

30° Día del Ganadero 2024 CEIEGT FMVZ UNAM



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



**¡Investigaciones compartidas
para el incremento de la producción pecuaria!**

30° Día del Ganadero

viernes
21 junio
2024

MEMORIAS

30º Día del Ganadero 2024 CEIEGT FMVZ UNAM

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Secretaria General

Mtro. Hugo Concha Cantú
Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz
Secretaria de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Carlos Guillermo Gutiérrez Aguilar
Director

Dr. Jorge Hernández Espinosa
Secretario General

LC. Enrique López Martínez
Secretario Administrativo

Dr. José Ángel G. Gutiérrez Pabello
Secretario de Vinculación y Proyectos Especiales

Dr. Jesús Marín Heredia
Secretario de Medicina

Dr. Orbelín Soberanis Ramos
Secretario de Educación Continua

30º Día del Ganadero 2024 CEIEGT FMVZ UNAM

**Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión
en Ganadería Tropical (CEIEGT)**

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz

Director Técnico

Lic. Gerardo Edgar Palencia Fernández

Delegado Administrativo

Dr. Epigmenio Castillo Gallegos

Dr. Manuel D. Corro Morales

MVZ Cristino Cruz Lazo

Dr. José Antonio Fernández Rodiles

Dr. Agustín Fernández Salas

MVZ José Antonio Fernando Martínez

Dr. Iván Adrián García Galicia

Dr. Mario Garduño Lugo

MVZ Leticia Galindo Rodríguez

Dr. Jesús Jarillo Rodríguez

MPA Germán Muñoz Córdova

MC Eliazar Ocaña Zavaleta

EDV Mariana Isabel Olivares Salazar

MC Hugo Pérez Ramírez

Dra. Rosa Elena Riaño Marín

Dra. Ivette Rubio Gutiérrez

MPA Adriana Saharrea Medina

IAZ MA Martha Salazar Ulloa

Dra. Elke von Son de Fernex

Personal Académico

30º Día del Ganadero 2024 CEIEGT FMVZ UNAM

30º Día del Ganadero

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Organización general

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

Dra. Rosa Elena Riaño Marín
Edición memoria

Memoria 30º Día del Ganadero Colaboraciones *

**Gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas
en El Clarín de la UNAM en el periodo 1980 a 2020**

Epigmenio Castillo Gallegos
Braulio Valles de la Mora[†]
Jesús Jarillo Rodríguez
Eliazar Ocaña Zavaleta

Etapas productivas del cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp.)

Martha Salazar Ulloa
Germán Muñoz Córdova

**Importancia de la higiene en el ordeño de vacas:
procurando la calidad y seguridad de la leche**

Agustín Fernández Salas
Elke von Son de Fernex
Miguel Ángel Alonso Díaz

**30 años de producción e investigación del Módulo de Producción
Ovina El Cenzontle en el trópico húmedo bajo pastoreo**

Hugo Pérez Ramírez
Cristino Cruz Lazo

*El contenido de los documentos escritos aquí es responsabilidad total y exclusiva de las y los autores.

Agradecimientos

La conmemoración del Trigésimo Día del Ganadero del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ UNAM requirió que diversos grupos de personas contribuyeran para que este importante evento de extensionismo se llevase a cabo exitosamente. Por sus numerosos apoyos y contribuciones se hace un reconocimiento a:

- Empresas patrocinadoras
- Personal académico del CEIEGT
- Personal administrativo del CEIEGT
- Alumnado del CEIEGT

Prólogo

El Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la FMVZ-UNAM, se congratula en recibir a los productores y productoras agropecuarios del Estado de Veracruz y de la región, para celebrar el 30° Día del Ganadero.

Durante los pasados años, tanto la ganadería bovina y ovina, así como la acuicultura, se han enfrentado a factores dinámicos como el cambio climático, la presentación atípica de épocas de sequía y de nortes, al incremento del precio de insumos como el combustible y el alimento. Pero también, ha habido cambios importantes hacia una mayor demanda de productos de origen animal inocuos para la población, y que provengan de animales producidos en marcos favorables de bienestar animal. Ante todo, y a través de su historia, el CEIEGT ha mantenido un acompañamiento constante e ininterrumpido con el productor pecuario mediante la investigación, la generación del conocimiento y de la transferencia de tecnología, para poder ofrecer alternativas de solución a estos problemas.

En este 30° Día del Ganadero se abordan los temas: 1) Gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en El Clarín de la UNAM (1980 – 2020), 2) Etapas productivas del cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp.), 3) Importancia de la higiene en el ordeño de vacas: procurando la calidad y seguridad de la leche, y 4) 30 años de producción e investigación del Módulo de Producción Ovina en el trópico húmedo bajo pastoreo. En esta ocasión, y en reconocimiento a nuestros patrocinadores, también se implementó que los asistentes visiten el área comercial para que puedan interactuar con los laboratorios y/o empresas, y así conocer lo más reciente en avances tecnológicos aplicables al sector ganadero.

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, agradece su asistencia a este evento. Y, a nombre de toda la comunidad CEIEGT, me es muy grato darle una cordial bienvenida.

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Director Técnico CEIEGT FMVZ UNAM

Contenido

	Página
Gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en El Clarín de la UNAM en el periodo 1980 a 2020	1
Etapas productivas del cultivo de tilapia (<i>Oreochromis</i> spp.)	23
Importancia de la higiene en el ordeño de vacas: procurando la calidad y seguridad de la leche	42
30 años de producción e investigación del Módulo de Producción Ovina El Cenzontle en el trópico húmedo bajo pastoreo	54

Gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en El Clarín de la UNAM en el periodo 1980 a 2020

Epigmenio Castillo Gallegos
Braulio Valles de la Mora[†]
Jesús Jarillo Rodríguez
Eliazar Ocaña Zavaleta

Introducción

El presente documento tiene como objetivo relatar el desarrollo y resultados de un esquema de evaluación de gramíneas y leguminosas tropicales realizado en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ- UNAM, coloquialmente conocido como Rancho El Clarín de la UNAM, desde sus inicios en 1980 hasta tiempos recientes. En conmemoración al trigésimo aniversario de la celebración del Día del Ganadero del CEIEGT, nuestra finalidad es mostrar la contribución realizada por este Centro en la prueba y selección de especies forrajeras sobresalientes para la región Centro-Norte del Estado de Veracruz, así como resaltar la importancia de la cooperación interinstitucional nacional e internacional para la identificación de especies forrajeras útiles a la ganadería bovina de doble propósito del trópico mexicano.

Una de las preguntas más frecuentes que hacen los ganaderos a los investigadores es ¿Qué pasto debo sembrar? Llegar a una respuesta inmediata es muy difícil, ya que existen un muy variado mosaico de suelos empleados en las tierras ganaderas, a lo cual hay que agregar las variaciones en clima; todo esto, hace difícil llegar a dar recomendaciones generales sobre una especie forrajera en particular. El arribo a una respuesta se complica aún más si se considera que los ganaderos emplean diferentes tipos de manejo de los pastizales y pasturas, que hacen que una misma especie se comporte de manera diferente en cada unidad productiva, aun recibiendo un manejo del pastoreo similar.

El forraje consumido directamente por el bovino en pastoreo es su principal fuente de nutrimentos en los sistemas de producción asentados en los climas cálidos de nuestro país, los cuales ocupan 25 % del territorio nacional, un 12 % los llamados húmedos (Af y Am) y el restante 13 % los considerados sub-húmedos (Aw) (García, 1981).

La única manera de llegar a obtener respuestas reales sobre qué pasto recomendar para una cierta combinación de clima, suelo y manejo, es seleccionar las mejores especies para ese entorno en particular. Para ello, se han diseñado sistemas de evaluación de especies forrajeras, por etapas, donde se parte de un gran número de especies bajo prueba, hasta llegar a aquella o aquellas que son más sobresalientes para una cierta región agroecológica (Toledo y Schultze-Kraft, 1984). Estos sistemas de evaluación se llevan a cabo en cuatro etapas:

Primera: En condiciones de parcelas muy pequeñas con unas cuantas plantas, al menos dos repeticiones, y por un par de ciclos de crecimiento (años), se valora la adaptabilidad de las distintas especies al clima, así como su resistencia a factores bióticos como plagas y enfermedades, empleando principalmente escalas de evaluación visual.

Segunda: Las especies más sobresalientes son establecidas en parcelas más grandes con tres o más repeticiones y también evaluadas por dos años, con el fin de cosecharlas a distintas edades de rebrote o a diferentes frecuencias de corte, y así estimar su potencial de producción de forraje.

Tercera: Las especies de mayor producción forrajera en la segunda son sembradas en potreros pequeños, donde se les aplican distintas intensidades de pastoreo para ver su rendimiento de forraje, calidad del mismo así como la sobrevivencia de la población de plantas, aunque en ocasiones esta etapa no se ejecuta.

Cuarta: Las dos o tres especies mejores son evaluadas por su potencial de producción de leche o carne.

Dicho esquema de evaluación de pastos y forrajes tropicales lo implementó el Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el cual describieron en detalle Toledo y Schultze-Kraft (1984) para ensayos agronómicos, Paladines y Lascano (1983) para prueba de forrajes en parcelas pequeñas bajo pastoreo, y Lascano y Pizarro (1985) para producción animal en pastoreo.

