600 granjas dedicadas a la producción de tilapia con distintos modelos tecnológicos para la producción, los cuales van desde una acuicultura de repoblación hasta sistemas cada vez más tecnificados. El cultivo de tilapia se practica en estanques rústicos, de concreto, jaulas flotantes, sistemas mono y policultivo (principalmente con langostino *Macrobrachium rosebergii*), así como en sistemas de recirculación de agua. El nivel en la tecnificación de cada sistema así como la densidad de siembra (kg/m^3), son criterios importantes que les diferencian en sistemas extensivos, semi-intensivos e

intensivos; los cuales también van a depender del medio donde se lleven a cabo, ubicación y fases del ciclo biológico.

El presente documento describe la infraestructura necesaria así como los sistemas de producción utilizados para el cultivo de tilapia, contribuyendo con información útil y experiencias de cada uno. Además, lo invitamos a asesorarse con expertos en el tema para que su producción tenga el éxito esperado.

Tipo de infraestructura utilizada en los sistemas de producción



Figura 1. Estanque de tierra.

Estanques rústicos

Los estanques rústicos tienen un bajo costo de construcción. Los sitios adecuados para la ubicación de este tipo de estanques son las planicies con un ligero declive entre 0.5 y 1 %, reduciendo así la cantidad de tierra a excavar. Los suelos arcillo – arenosos son los adecuados para la construcción, debido a que hay una mayor retención de agua, aunado a que se favorece el crecimiento de materia orgánica la cual es fuente de alimento para los peces (ver Figura 1.).

Las dimensiones varían dependiendo de la disponibilidad de terreno. Por lo general, los estanques son de forma rectangular, con profundidad del estanque entre 0.80 m y 1.50 m. Para facilitar la cosecha de los peces, la construcción debe contemplar el vaciado total del mismo. Este tipo de estanques son comúnmente utilizados para los sistemas extensivos o semi-intensivos. Las etapas de cultivo que se recomiendan para este tipo de estanques son la crianza y engorda. Una desventaja en los estanques rústicos es la limpieza del fondo, y que la acumulación del lodo aumenta la demanda biológica de oxígeno.



Figura 2. Estanque de concreto.

Estanques de concreto

Los estanques de concreto se construyen con material de concreto o ladrillo y recubierto de cemento, lo que permite el drenado total y facilita la limpieza general del estanque. La construcción puede realizarse en cualquier tipo de suelo, sin embargo, el costo aumenta dependiendo de las dimensiones y suelen ser más costosos que los estanques rústicos. La forma de los estanques es variada y depende del espacio, pudiendo ser cuadrados, rectangulares o circulares (ver Figura 2.). Mayoritariamente estos estanques son utilizados para los sistemas

semi-intensivos o intensivos, debido a que facilita el manejo zootécnico y soportan la turbulencia generada por los equipos de aireación. Una ventaja de los estanques de concreto es que se pueden llevar a cabo todas las etapas del cultivo: reproducción, inversión sexual, crianza, pre-engorda y engorda.

Estanques de plástico o geomembrana

El material plástico con el cual se fabrican estos estanques es de gran resistencia y soportan la turbulencia generada por los equipos de aireación. Generalmente son de forma circular y el tamaño varía de 2.5 m hasta 12 m de diámetro (Figura 3). Los costos de construcción son menores que en los estanques de concreto. Una ventaja de los estanques de plástico es que son móviles. Su forma circular facilita la limpieza, debido a la fuerza centrífuga generada al momento de drenar el agua, lo que permite la salida de desechos que se acumulan en el fondo. Las etapas de cultivo que se realizan comúnmente en este tipo de estanques son crianza, pre-engorda y engorda.



Figura 3. Estanques de geomembrana

Jaulas flotantes

Las jaulas flotantes se utilizan principalmente en los sistemas intensivos. Los costos para la construcción dependen de las dimensiones y del tipo de material. La resistencia y durabilidad de las jaulas flotantes dependen del material utilizado para su construcción, que puede ser nylon o mallas sintéticas, mallas plásticas rígidas de hierro plastificado o aluminio; estos materiales deben ser resistentes a los rayos ultra violeta, así como al ataque de depredadores (Figura 4). La ventaja de las jaulas flotantes es que se aprovechan los grandes reservorios de agua como lagos, presas o lagunas, y facilitan el manejo zootécnico de la especie. En este tipo de estructuras las etapas de cultivo que se pueden llevar a cabo son la crianza, pre-engorda y engorda.



Figura 4. Jaulas flotantes

Sistemas de producción para el cultivo de tilapia

Los sistemas de producción se clasifican en sistemas extensivos, semi – intensivos o intensivos. Esta clasificación depende de varios factores tales como: a) la intervención del hombre b) fases del ciclo biológico, c) capacidad de carga o biomasa, d) densidad de siembra, y e) la finalidad del cultivo.

- a) La intervención del hombre: se refiere al grado de control que se ejerza sobre el cultivo; es decir, que tanto influye el hombre sobre el ciclo biológico de la especie, el tipo de alimento utilizado, y la producción alcanzada dependiendo del área de cultivo.
- b) Fases del ciclo biológico: depende de las etapas que se desarrollen dentro del sistema: reproducción, incubación, inversión sexual, crianza, pre-engorda y engorda.
- c) Capacidad de carga o biomasa: es el peso total de los animales por unidad de área y se expresa en términos de kg/m^3 , esta biomasa estará dada por la tecnología con la que se cuente para oxigenar el agua.
- d) Densidad de siembra: es el número de peces por unidad de área, peces/ m^3 .
- e) Finalidad del cultivo: se refiere al destino del producto final, el cual puede ser para consumo familiar o la oferta al mercado.

Sistema de producción extensivo

En África los estanques de tierra bajo un sistema extensivo son los más importantes a pequeña escala, el monocultivo en traspatio contribuye de 38 a 93 por ciento del total de la producción, y la producción generada es alrededor de 0.5 ton/ha/año. En este tipo de sistema la intervención del hombre es mínima limitándose a la siembra de los peces y mantenimiento de las condiciones del estanque. Todos los requerimientos nutricionales para la tilapia se derivan de fuentes naturales; es decir, la tilapia depende del plancton que se produzca en el cuerpo de agua, ya sea de manera natural o mediante la fertilización del mismo. La ventaja de este sistema es que la tilapia es un pez omnívoro, aceptando así una gran variedad de alimentos.

Tipo de instalaciones y equipo

El cultivo de tilapia en el sistema de tipo extensivo se realiza en estanques de tierra, esteros, lagunas o grandes cuerpos de agua, y se trabaja con biomasa bajas debido a las limitaciones de alimento y el poco control que se ejerce sobre el cultivo. Sin embargo, debido al consumo de alimento natural es común que los

peces tengan un mal sabor, lo que se atribuye a las concentraciones significantes de geosmina o 2-methylisoborneol tomados del lodo, que son metabolitos secundarios de cianobacterias y actinomicetos. Debido a la baja capacidad de carga en este sistema, no es necesaria la utilización de equipo de aireación.

Finalidad del cultivo

Cuando se tienen estanques pequeños en este tipo de sistema y considerando la baja la producción obtenida, el producto final es para consumo familiar, sin embargo, el excedente de la producción podría comercializarse. Cuando se utilizan presas o lagunas, y considerando que la producción obtenida es mayor, esta puede comercializarse a nivel local.

Biomasa sugerida

La biomasa que se considera ideal para el sistema extensivo es 0.300 kg/m^3 . A continuación ponemos un ejemplo de cómo obtener la densidad de siembra en un estanque, es decir, la cantidad de peces por cada metro cúbico que podemos sembrar; esta densidad de siembra esta dada por la biomasa (kg/m^3) sugerida para cada tipo de sistema. Ejemplo:

Un acuicultor tiene un estanque de 7 m de largo x 5 m de ancho y 1 m de profundidad, sin entrada de agua y sin equipo de aireación. Este estanque es de tipo extensivo y la biomasa sugerida es 0.300 kg/m^3 .

Primer paso: Obtener el volumen de agua del estanque.

La fórmula para obtener el volumen de agua de un estanque rectangular es: Volumen de agua = largo x ancho x altura. Por ello multiplicamos $7 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 35$. Por lo tanto, el volumen de agua será 35 m^3 .

Segundo paso: calcular cuantos kilos puede soportar el estanque.

La biomasa que se sugiere para el sistema extensivo es 0.300 kg/m^3 . Para ello multiplicamos la biomasa sugerida por el volumen de agua del estanque. Multiplicamos $0.300 \times 35 = 10.5$. Por lo tanto, los kg que puede soportar el estanque son 10.5.