Condiciones de clima y suelo

El CEIEGT se encuentra en la planicie costera del Golfo de México, a 40 km al oeste de la línea costera, a 20° 02' N, 97° 06' W, y 112 msnm. El clima (1980-2013) es cálido y húmedo con lluvias todo el año, con precipitación anual promedio de 1931 ± 334 mm. La lluvia media mensual es muy variable (161 ± 132 mm), pero en general suficiente para el crecimiento de la pastura, pues las sequías tienden a ser ocasionales y cortas. La temperatura media diaria promedio es 23.9 ± 6.4 °C. Las temperaturas mensuales promedio máximas (29.2 ± 3.3 °C) y mínimas (18.6 ± 3.9 °C) razonablemente uniformes año tras año. Las épocas climáticas son: lluviosa, de julio a octubre, con precipitación y temperatura alta; invernal o “nortes” de noviembre a febrero, con lluvia y temperaturas decrecientes, y “sequía”, de marzo a junio. Las bajas temperaturas en invierno y la evapotranspiración en la sequía no favorecen la producción de forraje, particularmente la última, pues el suelo somero del sitio experimental no almacena mucha humedad (Castillo *et al.*, 2005).

Los suelos son Ultisoles (Durustults) arcillo-limosos, ácidos, y con bajas concentraciones de P (3.5 ppm por Bray y 2.0 ppm por Olsen), S, Ca y K, así como baja capacidad de intercambio catiónico (10.5 meq/100 g), y la saturación de aluminio no alcanza niveles tóxicos para las plantas. Existe una capa impermeable entre 0 y 25 cm de profundidad, que causa drenaje inadecuado en lluvias e invierno. En 1998, muestras de la área experimental, indicaron que el carbono (C) disminuyó de 1.02 ± 0.44 % en 0 a 15 cm a 0.78 ± 0.15 % en 15 a 30 cm, sucediendo lo mismo con el nitrógeno (N), con 0.13 ± 0.06 y 0.10 ± 0.04 % (Castillo *et al.*, 2005).

Evaluaciones agronómicas

En el CEIEGT a partir del año 1980 se inició la introducción de especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas. Los primeros resultados, presentados en el **Cuadro 1**, indicaron que la especie *Brachiaria brizantha* (probablemente la accesión de CIAT que dio origen al cultivar insurgente) fue la más sobresaliente en producción diaria de forraje durante un periodo de cuatro años; en ese mismo estudio, las gramíneas sobresalientes en el periodo frío de nortes fueron *Brachiaria arrecta* (pasto Tanner), el híbrido Bermuda cruzada 1 (*Cynodon dactylon* x *C. aethiopicus*) y

estrella de Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) (Valles *et al.*, 1987). Finalmente, se seleccionaron Tanner y estrella Santo Domingo para comparar su potencial de producción de carne en condiciones de pastoreo. En esos cuatro años de evaluación, ninguna de las leguminosas introducidas, principalmente de Australia, pudo prosperar y desaparecieron por diferentes causas principalmente por su baja tolerancia al corte frecuente y por su susceptibilidad a enfermedades fungosas.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento absoluto aparente (kg de materia seca/ha/día) de quince gramíneas tropicales evaluadas por un periodo de cuatro años (1980-1983) en Veracruz, México (Valles *et al.*, 1987).

Género Especie	Cultivar	Intervalo entre cortes (días)	Tasa de crecimiento*	R ² *	D. E. R.
<i>Brachiaria</i>					
<i>arrecta</i>	Tanner	89	32.3	0.93	5.5
<i>brizantha</i>	-----	84	52.1	0.93	6.5
<i>ruzizensis</i>	Ruzi	84	27.2	0.91	5.2
<i>Cynodon</i>					
<i>dactylon</i>	x Alicia	83	27.4	0.95	3.7
<i>aethiopicus</i>					
<i>dactylon</i>	x Cruza 1	84	28.4	0.86	5.7
<i>aethiopicus</i>					
<i>nlemfuensis</i>	Santo Domingo	82	26.3	0.89	4.2
<i>nlemfuensis</i>	Surinam	80	28.9	0.90	3.9
<i>plectostachyus</i>	Mejorado	80	26.9	0.91	3.5
<i>spp</i>	McCaleb	80	24.6	0.85	5.3
<i>Digitaria</i>					
<i>decumbens</i>	Pangola	83	26.9	0.89	5.3
<i>milanjiana</i>	-----	86	29.4	0.81	14.3
<i>Cenchrus</i>					
<i>ciliaris</i>	Biloela	83	28.8	0.84	10.8
<i>ciliaris</i>	Gayndah	84	36.8	0.90	10.5
<i>Otras especies</i>					
<i>Chloris gayana</i>	Rhodes	85	40.2	0.81	10.6
<i>Hemarthria altissima</i>	-----	87	35.2	0.96	4.5

* Estimada a partir de la regresión $Y = bX$; Y es kg MS/ha, X es el intervalo entre corte y b es la pendiente, en kg MS/ha/día, R² es el coeficiente de determinación y D.E.R. es la desviación estándar del residual.

En los siguientes años se continuaron los estudios de evaluación agronómica de nuevas gramíneas y leguminosas, y a partir de 1986 el CEIEGT se incorporó a la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, red hoy desaparecida. Entonces se iniciaron dos estudios en la etapa de Ensayos Regionales B (ERB) en parcelas pequeñas, uno con gramíneas y otro con leguminosas.

Los resultados del primer ciclo de evaluación de los rendimientos de materia seca se presentan en la **Figura 1** para las gramíneas y en la **Figura 2** para las leguminosas. Por su producción de materia seca y tolerancia a cambios de clima, en particular en la época de nortes y sequía, las gramíneas más promisorias fueron *B. dictyoneura* CIAT 6133, *B. brizantha* CIAT 6780 y *B. humidicola* CIAT 679. En cuanto a las leguminosas probadas, *C. acutifolium* CIAT 5568, *D. ovalifolium* CIAT 350 y 3788, *A. pintoi* CIAT 17434 y *P. phaseoloides* CIAT 9900 fueron las más sobresalientes.

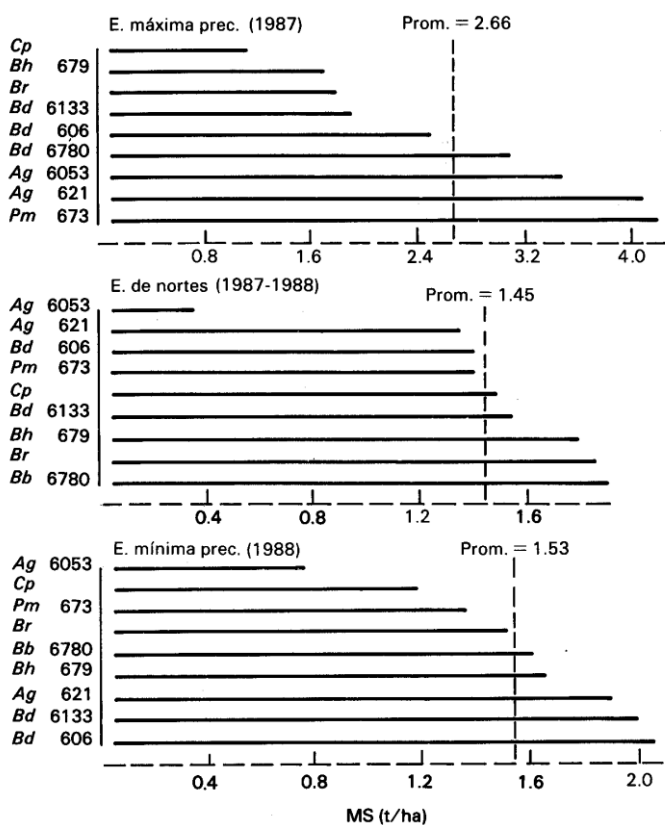


Figura 1. Producción total de materia seca (kg/ha) de accesiones CIAT de gramíneas en tres épocas de evaluación (Hernández *et al.*, 1990).

Género y especie (accesión CIAT):

- Ag = *Andropogon gayanus* (621, 6053)
- Bb = *Brachiaria brizantha* (6780)
- Bd = *Brachiaria decumbens* (606, 6133)
- Bh = *Brachiaria humidicola* (679)
- Br = *Brachiaria radicans* [*B. arrecta*]
- Cp = *Cynodon plectostachyus*
- Pm = *Panicum maximum* (673)

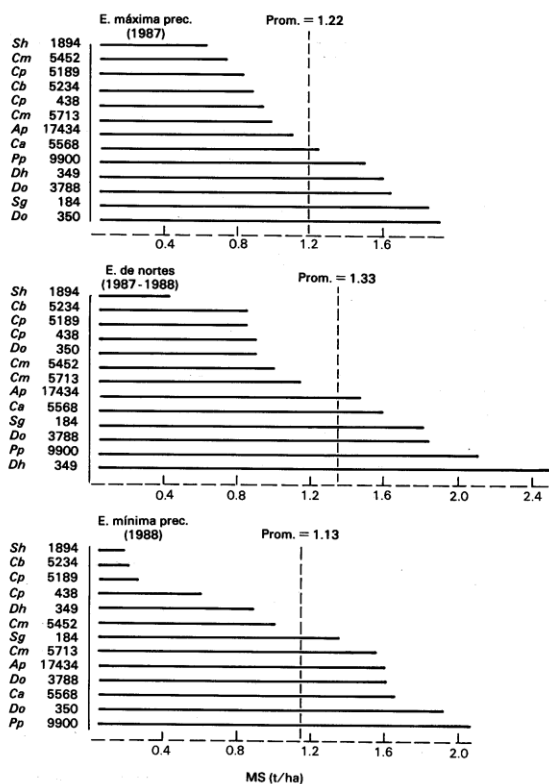


Figura 2. Producción total de materia seca (kg/ha) de accesiones CIAT de leguminosas en tres épocas de evaluación (Hernández *et al.*, 1990).