Tercer paso: conocer cuántos peces representarían esa cantidad debemos definir a que peso queremos cosechar nuestros peces. En este caso vamos a tomar la talla comercial de 0.350 kg que es la talla a la que comúnmente se vende la tilapia. Para saber cuántos peces se deben sembrar dividido el peso total que soporta el estanque, que es 10.5 kg entre el peso comercial que es 0.350 kg. Dividimos 10.5 entre 0.350 = 30. Por lo tanto, en este estanque se pueden sembrar 30 peces.

Resumen: en un estanque de 35 m³ bajo un sistema de tipo extensivo, podemos sembrar 30 peces que van a llegar a una talla de 0.350 kg.

Este ejemplo se puede tomar como base para calcular la densidad de siembra de los demás sistemas de producción.

Sistema semi – intensivo

En México, a partir de la década de los 80 se empezaron a usar los sistemas semi-intensivo e intensivos, practicándose en cuerpos de agua pequeños, estanques, jaulas y canales de riego. Este tipo de sistema es el más usado en diversas partes del mundo donde el nivel de tecnificación aumenta a medida que aumenta la capacidad de carga, y la intervención del hombre es mayor ya que las prácticas zootécnicas aumentan. El alimento se debe ofrecer a los peces de dos a tres veces al día, la proteína de este alimento varía de 20 % a 35 %; bajo esta alimentación, los peces alcanzan un peso comercial de 350 a 400 g en 240 días. Para obtener adecuadas producciones, se debe tener en cuenta que las condiciones fisicoquímicas del agua sean óptimas para la especie ya que conforme vaya aumentando la biomasa en el estanque es necesario medir las variables fisicoquímicas del agua, principalmente oxígeno disuelto y temperatura.

Tipo de instalaciones y equipo

En los sistemas semi-intensivos los estanques más utilizados son rústicos. Sin embargo, en la medida que se incrementa la biomasa, se hace necesario la utilización de estanques de concreto o de geomembrana para que soporten los sistemas de aireación, los cuales son utilizados de manera parcial cuando la biomasa es baja (0.400 kg a 3 kg/m³), sobre todo en las noches cuando la

biomasa aumenta (4 kg a 10 kg/m³) y los aireadores deben permanecer prendidos las 24 horas del día.

Biomasa sugerida

La biomasa puede fluctuar de 0.400 kg/m³ hasta 10 kg/m³. Una práctica común en este tipo de sistemas es la siembra de dos o más especies, así como la siembra de peces monosexo (machos), los cuales tienden a crecer más rápido que las hembras. En este tipo de sistemas siempre será necesaria una fuente de aireación. A continuación te presentamos un cuadro que será una guía para el correcto funcionamiento de los aireadores o corriente de agua.

Cuadro 1. Guía para el correcto funcionamiento de la aireación en los estanques.

Biomasa (kg/m³)	Equipo de aireación	Horas en funcionamiento	Recambios de agua
0.400 a 0.900	Entrada de agua de 1" o más	24	24 horas
1 a 3 kg	Motor de 1 hp o Recirculación de agua	14 horas nocturnas, a partir de las 6:00 pm y hasta las 8:00 am	10 % diario o 50 % semanal
3.1 a 10 kg	Motor de 2 hp	24	20 % diario o 100 % semanal

Finalidad de cultivo

El producto final de este sistema está enfocado a un consumo familiar y a la venta de pescado a nivel local, sin embargo, si la producción es mayor, el mercado puede extenderse a restaurantes o locales dedicados a la venta de pescado.

Sistema intensivo

En Asia la práctica del cultivo de tilapia bajo un sistema intensivo se realiza en estanques de concreto. Taiwán es pionero en el cultivo intensivo en estanques de

concreto produciendo cerca de 50,000 toneladas anuales. Las densidades de siembra varían de 50 a 100 peces/m³. Por ejemplo, un estanque octagonal de 100 m² con aireación y recambio de agua produce de 3 a 4 ton/estanque/ciclo (3 a 4 meses), el peso promedio a la cosecha es 0.600 kg, la supervivencia que se obtiene es alrededor 90 %, y el índice de conversión alimenticia de 1.2 a 1.4.

El sistema intensivo busca una acelerada producción en el menor espacio y tiempo posible donde se puede tener una o todas las etapas del cultivo: reproducción, incubación, inversión sexual, crianza, pre-engorda y engorda. Se debe tener el control total de estas etapas y aspectos del cultivo. Las instalaciones deben ser diseñadas de acuerdo a las etapas que se cultiven, se requiere de una elevada tecnología y personal calificado; la alimentación debe ser racionada y perfectamente calculada. Las densidades de siembra son elevadas y pueden fluctuar de 10 kg/m³ hasta 20 kg/m³ o más, el aumento en la densidad de siembra dependerá del control de los conceptos antes mencionados.

Uno de los mayores retos en este tipo de sistemas es el control adecuado de las variables fisicoquímicas del agua que deben mantenerse lo más cercanas posibles a los valores óptimos para el cultivo. La medición de las variables son indispensables para mantener en equilibrio las concentraciones de amonio y nitritos, en cuanto más elevada la densidad de siembra, más cambios de agua deberá tener el sistema. También, se debe considerar la prevención de posibles patologías. Uno de los factores que más afecta a los peces en los sistemas intensivos es el estrés, ya que debido a las cosechas continuas se abusa demasiado del manejo, altas densidades de siembra o muestreos; además, la mala calidad del agua es otro factor que influye en el bienestar de los peces.

Tipo de instalaciones y equipo

El cultivo de tilapia bajo el sistema intensivo se practica en estanques de concreto, jaulas flotantes, canales de corriente rápida, sistemas de recirculación de agua y sistemas de biofloc. Para mantener las concentraciones de oxígeno disuelto, estos sistemas deben contar con aireadores mecánicos, bombas de agua, e instalaciones apropiadas; incluso algunas granjas cuentan con equipo de

repuesto, así como una planta de luz de emergencia; en la Figura 5. se muestran ejemplos.



Figura 5. Aireadores de paletas (izquierda) y de flujo vertical (derecha)

Sistemas de recirculación de agua

Un tema de suma importancia en la acuicultura ha sido la reutilización del agua ya que la producción acuícola tradicional requiere de grandes cantidades de agua, por lo que requiere mejorar las técnicas de producción y optimizar su uso.

Los sistemas de recirculación utilizados para el cultivo de tilapia, tienden a optimizar el suministro de agua en los estanques, permitiendo su reutilización. Algunos sistemas están diseñados para tener los estanques de cultivo dentro de invernaderos, para que el agua mantenga una temperatura constante. El agua pasa por diferentes filtros ya sean mecánicos o biológicos, en los cuales se remueven desechos orgánicos y se promueve el proceso de nitrificación mediante la adición de bacterias, estos sistemas requieren de aireadores mecánicos para el suministro de oxígeno disuelto. Son tecnologías costosas pero los rendimientos obtenidos y el poco uso del agua, ha atraído el interés de los acuicultores, sin embargo, para que la producción de peces sea rentable en este tipo de sistemas, se debe mantener la calidad del agua durante todo el ciclo productivo. De tal manera que la intervención del hombre y el registro de las variables fisicoquímicas del agua se vuelve indispensable.

Sistema de Biofloc

En los sistemas de acuicultura intensiva, la acumulación del amoníaco y nitritos son generalmente un factor limitante (después del oxígeno disuelto) para aumentar los niveles de producción. Dicha acumulación es un factor intrínseco de estos sistemas y no puede evitarse, ya que los peces asimilan solo del 20 al 30% de los nutrientes del alimento, el resto es excretado y típicamente acumulado en el agua. En la acuicultura intensiva se recurre a la utilización de grandes cantidades de agua para mantener los niveles de amonio y nitritos en bajas concentraciones.

Una alternativa para solucionar esta problemática es la utilización de los sistemas de biofloc que cual consiste en manipular la relación carbono (C)/ nitrógeno (N) presente en el sistema. La relación C/N se puede regular mediante la adición de fuentes de carbono como: sacarosa, melaza, glicerina o acetato de calcio. El control del nitrógeno es inducido por la alimentación de las bacterias con hidratos de carbono y es utilizado para la generación de material celular nuevo; y a través de la posterior absorción del nitrógeno del agua, para la síntesis de proteínas de las bacterias heterótrofas.

El biofloc son agregados de algas, bacterias, protozoos y alimento no consumidos. Cada flóculo se mantiene unido por una matriz de mucosidad que es secretada por las bacterias, por organismos filamentosos, o por atracción electrostática. Estos flóculos miden entre 50 a 200 μm y pueden ser filtrados por la tilapia contribuyendo hasta el 50 % de los requerimientos de proteína de los peces. Esta técnica además de reciclar el material orgánico que sirve de alimento a los peces, minimiza la utilización de agua, con lo cual contribuye a la economía en la producción de tilapia y a la protección del medio ambiente.