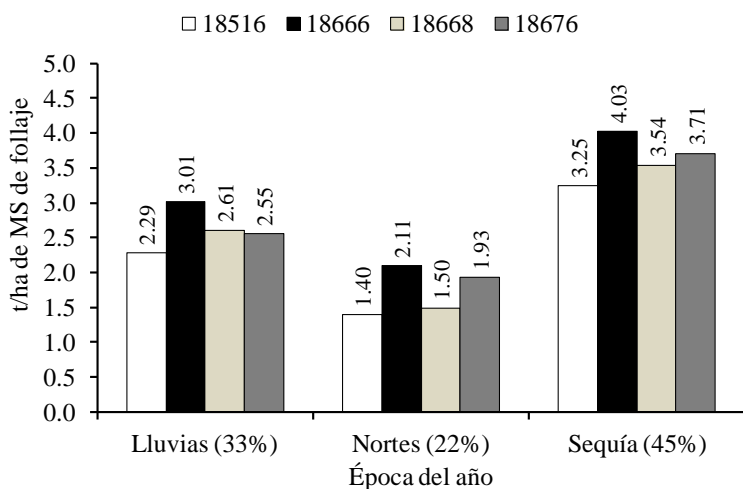
Género y especie (accesión CIAT):

- Ap = *Arachis pintoi* (17434)
- Ca = *Centrosema acutifolium* (5568)
- Cb = *Centrosema brasilianum* (5234)
- Cm = *Centrosema macrocarpum* (5452, 5713)
- Cp = *Centrosema pubescens* (438, 5189)
- Dh = *Desmodium heterophyllum* (349)
- Do = *Desmodium ovalifolium* (350, 3788)
- Pp = *Pueraria phaseoloides* (9900)
- Sg = *Stylosanthes guianensis* (184)
- Sh = *Stylosanthes humilis* (1894)

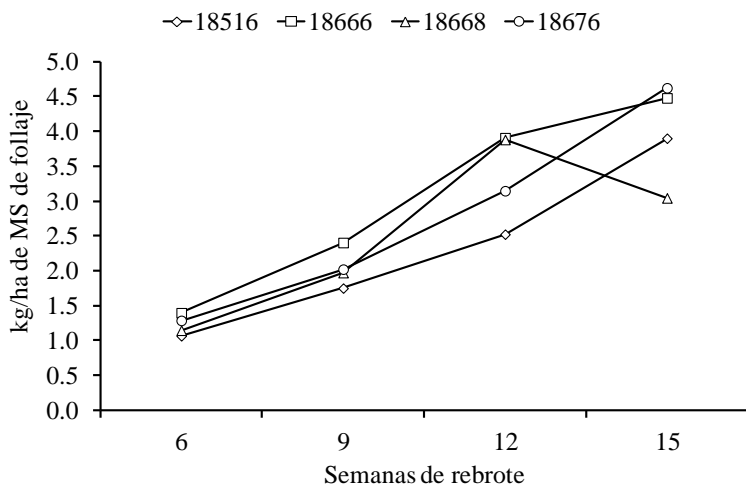
Después de haber comprobado la inefectividad de introducir *Arachis pintoi* a las praderas de grama nativa para mejorar la producción animal, se decidió probar la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* bajo condiciones de corte estacional, para verificar localmente su capacidad para producir forraje en las épocas críticas. Para esto, se probaron durante un año, cuatro accesiones CIAT de la leguminosa, cosechando el follaje producido a las edades de rebrote de 6, 9, 12 y 15 semanas, durante las tres épocas climáticas del año (Valles *et al.*, 2013). La mayor producción de follaje se presentó en la sequía con 3.63 t/ha, seguido de lluvias con 2.61 kg/ha y finalmente nortes con 1.78 kg/ha, que representaron el 45 %, 33 % y 22 %, respectivamente, del total anual. Al aumentar la edad de rebrote se incrementó el rendimiento de follaje con 1.22, 2.04, 3.37 y 4.01 t/ha para 6, 9, 12 y 15 semanas de rebrote, respectivamente.

La **Figura 3(A)** presenta el rendimiento promedio de materia seca de follaje (hojas y tallos < 3mm) por combinación de accesión y época, y la **3(B)** por combinación de accesión y edad de rebrote. Como puede observarse, en las tres épocas CIAT 18666 superó a las otras accesiones. Sin embargo, las diferencias

estadísticas entre accesiones no fueron significativas ($P > 0.05$). Las accesiones 18516, 18666 y 18676 siempre incrementaron su rendimiento al aumentar la edad de rebrote, en tanto que 18668, aumentó hasta las 12 semanas, para luego disminuir a las 15 semanas. No obstante lo anterior, no hubo interacción ($P > 0.05$) entre accesión y edad de rebrote, pues dentro de cada edad, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre medias de accesiones.



(A)



(B)

Figura 3. Rendimientos de materia seca de follaje de cuatro accesiones de *Cratylia argentea*, de acuerdo a la época del año (A) y a la edad de rebrote (B), en un sitio con clima cálido húmedo y suelos ácidos (Valles *et al.*, 2013).

Los resultados anteriores llevaron a decidir el empleo del cultivar comercial “Veranera”, que se formó con una mezcla de semillas de las accesiones CIAT 18516 y 18668, para continuar con evaluaciones de producción animal bajo pastoreo directo, las cuales se mencionan más adelante.

Pruebas de producción animal en pastoreo

Producción de carne con gramas nativas

A principios de la década de 1980-1989, los pastos predominantes en la región de influencia del CEIEGT estaban formados por gramas nativas, cultivares de pasto estrella, pasto Guinea o mezclas de gramas y pastos introducidos. La primera evaluación en pastoreo tuvo como objetivo estimar la producción de carne con gramas nativas con 20 años de establecidas, solas o asociadas con las leguminosas herbáceas *Neonotonia wightii* y *Macrotyloma axillare*, sembradas en franjas de 2.5 m separadas a 5.0 m entre sí. El estudio inició en julio de 1980 y concluyó en diciembre de 1983. La carga animal se ajustó de acuerdo al forraje disponible.

Cuadro 2. Ganancia de peso de novillos en dos tipos de pastos durante 5 periodos de evaluación, en Tlapacoyan, Veracruz (Fernández *et al.*, 1993).

Pasto		Periodos				
		1	2	3	4	5
Gramas	Inicio	02/07/1980	08/04/1981	24/11/1981	07/07/1982	04/05/1983
	Fin	17/12/1980	18/11/1981	06/07/1982	27/10/1982	14/12/1983
	Días	168	224	224	112	224
	kg/día	0.518	0.537	0.475	0.635	0.570
	kg/ha	195	213	154	95	341
	UA/ha	2.2	1.8	1.4	1.3	2.7
Gramas + leguminosas [§]	g/día	0.570	0.625	0.442	0.768	0.535
	kg/ha	203	232	144	115	320
	UA/ha	2.1	1.7	1.5	1.3	2.7

[§] *Neonotonia wightii* y *Macrotyloma axillare*.

El **Cuadro 2** presenta las ganancias de peso, así como la capacidad de carga en ambos pastos durante cinco periodos de evaluación con novillos cuyo peso vivo promedio fue de 180 kg. Las leguminosas introducidas a las gramas nativas no afectaron de manera positiva la producción de carne por animal o por hectárea, lo cual se debió a que fueron desapareciendo al transcurrir el experimento. La biomasa aérea presente fue similar en ambos casos, 2.7 t/ha de materia seca, así como también lo fue el contenido proteínico de la planta completa con 6.7% y de fibra cruda con 36% (Fernández-Rodiles *et al.*, 1993).

Producción de carne con pastos introducidos

En la primera evaluación agronómica realizada las gramíneas más sobresalientes fueron *Brachiaria brizantha* y *Chloris gayana*, aunque este último mostró menor persistencia por no adaptarse ni a los suelos fuertemente ácidos ni al clima húmedo de la zona. El cuello de botella para propagar al primero fue la nula disponibilidad de semilla y el mayor uso de mano de obra para establecerlo por cepas. En aquel estudio (Valles *et al.*, 1987), los pastos que mostraron mayor rendimiento en la época crítica de nortes fueron estrella de Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) y Tanner (*Brachiaria arrecta*), que además permitían el establecimiento semi-mecanizado.

Por lo anterior, se seleccionaron esas gramíneas para estimar su producción de carne, empleando toretes $\frac{3}{4}$ Holstein- $\frac{1}{4}$ Cebú de 171 kg y 12 meses de peso y edad iniciales, respectivamente; se fertilizó con urea a razón de 33.3 kg de nitrógeno/ha en febrero, octubre y noviembre, además de 60 kg/ha de pentóxido de fósforo en febrero; se empleó una rotación de 14 días de pastoreo y 28 días de recuperación. En el estrella Santo Domingo se emplearon dos cargas animales: 1.7 y 2.5 unidades animal (UA = 450 kg PV)/ha y en el Tanner sólo 2 UA/ha. El **Cuadro 3** presenta los resultados de ganancia de peso por animal y por hectárea, en tanto que el **Cuadro 4** muestra la biomasa aérea presente por tratamiento en cada época del año.

Cuadro 3. Carga animal, ganancias de peso por animal y por hectárea obtenidos en tres gramíneas tropicales pastadas por toretes $\frac{3}{4}$ Holstein- $\frac{1}{4}$ Cebú en un clima cálido-húmedo del Estado de Veracruz (Fernández-Rodiles *et al.*, 1989).

Gramínea		UA/ha	Novillos/ha	Kg/novillo/día	Kg/ha/año
Estrella Domingo	Santo	1.7	2.3	0.676	560
Estrella Domingo	Santo	2.5	3.6	0.606	796
Tanner		2.0	2.7	0.588	578

Cuadro 4. Biomasa aérea presente (kg/ha) y contribución de las gramíneas mejoradas a la composición botánica (%) en tres gramíneas tropicales pastadas por toretes $\frac{3}{4}$ Holstein- $\frac{1}{4}$ Cebú en un clima cálido-húmedo del Estado de Veracruz (Fernández-Rodiles *et al.*, 1989).

Gramínea	UA/ha	Secas	Lluvias	Nortes
Estrella Santo Domingo	1.7	4115 (83.1)	6096 (84.0)	4550 (79.3)
Estrella Santo Domingo	2.5	3335 (76.4)	5314 (78.3)	3425 (74.9)
Tanner	2.0	3832 (91.3)	4275 (88.0)	2384 (69.1)

Con base en los resultados anteriores, se incluyó el uso del pasto estrella de Santo Domingo fertilizado con nitrógeno y fósforo y en rotación de tres potreros, en el paquete tecnológico que el Centro ofreció a la comunidad ganadera de la región a través de su programa de extensión. Sin embargo, a pesar de haber demostrado el excelente potencial productivo de esta alternativa, su adopción fue nula. La causa principal del aparente desinterés fue la económica. Simplemente el ganadero no estaba dispuesto a invertir en establecer el pasto, fertilizarlo, y verse en la necesidad de comprar más ganado que consumiese el forraje extra producido por la gramínea introducida fertilizada.

Producción de leche

Mejoramiento de gramas nativas con *Arachis pinto*

La menor productividad mostrada por las gramas nativas, además de la pobre adopción del pasto estrella de Santo Domingo, llevó a intentar el mejoramiento de la grama mediante la introducción de leguminosas más persistentes que las inicialmente probadas a fines de la década de 1970 y principios de 1980. De las leguminosas señaladas como promisorias en los ensayos regionales B de la RIEPT realizados en el CEIEGT, la que mostró más persistencia al pastoreo fue *Arachis pinto* CIAT 17434. Por tal motivo, se decidió introducir esta leguminosa en praderas de gramas nativas, empleando métodos sin labranza del terreno, enfocados más que nada a economizar su establecimiento, para luego, ver su efecto en la producción de leche del ganado de doble propósito F1(½ Holstein-½ Cebú) del mismo Centro.

Cuadro 5. Efecto de introducir *Arachis pinto* CIAT 17434 sobre algunas variables de las pasturas de gramas nativas (Fernández-Torres *et al.*, 2006).

Variable	Tratamiento	
	Grama	Grama + Arachis
Días de pastoreo	1.3 ± 0.5	1.2 ± 0.5
Días de recuperación	43 ± 4	50 ± 4
Carga animal instantánea (Vacas/ha/día)	29.9 ± 5.2	32.9 ± 5.6
Oferta (kg MS/ 100 kg PV)	33.8 ± 3.0	23.1 ± 3.6
Residuo (kg MS/ 100 kg PV)	29.3 ± 2.8	19.2 ± 3.5
Consumo (kg MS/ 100 kg PV)	3.3 ± 0.3	3.1 ± 0.3
Uso (% de la oferta)	14.6 ± 0.9	18.5 ± 1.1
Proteína cruda de hojas de la oferta (%)	14.2 ± 0.5	20.7 ± 0.6
Proteína cruda de tallos de la oferta (%)	7.1 ± 0.3	11.2 ± 0.3
% de gramíneas	74.1	27.3
% de <i>Arachis pinto</i>	4.4 (nativas)	62.1 (<i>Arachis pinto</i>)
% de arvenses	21.5	10.6

Un primer experimento se realizó del 7 de agosto de 1995 al 28 de mayo de 1996 (Fernández-Torres *et al.*, 2006) y su objetivo fue ver el efecto de la introducción de *Arachis pintoii* CIAT 17434, sobre algunas características de las pasturas; los resultados se presentan en el **Cuadro 5**. En los potreros con leguminosa, uno se estableció en agosto, 1990, otro en noviembre, 1991 y el último en febrero, 1992. El uso de registros de tiempo de pastoreo y recuperación, así como el número de vacas que pastaron cada potrero (5 y 3 potreros para gramas y gramas + *Arachis*, respectivamente) y muestreos para estimar la cantidad de forraje antes y después del pastoreo, así como la determinación de los contenidos de proteína cruda, permitió determinar que introducir la leguminosa en la grama: 1) Redujo la cantidad de forraje en oferta así como el residuo, pero no el consumo de materia seca estimado, en tanto que los bovinos hicieron un uso mayor del forraje en la pastura asociada; y 2) La proteína cruda de hojas y tallos de la pastura asociada se incrementó considerablemente.

En el mismo orden de ideas, se volvieron a probar los tratamientos anteriores pero con menos tiempo de haber sido introducido la leguminosa, un poco más de un año, llevando a cabo el experimento por cuatro años consecutivos (1998-2001) en dos potreros de 2.5 ha cada uno, donde se alojaron los tratamientos, que fueron de nuevo la grama y el potrero de grama donde se introdujo el *Arachis pintoii* en 1996. Se usó una rotación de 1 día de pastoreo por 20 de recuperación, con una carga animal de 3.2 vacas/ha de febrero a octubre y de 2 vacas/ha el resto del año. Las vacas F1 (Holstein x Cebú) utilizadas parieron entre marzo y julio de cada año y se ordeñaron una vez al día por la mañana (8:00 am). La longitud de la lactancia fue en promedio de 200 días y se secaron cuando su producción de leche vendible se redujo a <3 kg/día o bien hasta la última semana de enero del año siguiente al parto, esto con el fin de mantener ciclos productivos de un año en la pastura. Las vacas recibieron un kilo de materia seca de melaza al ser ordeñadas. De 1998 al 2000, los becerros amamantaron por ½ hora después del ordeño y de nuevo a las 2:00 pm, en tanto que en 2001 sólo lo hicieron por la mañana. Los becerros no pastaron los potreros experimentales sino uno exclusivo de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y consumieron además 1 kg de concentrado de 13 % de proteína cruda diariamente

hasta el destete. Se registró semanalmente el peso vivo de las crías tanto antes como después de amamantar, para calcular por diferencia el consume diario de leche.

El **Cuadro 6** presenta los resultados de producción de leche vendible (en cubeta), la leche consumida por becerro y su ganancia diaria de peso. De los cuatro años del estudio solo en el año de 1999 hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos a favor de la asociación en producción de leche vendible y ganancia de peso de los becerros, sin existir diferencias ($P > 0.05$) en los demás años. Lo anterior indicó que la introducción de *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pasturas de grama nativa, no pudo mejorar a mediano plazo, el desempeño productivo de las vacas de doble propósito.

Cuadro 6. Efecto de introducir *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pasturas de grama nativa sobre la producción de leche vendible (kg/vaca), corregida por número de lactancias, días en lactancia y rendimiento de leche vendible en la lactancia previa, leche consumida por el becerro del nacimiento al destete (kg/120 días) y ganancia diaria de peso al destete (kg/becerro/día) (Castillo *et al.*, 2005).

Año	Leche vendible			Leche consumida			Ganancia de peso		
	Gramas	Gramas Ap	+	Gramas	Gramas Ap	+	Gramas	Gramas Ap	+
1998	1212	1299		504	432*		0.59	0.51*	
1999	1175	1465*		564	552		0.70	0.74*	
2000	1229	1214		480	468		0.56	0.57	
2001	1356	1336		252	252		0.57	0.54*	

* Diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Producción de carne con especies introducidas

Los experimentos agronómicos no arrojaron diferencias entre accesiones de *Cratylia argentea*, pero si indicaron una alta producción en la época crítica de sequía, por lo que se decidió asociar esta leguminosa arbustiva con *Brachiaria brizantha*, en este caso el cultivar pentaploide denominado Toledo (MG5) del cual la literatura informa un desempeño superior en climas cálido-húmedos.

En el primer ciclo de evaluación comprendido del 6 de enero al 30 de junio de 2011, se emplearon diez becerras por tratamiento siendo estas de la craza F1 (½ Holstein-½ Cebú) con pesos y edades iniciales de 251 kg y 11 meses de edad, respectivamente. La rotación flexible empleada fue de 2-6 días de pastoreo por 20-30 días de recuperación, asignando una carga animal inicial de 2.5 UA/ha; se emplearon 5 vaquillas fijas para estimar la ganancia de peso individual y las demás fueron volantes.

Los resultados obtenidos fueron informados por González *et al.* (2012) y se describen a continuación. Las ganancias de peso fueron significativamente ($P < 0.05$) superiores en la asociación con 0.839 kg/animal/día, en comparación con el Toledo en monocultivo con sólo 0.580 kg/animal/día. Proyectando estas ganancias a un año de pastoreo, podrían lograrse alrededor de 1098 kg de carne/ha en la pastura asociada. La biomasa aérea presente antes del pastoreo de la asociación superó ($P < 0.05$) al Toledo solo (1922 vs 770 kg/ha de MS), tendencia que se mantuvo también con la biomasa aérea presente después del pastoreo (734 vs 413 kg/ha de MS). El contenido de proteína cruda de *Cratylia argentea* (22.0 %) superó al del Toledo solo o asociado (8.7 %). En esta etapa, se concluyó que la asociación era una opción viable para incrementar la producción animal.

El segundo ciclo de evaluación se llevó a cabo de enero a mayo de 2012 (Camacho, 2012), empleando becerras del mismo genotipo pero menos pesadas (165 kg) y de menor edad (8 meses), asignando ocho por tratamiento para un carga animal inicial de 1.7 UA/ha, bajo una rotación fija de 4 días de pastoreo por 20 días de recuperación. Las becerras que pastaron la asociación Toledo-*Cratylia* mostraron valores superiores de ganancia de peso (0.468 kg/animal/día) en comparación con el Toledo en monocultivo (0.121 kg/animal/día), lo cual se reflejó en el peso vivo al final del ciclo (239 vs 186 kg). La biomasa aérea presente antes del pastoreo presentó un rango de 2806-4512 kg MS/ha para la asociación y 550-1474 kg MS/ha para el Toledo solo. Las concentraciones más altas en proteína fueron también para la asociación (15 %) en comparación con el Toledo solo (7 %). Al final de este ciclo se concluyó que la asociación gramínea- leguminosa produjo mayores ganancias de peso que el monocultivo, debido a una mayor oferta de forraje y de mejor calidad,

aún en la temporada crítica (sequías- invierno); por lo que se considera que asociar *Cratylia argentea* con gramíneas de porte y crecimiento similar al del Toledo, es una alternativa promisorio para resolver la baja producción y productividad en las épocas críticas en el trópico veracruzano.