En este sistema la intervención del hombre es indispensable, ya que mantener el equilibrio del sistema no resulta una tarea fácil, puesto que un cambio brusco en las variables fisicoquímicas del agua provoca consecuencias económicas importantes. El uso de aireadores mecánicos es indispensable para mantener las concentraciones óptimas de oxígeno disuelto en el agua.

Finalidad del cultivo

El producto final de estos sistemas, va enfocado a la venta a nivel local, nacional e incluso en algunos casos a la exportación del producto, ya sea entero o en filetes. Debido a que en este sistema se puede llevar a cabo la reproducción, otro producto de este tipo de sistema es la venta de cría para engorda (machos).

Conclusiones

- Tanto los sistemas de tipo extensivo como los sistemas intensivos y tecnificados contribuyen de manera importante a la producción de tilapia, generando fuentes de alimento para la población.
- Los sistemas de producción utilizados para el cultivo de tilapia para abasto, resultan ser modelos eficientes a pequeña y a gran escala.
- Los sistemas de tipo intensivo requieren del entendimiento de diversos factores para lograr una producción exitosa.

Bibliografía

- CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. <https://www.gob.mx/conapesca>. Consulta: febrero 2018.
- FAO. Organización para las Naciones Unidas y la Alimentación, 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura.

Alternativas para una ovinocultura sustentable en condiciones de pastoreo.

MVZ Cristino Cruz Lazo
MC. Hugo Pérez Ramírez

Introducción

La población de ovinos en el mundo es de 1,195'624,522 cabezas. Los países con mayor población son China 194'927,000 cabezas, Australia con 72'612,000 e India con 63'000,000. México tiene 8'834,241 cabezas y los estados con mayor población son Estado de México con 1'410,238 cabezas, Hidalgo con 1'206,663, Veracruz con 666,805, Puebla con 521,458 y Oaxaca con 503,384 (SIAP, 2015).

En el año 2012 la producción nacional de carne ovina fue 57,691 toneladas y representó 70 % del consumo nacional de carne de borrego. Seis entidades concentraron 55.6 % de la producción de carne en canal siendo que los estados con mayor contribución de carne a la demanda fueron el Estado de México con 8,527, Hidalgo con 7,239, Veracruz con 4,901, Puebla con 4,028, Zacatecas con 3,829 y Jalisco con 3,602 (Arteaga, 2014).

En la actualidad ya se le presta mayor atención al medio ambiente, debido al efecto del sobrecalentamiento global y su impacto en el clima que provocan fenómenos meteorológicos extremos como sequías extremas, lluvias intensas, aumento en el nivel del mar y acidificación del océano.

En México la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del sector agropecuario equivalen al 12.3 % respecto al total de las emisiones nacionales. Una de las críticas a los sistemas de producción con rumiantes, en pastoreo o en estabulación, es que contribuyen a la producción de estos GEI, principalmente de metano.

Nuestro país es el onceavo país emisor de GEI del mundo y segundo en Latinoamérica después de Brasil. De acuerdo con el reporte 2014 del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), los GEI son los causantes del calentamiento global; este señala que México contribuyó con 733 toneladas métricas de carbono liberadas a la atmósfera, que equivalen al 1.68 % de las emisiones totales del mundo (43,737.3 tm).

En México la mayor parte de los gases contaminantes en forma de toneladas

métricas (Tm) de carbono vertidas a la atmósfera, al igual que en el resto del mundo, proviene del sector energético (497.7 Tm), los desechos de la actividad humana generan 110.4 Tm, la agricultura que incluye a la ganadería 83.5 Tm, y la industria 41.4 Tm.

Los países que más contribuyen a la emisión de GEI son (en orden de acuerdo a la cantidad de emisiones): China, USA, UEE, India, Rusia, Japón, Brasil, Indonesia, Alemania, Irán y México, estos 11 países contribuyen con el 73% del total de contaminantes y el resto del mundo con 27%. En todos los casos el sector que más contamina es el energético.

El incremento en la temperatura afecta gran parte del territorio nacional y todo indica que de no realizar ninguna acción este incremento continuará y a corto y mediano plazo disminuirá la precipitación pluvial. De acuerdo con WRI, el sector agropecuario utiliza cerca del 75 % del agua para el desarrollo agrícola y pecuario, pero existe el riesgo de que se pueda ver limitado.