Producción de leche con la asociación *Cratylia argentea/Brachiaria brizantha* cv. Toledo

La primera parte de este experimento se llevó a cabo de agosto 28 a noviembre 28 de 2012 (92 días), y los resultados fueron publicados por Garrido et al. (2014). Se emplearon ocho vacas F1 (Holstein x Cebú), asignadas a dos tratamientos T1, asociación de *Cratylia argentea* con *Brachiaria brizantha* (Insurgente), y T2, *B. brizantha* como testigo. Cada tratamiento contó con un potrero de 1.6 ha por lo que la carga animal asignada fue de 2.5 vacas/ha. El peso inicial promedio fue de 516 ± 91 y 527 ± 82 kg/vaca y la producción de leche inicial fue 8.7 ± 3.0 y 6.2 ± 1.8 kg/vaca/día para T1 y T2, respectivamente. Las vacas iniciaron el experimento cuando tenían aproximadamente 60 días e lactancia, y se ordeñaron una vez al día, sin el apoyo del becerro, por lo cual, recibieron una dosis diaria de 20 UI de oxitocina, para propiciar la bajada de la leche. Asimismo, recibieron durante el ordeño aproximadamente un kilo de concentrado lechero (88 % de MS, 16 % de PC). Las vacas entraron al empadre de verano-otoño entre agosto y octubre, y se inseminaron artificialmente según fueron presentando calor. Las vacas caminaron diariamente del área experimental a las instalaciones de la ordeña 2.6 km. La producción diaria de leche se registró en los vasos medidores de cada plaza de la ordeñadora mecánica tipo Ruakura. El peso vivo promedio de las vacas fue similar entre la asociación (T1, *C. argentea/B. brizantha*) y el testigo (T2, *B. brizantha*) siendo éste de 502 ± 52 y 520 ± 30 kg/vaca, respectivamente. Asimismo, la producción de leche vendible fue estadísticamente igual ($P>0.05$) entre tratamientos con 7.0 ± 0.9 y 7.8 ± 0.8 kg/vaca/día para T1 y T2, respectivamente.

El **Cuadro 7** presenta la composición botánica de la parte herbácea de los dos tratamientos, en el cual se observa que no hubo diferencias entre tratamientos en la proporción de estrato herbáceo, así como tampoco hubo diferencias notables entre

periodos experimentales o bien, si la evaluación de la composición botánica se realizaba antes o después de ser pastada la división.

Cuadro 7. Composición botánica (%) de las praderas en los tratamientos T1 (*C. argentea*/Estrato herbáceo) y T2 (Estrato herbáceo). El pastoreo fue rotacional con 5 días de pastoreo y 25 días de recuperación, y una carga animal asignada de 2.5 vacas F1 (Holstein x Cebú) con un peso vivo promedio de 511±42 kg, que estaban entre los 60 y 90 días de lactancia.

Efectos Experimentales	Componentes botánicos (%)			
	Estrato herbáceo	Maleza hoja ancha	Maleza hoja angosta	Leguminosas nativas
Tratamiento				
T1, <i>C. argentea</i> /Estrato herbáceo	79.3	14.9	5.5	0.2
T2, Estrato herbáceo	78.4	15.1	4.9	1.8
Periodo				
1 (01-30 días)	79.9	15.7	3.9	0.5
2 (31-60 días)	81.0	14.2	4.1	0.7
3 (61-90 días)	76.0	15.4	7.8	0.8
Situación de pastoreo				
Antes	78.6	13.5	6.6	1.2
Después	79.3	16.7	3.9	0.2

Bajo las condiciones ambientales y de manejo en que el experimento se realizó, se concluyó que la asociación de un estrato herbáceo de gramíneas con la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* no mejoró la producción de leche de las vacas que la pastaron. Esta investigación indicó la necesidad de emplear técnicas que permitan estimar el consumo de la leguminosa y así verificar su utilidad para la producción de leche en sistemas silvopastoriles. Se sugiere que dos indicadores útiles podrían ser el contenido de nitrógeno en heces en combinación con la concentración de urea en suero sanguíneo. Finalmente, se recomendó continuar con la evaluación de esta asociación de estrato herbáceo de gramíneas con la leguminosa *Cratylia argentea* como estrato arbustivo.

La segunda fase experimental se realizó entre el 30 de marzo y el 27 de junio de 2015 (90 días). Se utilizaron 12 vacas F1, con promedios iniciales de peso vivo (PV) de 500±50 kg, más de 3 partos, 90 días de lactancia y producción de leche de 8.5 kg/vaca/día. Los animales se asignaron a 4 grupos que se alojaron en 4 potreros

experimentales (1.6 ha cada uno), correspondientes a las 4 combinaciones de 2 tratamientos con 2 repeticiones. La carga animal fue de 2.5 vacas/ha, el pastoreo fue rotacional (5 días ocupación - 25 de recuperación). Los tratamientos fueron: T1) Asociación y T2) gramínea sola. Hubo 3 periodos de evaluación, cada uno de 25 días iniciales de adaptación al tratamiento y 5 días finales de muestreo, para un total de 30 días por periodo. Dos grupos de vacas recibieron la secuencia de tratamientos T1-T2-T2 y los otros, T2-T1-T1 en los periodos 1, 2 y 3, respectivamente. El peso vivo (PV), condición corporal (CC) y producción láctea (PL), fueron iguales ($P>0.05$) en ambos tratamientos (T1 – T2), con promedios respectivos de: PV, 535 ± 74 y 540 ± 87 kg/vaca; CC, 3.4 ± 0.5 y 3.6 ± 0.3 y PL, 6.4 ± 1.4 y 6.2 ± 1.4 kg/vaca/d. La calidad de leche fue similar entre tratamientos con promedios para T1 y T2 de: acidez (pH), 6.8 ± 0.1 y 6.7 ± 0.1 ; grasa, 5.1 ± 0.9 % y 5.3 ± 0.7 %; proteína, 2.7 ± 0.2 % y 2.6 ± 0.2 %; y sólidos totales, 12.2 ± 1.3 % y 12.3 ± 1.0 %. La calidad nutricia de los forrajes (% de la MS) fue también similar entre tratamientos ($P>0.05$) en la gramínea, con medias correspondientes para T1 (gramínea asociada) y T2 (gramínea sola): MS, 25.5 ± 4 % y 27.9 ± 4.4 %; proteína cruda, 8.1 ± 1.8 % y 8.0 ± 1.4 %; digestibilidad, 72.8 ± 4.8 % y 71.8 ± 4.5 %. La leguminosa presentó un 30 ± 3.2 % de materia seca y 21.5 ± 1.3 % de proteína cruda, siendo mayor a comparación de las gramíneas y su digestibilidad fue menor, 63.4 ± 4.0 %. Dado que la asociación no incrementó la producción láctea individual, se infiere que la leguminosa contribuyó en grado reducido a mejorar la dieta, debido a su bajo consumo por las vacas, el cual pudo deberse a la presencia de compuestos anti nutricionales como los taninos debido a la temprana edad a la que se pastoreó la leguminosa.

Efecto de la carga animal sobre el pastizal y la producción de leche

Jarillo et al. (2015) evaluaron el efecto de la carga animal sobre la cantidad de forraje existente en el pastizal, así como su composición de especies forrajeras expresada en porcentaje, la proporción de suelo descubierto de un pastizal en que predominaron las especies nativas, así como también el peso vivo, la condición corporal y la producción de leche por vaca, durante las épocas de lluvias, nortes y secas de 2006 y 2007.

En ese estudio las cargas animales aplicadas fueron 2, 3 y 4 vacas/ha. Cada carga contó con 10 divisiones de 0.25, 0.33 y 0.5 ha cada una, pastadas en rotación con 3 días de pastoreo por 27 de recuperación. Se seleccionaron dos de las diez divisiones para efectuar las mediciones. Los componentes evaluados fueron las gramíneas nativas: Carpeta (*Axonopus compressus*), Remolino (*Paspalum notatum*), gramíneas introducidas, malezas de hoja ancha y angosta, y leguminosas.

El **Cuadro 8** presenta las variables medidas, asignadas o ambas cosas, en cada carga animal aplicada a los potreros de gramíneas nativas e introducidas. De tales variables las más importantes son las que relacionan al peso vivo (PV, kg) del animal con la cantidad de forraje ofrecido (MS, kg) y aquel aparentemente consumido. Así, se halló que la oferta de forraje disminuyó al aumentar la carga animal, con 16.0, 12.8 y 11.3 kg MS/100 kg PV para las cargas animal de 2, 3, y 4 vacas/ha/día. Los consumos aparentes respectivos disminuyeron considerablemente a 3.65, 3.67 y 2.98 kg MS/100 kg PV.

Los consumos indicados son superiores a los de investigaciones anteriores que promediaron 2.5 kg MS/100 kg PV, y se deben a que se calcularon con el total de MS presente en el potrero y no con la proporción comestible de la pradera, que generalmente es la materia seca-verde. Además, los porcentajes de uso estimados fueron bajos, de entre 23 % y 29 %.