Por su importancia, se deben realizar acciones que mitiguen las emisiones de GEI y que permitan la conservación y uso sustentable del suelo, agua y vegetación tales como: realizar una eficiente reconversión productiva en la agricultura, hacer uso eficiente de fertilizantes, aplicar el método de labranza de conservación, usar estrategias para la captura de carbono y reducción de óxido nítrico en la agricultura, evitar el uso del fuego (roza), mejorar las técnicas de cultivo, así como el control y la disminución de emisiones entéricas y manejo de estiércol.

En el sector pecuario, la emisión de metano entérico es la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero, según la información existente representa 30 % de las emisiones de metano de origen antropogénico y 50 % de las provenientes del sector agrícola. El metano (CH₄) es un gas de efecto invernadero con 23 veces mayor potencial de calentamiento global que el dióxido de carbono (CO₂) y un tiempo de vida media de 10 años en la atmósfera. De acuerdo con la FAO (2006) se producen más GEI en sistemas de producción de carne por rumiantes que por monogástricos. Así los rumiantes producen el 64-78 % de los GEI de las actividades agropecuarias, de los cuales los bovinos de leche

producen cerca del 30 %, los de engorda 35 %, los ovinos 7 % las cabras 5 %, siendo el metano (CH₄) el más importante.

En la actualidad la intensidad de emisión varía ampliamente dentro y entre regiones geográficas y sistemas de producción, especialmente para los productos procedentes de animales rumiantes (carne y leche), y en menor grado para productos de cerdo y aves de corral. Los sistemas intensivos de producción animal tienden a tener mayores emisiones totales de GEI, pero su intensidad de emisión es menor que en los sistemas extensivos de bajo rendimiento. La producción de metano en los rumiantes se da principalmente por fermentación entérica (eructo = ~80 %) y por el estiércol (~20 %). Los pequeños rumiantes se encuentran entre los que menos aportan a la emisión de GEI, pero se recomienda la aplicación de prácticas de mitigación para disminuir su aportación, entre ellas:

- Selección de animales más eficientes en el aprovechamiento de los alimentos.
- Manejo de pasturas de mejor digestibilidad.
- Utilización de suplementos disponibles en la región.

Prácticas y Opciones: Alternativas para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero en la ganadería ovina.

Entre las estrategias para mitigar las emisiones de CH₄ se ha propuesto: reducir el número de rumiantes en pastoreo, aumentar el número de animales no rumiantes, manipulación genética de los microorganismos ruminales metanogénicos, desarrollo de razas que produzcan menor cantidad de metanos, el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles, y mejorar la nutrición; esta última parece ser la de mayor potencial en términos de simplicidad y factibilidad.

Mejora de la nutrición de los animales

Uno de los factores más limitantes en la producción animal en trópico, y particularmente en la producción de ovinos, es la alimentación pues a pesar de que existe un alto potencial para la producción de forrajes, existe una marcada estacionalidad en su crecimiento. La mayoría de las veces los forrajes no alcanzan

a cubrir las necesidades nutricionales de los ovinos, sobre todo en las etapas de mayores requerimientos como es el periodo de lactancia de las ovejas y crecimiento de los corderos. En general, los forrajes del trópico tienen bajo contenido de proteína y un alto contenido de fibra detergente neutro (FDN) que limita su consumo por los ovinos, alto contenido de fibra detergente ácido (FDA) que reduce su digestibilidad, y en consecuencia tienen bajo contenido de energía metabolizable (EM).

En relación a los que se alimentan en regiones templadas, los animales en pastoreo en regiones tropicales consumen forrajes de menor calidad. La razón de ello es que los forrajes tropicales son ricos en carbohidratos estructurales y a pesar de que tienen mayor producción de materia seca que los forrajes de regiones templadas, los pastos tropicales envejecen y se lignifican más rápidamente. Así, a pesar de que los forrajes de las regiones tropicales tienen un gran potencial de producción, su principal desventaja es el pobre valor nutricional para cubrir los requerimientos de los ovinos particularmente durante la lactancia, de ovejas y corderos, y de los corderos en crecimiento y finalización.

La producción de metano entérico constituye una pérdida energética para los rumiantes que representa entre 2 a 12 % de la energía bruta consumida. Por ello se propone que para disminuir las emisiones de metano entérico, una estrategia puede ser aumentar la productividad animal (al disminuir las pérdidas energéticas). La manipulación nutricional para suprimir la formación de metano en el rumen e intestinos de los rumiantes o metanogénesis, como parte del proceso digestivo incluye la utilización de forrajes de alta calidad, alta proporción de granos en la dieta, el uso de compuestos químicos, ácidos orgánicos, ionóforos y probióticos y dietas ricas en ácidos grasos insaturados.

Efectos de la nutrición

Una buena nutrición permite que los animales expresen su potencial genético (Figura 1) para mayor crecimiento durante su desarrollo y para una mayor fertilidad y prolificidad, lo cual se reflejará en mayores ganancias de peso, mayor número de hembras preñadas, mayor número de corderos nacidos y destetados y

menor mortalidad en todas las etapas productivas. Por el contrario, una mala nutrición impide que los animales manifiesten su potencial genético, incrementa su mortalidad, hay pobres ganancias de peso así como mayor susceptibilidad a las enfermedades y parasitosis, lo que finalmente se traduce en mayores costos de producción y menores ingresos.



Figura 1. Hembras gestantes bien alimentadas.

Impacto económico de la alimentación

Desde el punto de vista económico, la alimentación representa cerca del 70 % de los costos de producción, por lo que es importante que en las regiones de trópico, el pastoreo sea la base de la alimentación y se pueda complementar con fuentes de alimentación de fácil acceso y bajo costo. De ahí la importancia de identificar las fuentes de alimentación complementaria con las que se puede contar. Por ello, es necesario que antes de implementar cualquier actividad empresarial relacionada a la producción de ovinos, se conozca cuáles son las fuentes de alimentación base y con cuales alimentos complementarios se cuenta, para ofrecer una adecuada alimentación y nutrición en las diferentes etapas fisiológicas por las que atraviesan los ovinos durante su vida productiva.

Disponibilidad y valor nutritivo de forrajes tropicales

En el trópico existe una gran variedad de pastos que pueden servir como base de la alimentación de los ovinos, entre los más conocidos se encuentra el pasto

estrella de santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), diferentes especies del género *Braquiaria*, como el pasto insurgentes (*Brachiaria brizantha*), algunas variedades híbridas como el pasto caimán (*Brachiaria* híbrida 1752), el pasto Oaxaca (*Brachiaria* híbrida 1792), y algunas variedades de porte rastrero como la *Brachiaria arrecta*. También hay pastos de porte erecto como los del género *Panicum maximum* (Aruana, Guinea, Tanzania) y algunas gramas nativas del género *Axonopus* y *Paspalum*. Todos estos pastos son altamente productivos en términos de producción de forraje pero tienen un bajo valor nutritivo. En términos de energía tienen alrededor de 1.8 Mcal de energía metabolizable por kg de materia seca (MS), por lo que hay la necesidad de hacer una complementación alimenticia, particularmente durante la lactancia de las ovejas reproductoras y durante el crecimiento de los corderos.

Alternativas de complementación

En el estado de Veracruz existen diversas alternativas de complementación alimenticia tales como: la conservación de forraje en forma de heno (Figura 2) o ensilados, la siembra de leguminosas para formar bancos de proteína, el uso de subproductos agroindustriales como el grano de cervecería, la cáscara de cítrico, cáscara de piña, o residuos de pan.



Figura 2. Conservando forraje en forma de heno.

En la región Centro – Norte de Veracruz se cultivan grandes extensiones de cítricos como naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*) y limón (*Citrus lemon*). Parte de estas frutas se comercializan de forma directa y parte se procesa para la extracción de jugo y por ello continuamente se genera gran cantidad de

pulpa o cáscara fresca (Figura 3) que se utiliza como pastura para el ganado (Figura 4).



Figura 3. Pulpa o cáscara de cítrico.



Figura 4. Borregas comiendo cáscara de cítrico.

Manejo eficiente del pastoreo

El uso de sistemas de pastoreo eficientes mediante periodos de ocupación cortos, de uno a tres días (pastoreo de alta densidad, intensivo, holístico), permiten que los animales aprovechen el forraje en su mejor estado nutritivo, asegurando suficiente comida y evitando el sobre pastoreo. Otra práctica es resembrar o renovar praderas cuando sea necesario y fertilizarlas de acuerdo a los resultados de análisis químicos del pasto y del suelo.

Una actividad importante que se recomienda realizar en la unidad de producción es el plantar arbustos o árboles comestibles por los rumiantes, que además sirven para retener el suelo si el terreno es quebrado, o plantarlos en líneas orientadas de oriente a occidente si es plano con el objetivo de disminuir la sombra sobre la pradera y no afectar el crecimiento del pasto al pasar el sol sobre los árboles, y

proporcionar también sombra al ganado; así como cultivar leguminosas de cobertura bajo los árboles para proteger el suelo y fertilizarlo con nitrógeno.