La producción de leche por lactancia se ajustó a 230 días en las tres cargas, lo cual cambió ligeramente las producciones individuales sin ajustar de 7.8, 8.6 y 8.0 kg/vaca/día a 8.1, 8.5, y 8.1 para los datos ajustados en las cargas animal de 2, 3 y 4 vacas/ha. La producción láctea por hectárea por año, aumentó al aumentar la carga animal; el aumento fue de 2139 kg/ha al pasar la carga animal de 2 a 3 vacas/ha y de 1567 kg/ha al pasar de 3 a 4 vacas/ha (**Figura 4**). Esta información sugiere que la capacidad de carga puede ser aún mayor, ya que el consumo aparente estimado, no se redujo al aumentar la carga y consecuentemente la producción individual diaria de leche se mantuvo estable a lo largo de los niveles de carga animal. Los resultados sugieren entonces, que los potreros compuestos por mezclas de gramíneas nativas e

introducidas tienen un potencial de producción láctea mayor al tradicionalmente estimado en encuestas aplicadas a unidades productivas de doble propósito.

Cuadro 8. Mediciones efectuadas en el experimento de efecto de la carga animal sobre variables productivas del pastizal y de los animales que pastaron. La producción de leche se ajustó a 230 días de longitud de la lactancia.

Mediciones	Carga animal (vacas/ha)		
	2	3	4
Ha/carga animal	5	3.33	2.5
Número de divisiones	10	10	10
Ha/división	0.5000	0.3333	0.2500
Días de pastoreo/división	3	3	3
Días de recuperación/división	27	27	27
Vacas/carga animal	10	10	10
Carga animal instantánea/ha	20	30	40
Kg PV/vaca	541	531	501
Kg PV/división/día	5410	5310	5010
Kg PV/ha	1082	1593	2004
Kg MS/división/día	867±332	680±389	565±285
Kg MS/división/3 días	2601±995	2039±1177	1693±855
Kg MS/kg PV/día	0.1603	0.1281	0.1128
Kg MS/kg PV/3 días	0.1603	0.1280	0.1126
% de uso de la MS	22.78±7.43	28.62±8.53	26.40±8.31
Kg MS aparentemente consumida/kg PV	0.0365	0.0367	0.0298
Kg MS aparentemente consumida/100 kg PV	3.65	3.67	2.98
Kg MS aparentemente consumida /vaca/día	19.747	19.488	14.930
Días naturales de lactancia (ddl)	250±109	205±66	236±86
Kg leche/vaca/día natural	7.8±2.1	8.6±2.7	8.0±2.9
Kg de leche/lactancia sin ajustar	1950±1130	1763±682	1888±851
Kg de leche/ha sin ajustar	3900±2260	5289±2046	7552±3404
Kg leche/vaca/día ajustada a 230 ddl	8.1±2.2	8.5±2.7	8.1±2.9
Kg leche/lactancia ajustada a 230 ddl	1863±1080	1955±756	1863±840
Kg leche/ha ajustada a 230 ddl	3726±2160	5865±2268	7432±3360

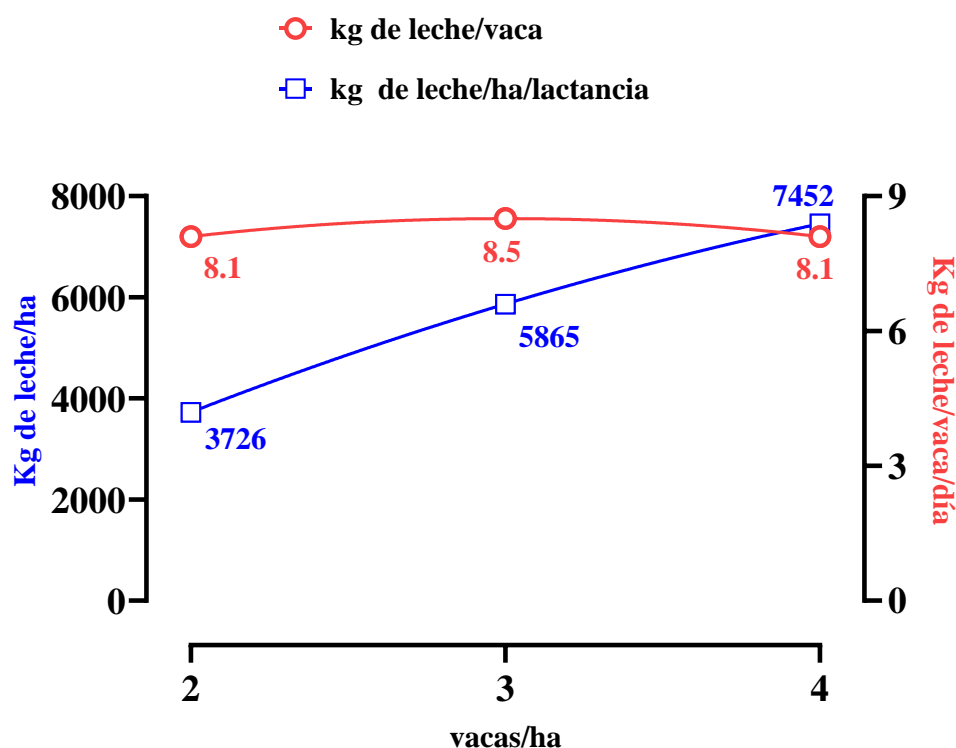


Figura 4. Efecto de la carga animal (2, 3, y 4 vacas/ha) sobre la producción de leche por vaca y por hectárea de un pastizal de gramas nativas mezcladas con gramíneas introducidas, en el Clarín de la UNAM. Los datos son promedios que corresponden a los años 2005-2006 y 2006-2007 y comprenden dos ciclos de pastoreo de 30 días cada uno, por época del año (lluvias, nortes y secas).

Implicaciones

Los trabajos de investigación presentados representan el esfuerzo de 40 años en el CEIEGT identificando aquellas especies forrajeras, gramíneas y leguminosas, que mejor se adapten al contexto socioeconómico de la ganadería de la región tropical. Esto causó que se le diera prioridad al estudio de las gramas nativas como fuente de nutrimentos más económica para la ganadería regional, lo cual ha apartado al Centro de la línea tradicional de buscar respuestas en gramíneas introducidas, que generalmente requieren de fertilización química para sostener su producción y productividad a través de los años, lo cual las hace inaccesibles para la mayoría de los ganaderos.

Lo anterior hace necesario encauzar esfuerzos inter e intra institucionales para estudiar más a fondo el germoplasma forrajero nativo, que es variado, así como para abordar la generación de nuevo germoplasma a partir de especies nativas e introducidas mediante programas de mejoramiento genético.

Tal es el caso del proyecto “Producción y evaluación de híbridos apomícticos (*Brachiaria ruzizensis* x *Brachiaria brizantha*) para el trópico mexicano” en el que participan investigadores de INIFAP, Colegio de Postgraduados y el CEIEGT, cuyo objetivo principal es: “Ampliar la base genética mediante cruza interespecíficas del especies de *Brachiaria ruzizensis* (hembra) por *B. brizantha* y *B. decumbens*, como fuentes de variabilidad genética, para la evaluación bajo diferentes condiciones” y cuya sede y coordinación reside en el CEIEGT (Jarillo *et al.*, 2011).

Este tipo de esfuerzos, y similares, generará germoplasma altamente variable para seleccionar aquellos mejor adaptados a las condiciones ambientales y de manejo de la ganadería tropical de nuestro país, lo cual servirá también para fortalecer los lazos de trabajo y la interacción entre los investigadores forrajeros de México que redundará en beneficios a la producción ganadera de doble propósito.

Literatura citada

- Camacho CE. Efecto de *Cratylia argentea* asociada a *Brachiaria brizantha* -Toledo sobre ganancias de peso en becerras Holstein x Cebú bajo condiciones de pastoreo en el trópico húmedo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. 54 págs. 2012.
- Castillo GE, Jarillo RJ, Ocaña ZE, Marín MJB, Mannetje L't, Aluja SA. Performance of dual-purpose cows on a native pasture-*Arachis pintoi* association in the humid tropics of Mexico. Proceedings of the XX International Grassland Congress 2005. Pp 345. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands (2005).
- Castillo GE, Valles MB, Mannetje L 't, Aluja SA. Efecto de introducir *Arachis pintoi* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. Técnica Pecuaria en México 2005;43(2):287-295.

- Fernández RJA, Lucía SRG, Valles MB. Producción de carne en pasturas nativas y mejoradas en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 1993;15(1):30-33.
- Fernández RJA, Avilés RR, Livas CF, Jara SLC. Evaluación de pasto estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) y *Brachiaria* (*Brachiaria radicans*) en la producción de carne bovina en el trópico húmedo. *Veterinaria México* 1993;24(2):139-143.
- Fernández TL, Castillo GE, Ocaña ZE, Valles MB, Jarillo RJ. Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pastoreo rotacional intensivo. *Técnica Pecuaria en México* 2006;44(3):365-378.
- González AM, Valles MB, Alonso DMA, Ocaña ZE, Castillo GE, Jarillo RJ. Evaluation of *Cratylia argentea* associated to *Brachiaria brizantha* – Toledograss for weight gains in heifers. Proceedings of the XXVI World Buiatrics Congress 2012. Pp 252. *Revista Portuguesa de Buiatria-Edição Especial*, Lisbon, Portugal (2012).
- Hernández VT, Valles MB, Castillo GE. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 1990;12(3):29-33.
- Jarillo RJ, Quero CAR, Enríquez QJF, Castillo GE, Valles MB, Ocaña ZE. Producción y evaluación de híbridos apomícticos (*Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria brizantha*) para el trópico mexicano. Proyecto PAPIIT IT201412. Convocatoria 2012, periodo 2012-2014. PAPIIT, DGAPA, FMVZ, UNAM. Circulación Privada. (2011).
- Valles MB, Lucía SRG, Fernández RJA. Producción de gramíneas tropicales en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 1987;9(1):32-33.
- Valles MB, Castillo GE, Ocaña ZE, Jarillo RJ. Effect of cutting age and season upon forage yield and quality of *Cratylia argentea* in northern State of Veracruz, Mexico. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2013; (Sometido para su publicación).