Existen numerosas especies de plantas y árboles que se pueden utilizar como forraje y pueden ser aprovechados, sobre todo si son nativas del lugar donde se tiene a los ovinos. En nuestra región entre las especies más utilizadas encontramos: Cocuite (*Gliricidia sepium*), Pichoco o Colorín (*Erythrina* sp.), Guaje (*Leucaena leucocephala*), Ojite o Ramón (*Brosimum alicastrum*), Frijol de árbol (*Cajanus cajan*), Hibisco o Tulipán (*Hibiscus rosasinensis*), Morera (*Morus alba*), Guácimo, (*Guazuma ulmifolia*), Chote (*Parmentiera* sp), Parota o Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Frijolillo (*Cojoba arborea*), entre otros (Figura 5).



Figura 5. Chote, Guanacaste y Frijolillo

En el Módulo de Producción Ovina (MPO) del CEIEGT se han implementado algunas de estas recomendaciones, principalmente en la parte de alimentación, enfocándose en la mejora del aporte alimenticio por etapas productivas (proteína y energía). También se siembran árboles para cercos vivos, sombra y corte como Cocuite (*Gliricidia sepium*), Pichoco (*Erythrina* sp) y el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Figura 6; y la siembra de arbustos de cobertura como el Guaje o *Leucaena leucocephala* y herbáceas como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*, Hemsl.) Figura 7. Los cuales eventualmente sirven también como forraje para los ovinos, sobre todo en épocas críticas (sequía), o se utilizan como banco de proteína para animales con altos requerimientos de nutrientes como las hembras en lactación y los corderos en crecimiento (2 a 6 meses de edad).



Figura 6. Cocuite, Pichoco y Guásimo.

Otros aspectos que se proponen son: la selección de animales productivamente más eficientes y que generen menos metano entérico en sus procesos digestivos; el uso de alimentos y forrajes con menor efecto en la emisión de gases de efecto invernadero (plantas con taninos condensados como la *Leucaena* y el uso de granos); Mejorar la salud y la reproducción de los ovinos en pastoreo mediante adecuados programas de medicina preventiva; y la diversificación de las actividades de producción (siembra de árboles maderables y/o que sirvan como fuentes de alimentación).



Figura 7. Leucaena y Botón de oro

Conclusiones

- La ovinocultura en las zonas tropicales es una actividad con tendencia a incrementarse por la demanda que existe de sus productos, principalmente la carne.
- Los rumiantes contribuyen la producción de gases de efecto invernadero (GEI) por la generación de metano por la vía entérica (eructos y estiércol).

- Bajo condiciones de pastoreo la producción de esos gases son menores en los ovinos.
- Existen alternativas para disminuir la producción de los gases de efecto invernadero por los rumiantes.
- Las mejoras en alimentación pueden disminuir la producción de gases de efecto invernadero por los rumiantes además de permitirles manifestar su potencial genético en crecimiento y reproducción.
- La utilización de complementos alimenticios disponibles en la región pueden ayudar a mejorar la calidad de la dieta consumida por los rumiantes y disminuir la producción de GEI.
- La siembra de árboles (sistemas agrosilvopastoriles), arbustos o herbáceas que sirvan de alimento a los rumiantes pueden disminuir también el efecto de los GEI y evitar el aumento en la liberación de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera.

Bibliografía

- Arteaga J. Situación actual del mercado de los productos ovinos. Sistema Producto Ovino. México. 2014. Disponible en: <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/informe2013/noroeste/situacionactualdelaproducciondeovin-osnl051113.pdf>.
- FAO. 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production: A review of technical options for non-CO₂ emissions. FAO Animal Production and Health Paper 177. Gerber PJ, Henderson B and Makk HPS (Eds). Rome. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3288e/i3288e.pdf>.
- Instituto de Recursos Mundiales (WRI). 2017. CAIT Climate Data Explorer. Disponible en: <http://www.wri.org/blog/2017/04/interactive-chart-explains-worlds-top-10-emitters-and-how-theyve-changed>
- SEMARNAT. 2014. El medio ambiente en México 2013-2014. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/05_atmosfera/5_2_2.html
- SIAP, 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ovino Población Ganadera 2006-2015. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166001/ovino.pdf>