Etapas productivas del cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp.)

Martha Salazar-Ulloa
Germán Muñoz-Córdova

Introducción

El Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ UNAM se encuentra ubicado en el Estado de Veracruz, zona tropical con abundantes recursos acuícolas, y con importancia social y económica en el ámbito agropecuario nacional y mundial. Por tal motivo, desde su creación el CEIEGT implementó un módulo destinado a la producción de peces, lo que permitió ejecutar acciones académicas que contribuyeran a difundir y a mejorar los sistemas de producción acuícola en la región y en México.

En el CEIEGT el área destinada a la acuicultura lleva como nombre de Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola (MEIA), cuyo objetivo primordial es contribuir al mejoramiento de la productividad de especies acuícolas tropicales, mediante: a) la generación de recursos humanos capaces de implementar y desarrollar sistemas de producción acuícola en el trópico, b) la realización de investigación aplicada en diferentes rubros relacionados a la cadena productiva de especies acuícolas tropicales, y c) la difusión y validación de las tecnologías generadas. El MEIA cuenta con un programa de producción intensiva de tilapia, nombre dado a un grupo de peces tropicales que son considerados de los más importantes en el ámbito de la acuicultura nacional y mundial.

A lo largo de más de 40 años, y como parte del objetivo de difusión y validación de tecnologías, el MEIA ha atendido a una gran cantidad de personas dedicadas a la producción acuícola que acuden por asesoría y capacitación; se ha estimado que cada año de quienes se acercan, 60 % lo hace por primera vez y 40 % ya han establecido una relación con el módulo, generalmente por la adquisición de crías para engorda. La relación establecida con los productores ha permitido el intercambio de experiencias que han contribuido al enriquecimiento mutuo entre productores y personal académico del MEIA. Agradecemos a todos los productores la confianza que nos han brindado durante todos estos años, y los invitamos a que sigan visitándonos y continuemos aprendiendo juntos.

En esta participación de la memoria del 30° Día del Ganadero, compartiremos nuestras experiencias en el MEIA sobre la producción de tilapia en sus diferentes etapas del ciclo productivo. Esto con la finalidad que las personas dedicadas a la acuicultura tengan puntos de referencia en sus producciones, y para quienes no estén involucrados en esta actividad, se percaten que la producción de tilapia es una actividad que pudiese ser integrada e implementada en sus sistemas agropecuarios.

Descripción del Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola

El MEIA cuenta con cuatro grupos genéticos de tilapia: la “Tilapia del Nilo” en sus dos coloraciones, gris (**Figura 1**) y rosa (**Figura 2**), la “Tilapia Rocky Mountain” (**Figura 3**) de color plata, y la tilapia roja “Pargo-UNAM” (**Figura 4**) la cual fue generada en el MEIA mediante un sistema de cruzamiento y selección genética. De estas tilapias, el MEIA ofrece para su venta: crías invertidas sexualmente (solo machos), pie de cría y pescado para consumo, generalmente de la Tilapia del Nilo (gris) y de la tilapia roja Pargo-UNAM.



Figura 1. Tilapia gris del Nilo



Figura 2. Tilapia rosa del Nilo



Figura 3. Tilapia Rocky Mountain



Figura 4. Pargo-UNAM

El MEIA se basa en un sistema de producción intensivo y es una unidad de producción de ciclo completo (**Figura 5**), es decir, cuenta con todas las etapas de cultivo:

- Reproducción
- Incubación
- Crianza (pie de cría y cría invertida sexualmente)
- Pre-engorda
- Engorda



Figura 5. Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola del CEIEGT.

Reproducción e incubación

La temperatura óptima para la reproducción de las tilapias ocurre cuando la temperatura se encuentra en un rango de 28 a 32 ° C, que en la región es entre los meses de marzo a octubre. Cuando la temperatura baja del rango, es muy probable que se tenga un incremento en la mortandad de huevo, por ello, es preferible reproducirlos cuando las condiciones de temperatura son las ideales.

Para la reproducción, el MEIA cuenta con seis estanques de concreto de 2 m de ancho por 10 m de largo con una profundidad promedio de 1 m (**Figura 6**).



Figura 6. Estanques de reproducción del MEIA.

Las hembras de la tilapia gris del Nilo y de Pargo-UNAM pueden empezar a reproducirse en condiciones naturales a una edad entre 3 y 4 meses con un peso entre 40 a 60 g, sin embargo, bajo medios de cultivo se recomienda poner a reproducir a las hembras cuando tienen un peso entre 200 a 300 g, para facilitar su manejo zootécnico, mientras que en el caso de los machos el peso recomendable para la reproducción es de los 300 a 400 g.

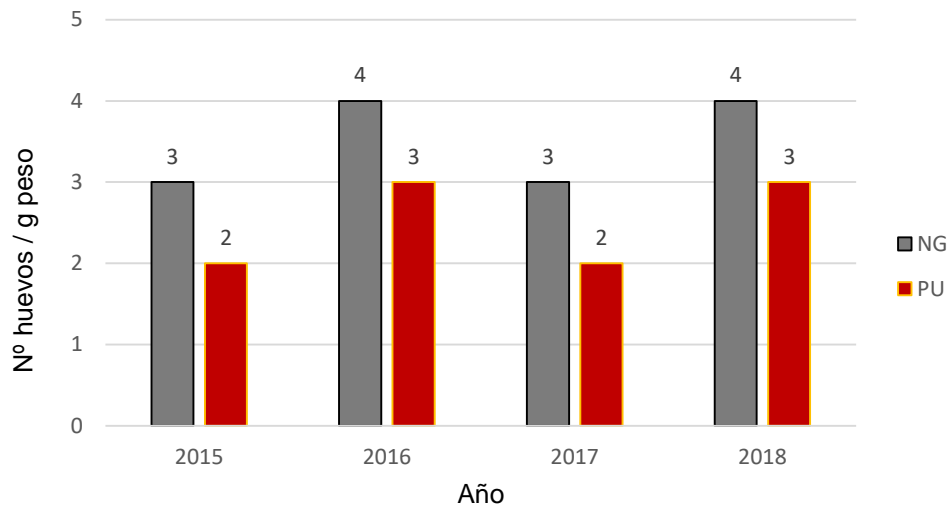


Figura 7. Número de huevos por gramo de peso de hembras de tilapia gris del Nilo y Pargo-UNAM. (Bitácoras MEIA, 2015-2018).

Cada hembra de tilapia desova entre 2 y 4 huevos por cada gramo de peso (**Figura 7**), por esta razón se le considera un pez prolífico y precoz. Por esta característica es muy importante mantener separados machos de hembras para evitar que la reproducción se descontrola en los estanques de pre-engorda y engorda. Otra característica de estos peces es que su incubación es bucal (**Figura 8**), y el huevo pasará 5 días en la boca de la madre hasta su eclosión y absorción de saco vitelino que ocurre en dos a tres días más.



Figura 8. Incubación de huevo Pargo-UNAM (izquierda) y Tilapia gris del Nilo (derecha).

En los estanques de reproducción se colocan los reproductores en una proporción macho: hembra de 1:1 cuando el fin zootécnico es pie de cría y una relación 1:3 cuando el fin zootécnico es inversión sexual. En el MEIA la incubación de huevo se hace en incubadoras de tipo McDonald (**Figura 9**) y este se cosecha a los 7 días de haber puesto a reproducir a los peces.

Una guía para saber en qué momento colectar el huevo es contar los días para saber en qué etapa se encuentra la reproducción (**Cuadro 1**). Posterior a la absorción de saco vitelino, las crías están listas para pasar a las Áreas de Crianza.



Figura 9. Incubadora tipo McDonald.

Cuadro 1. Etapas de desarrollo de la reproducción de tilapia en estanques.

	Día	Etapas de desarrollo
E S T A N Q U E S	1	Adaptación, reconocimiento del espacio
	2	El macho hace los nidos (30 cm radio)
	3	Cortejo y fertilización
	4	Inicia el periodo de incubación (día 1)
	5	Incubación (día 2)
	6	Incubación (día 3)
	7	Revisión cavidad bucal de las hembras y extracción de huevo Traslado de huevo a incubadoras
I N C U B A D O R A	8	Incubación (día 5) Eclosión
	9	Absorción saco vitelino
	10	Absorción saco vitelino
	11	Absorción saco vitelino
	12	Traslado a las Áreas de Crianza

Área de crianza para la obtención de pie de cría

Una vez que los alevines absorbieron saco vitelino se pasan a Áreas de Crianza en donde inmediatamente se les comienza a alimentar para evitar canibalismo (**Figura 10**).



Figura 10. Área de Crianza del MEIA.

Las Áreas de Crianza cuentan con tinas de plástico con una capacidad de 1 m³ y están equipadas con entrada de agua permanente (recirculación de agua) y con una piedra de aireación que permite oxigenar el agua. En cada tina se colocan entre 2500 a 3000 crías y se van dividiendo conforme el peso va aumentando para así ajustar la densidad de siembra y permitir que el oxígeno se mantenga óptimo (4 a 7 mg/ L) para los peces.

En esta etapa la cría entra con un peso de 10 mg (**Figura 11**) y finaliza cuando los peces alcanzan un peso de 10 g (**Figura 12**). Posteriormente estos peces son pre-seleccionados por talla, color, sin malformaciones y son trasladados a las Áreas de pre-engorda de juveniles para pie de cría.



Figura 11. Cría Pargo-UNAM de 10 mg.



Figura 12. Juvenil Pargo-UNAM de 10 g.

Área de pre-engorda para pie de cría

Los peces de 10 g que cumplen con los requisitos de color, peso y sin malformaciones, pasan al Área de pre-engorda de juveniles para pie de cría (**Figura 13**) y se espera a que lleguen a un peso entre 60 a 100 g para poder separarlos por sexo (**Figura 14**) y así evitar una reproducción descontrolada.

Esta área está equipada con piedras aireadoras para mantener el oxígeno óptimo para los peces y los estanques se lavan cada semana para retirar desechos orgánicos (alimento, heces, etc.) y evitar que se acumulen los compuestos nitrogenados: amonio, nitritos y nitratos.



Figura 13. Estanques para pre-engorda de juveniles (pie de cría) del MEIA.

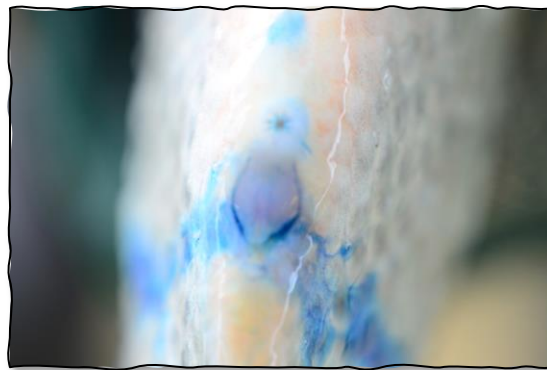
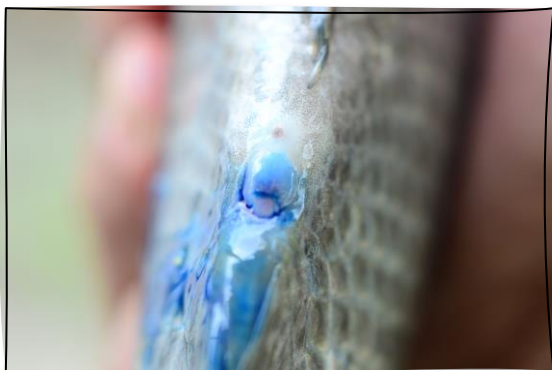


Figura 14. Papila genital de una hembra de tilapia gris del Nilo (izquierda) y de un macho de Pargo-UNAM (derecha), con tinción azul de metileno.

En esta etapa se realiza una segunda selección, se buscan los requisitos mencionados, además se agrega la característica de observar que las hembras expulsan huevo y que el macho expulse semen, para lograr esto, se realiza un masaje ventral y a nivel de gónadas. Después de esta última selección, se espera a que los peces lleguen a un peso entre 200 a 300 g (**Figura 15**) para transferirlos a los estanques de reproducción.



Figura 15. Reproductor de Pargo-UNAM (izquierda) y de tilapia gris del Nilo (derecha).

Área de crianza para inversión sexual

La cría que es generada en sala de incubación y alevinaje que tiene como fin zootécnico la inversión sexual, es trasferida al Área de Crianza de inversión la cual tiene las mismas características que el Área de Crianza para pie de cría.

A las crías que son confinadas en esta área se les ofrece un alimento molido con 50 % de PC el cual contiene la hormona 17 alfa metil testosterona, y se ofrece 11 veces al día cada hora durante 30 días, esto con la finalidad de asegurar un alto porcentaje de machos (> 95 %), una vez finalizado este periodo se retira el alimento con hormona y se suministra un alimento molido con 45 % de PC (sin hormona) y se baja la ración a 6 veces al día; es importante mencionar que el alimento con hormona solo se suministra el primer mes de vida de los peces, posteriormente no se les vuelve a ofrecer.

Esta etapa inicia cuando la cría tiene un peso de 10 mg y termina al mes, cuando los peces tienen un peso promedio de 0.5 a 1 g (**Figura 16**), posteriormente se toman muestras de crías para evaluar su estado sanitario, se pasan por cribas de

diferentes tamaños para separar tallas y posteriormente son vendidos a los productores que se dedican solo a la pre-engorda y posterior engorda de estos peces.



Figura 16. Cría de tilapia gris del Nilo y Pargo-UNAM de 1 g al término del proceso de inversión sexual.

Anualmente el MEIA produce alrededor de 250 mil crías. De esta cría, 70 % permanece en el Estado de Veracruz, 26 % se traslada al Estado de Puebla, y 4 % se transportan hacia estados como Oaxaca, Michoacán, CDMX, entre otros.

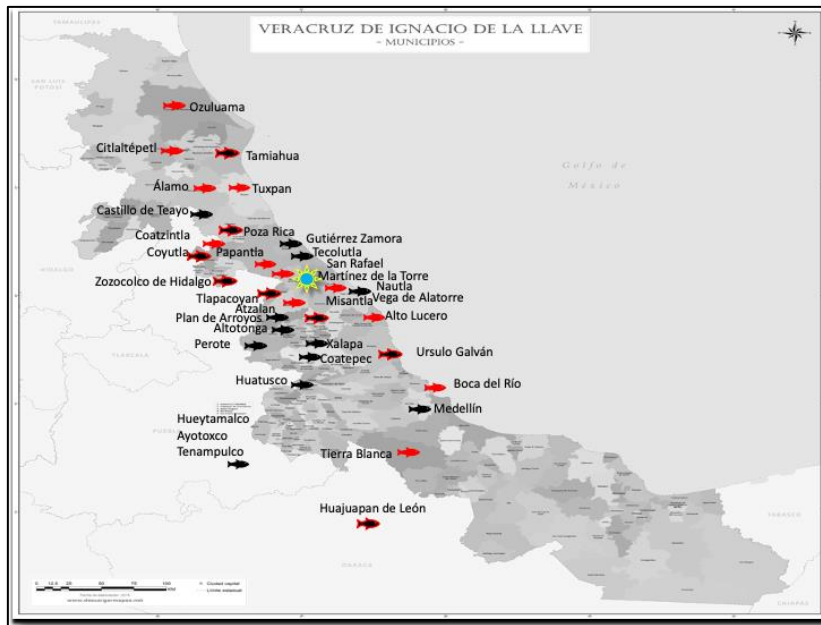


Figura 17. Mapa del Estado de Veracruz mostrando la ubicación de la cría producida en el MEIA.

En la **Figura 17** se puede observar el destino de la cría que se vende en el MEIA, en el mapa del Estado de Veracruz se indica la ubicación de la cría que fue adquirida del módulo: peces rojos significa que esa granja produce Pargo-UNAM, mientras que los peces negros representan granjas que producen tilapia gris del Nilo.

Área de pre engorda (peces solo machos)

En esta área se colocan los peces que su fin zootécnico es la pre-engorda. Aquí ingresan los peces con 1 g de peso y finalizan cuando llegan al peso de 60 a 80 g. Al finalizar la pre-engorda, los peces se separan por tamaño (**Figura 18**) y se revisa si hay cría en los estanques. Es importante mencionar que la inversión sexual no es cien por ciento segura siendo probable que en algunos estanques aparezcan hembras. Por ello, al finalizar la pre-engorda se revisan los peces y en caso de observar crías, estas se retiran del estanque y se sexan los peces, para sacar a las hembras del cultivo y colocarlas aparte y que continúen su desarrollo.



Figura 18. Separación por tamaño: arriba pez de 60 g y abajo pez de 20 g.

La densidad de siembra en esta etapa depende del tipo de aireación que se tenga, es decir, un estanque que no está equipado con sistema de aireación o entrada de agua, solo se pueden sembrar 4 peces por cada metro cúbico, y una vez que lleguen al peso de entre 60 a 80 g se hace necesario dividir a los peces y cambiarlos a otro estanque. En caso de no contar con más estanques se tiene que

proyectar el peso a la talla comercial de 300 g, y en este caso solo se podría sembrar un pez por cada metro cúbico.

Para esta etapa en el MEIA usamos estanques circulares de geomembrana de 6 m de diámetro (**Figura 19**). Los cambios de agua se realizan cada 10 días, ya que pocos peces generan pocos desechos, sin embargo, se deben medir las concentraciones de oxígeno y compuestos nitrogenados para evitar una intoxicación o falta de oxígeno. Si los estanques están equipados con sistema de aireación (aireación de paleta), entonces la densidad de siembra aumenta y podemos sembrar hasta 150 peces por cada m^3 y una vez alcanzado el peso para esta etapa se separan y transfieren a estanques más grandes.



Figura 19. Estanque circular de geomembrana de 6 m diámetro ($28 m^3$).

Área de engorda (peces solo machos)

Esta etapa inicia con peces de 60 a 80 g de peso y finaliza cuando los peces llegan a una talla comercial de entre 300 a 450 g. El MEIA cuenta con estanques circulares de geomembrana de 9 y 12 m de diámetro (**Figura 20**) y la densidad de siembra cambia dependiendo del tipo de aireación que se tenga. Por ejemplo estanques sin equipo de aireación y sin entrada de agua, se puede colocar 1 pez por cada metro cúbico, y una vez que llegan a la talla comercial de 300 g se cosechan y se oferta al público, en estos estanques el cambio de agua se hace cada 10 días, esto debido a la cantidad de peces, pocos peces generan pocos desechos; sin embargo, es

importante medir las variables fisicoquímicas del agua cada semana para asegurar que el cultivo se encuentra en óptimas condiciones.



Figura 20. Área de pre-engorda y engorda del MEIA.

En estanques que cuentan con aireadores de paleta o de flujo vertical, la densidad de siembra aumenta (**Figura 21**), y en estos podemos colocar 25 peces por cada metro cúbico, estos peces se cosechan cuando alcanzan un peso de 400 a 450 g, debemos tomar en cuenta que con esta densidad de siembra los desechos de los peces aumentan considerablemente, por lo tanto, los cambios de agua se deben realizar cada semana para evitar una intoxicación por amoníaco o nitritos, las variables fisicoquímicas del agua deberán monitorearse cada semana para asegurar niveles adecuados para la especie y es importante mantener encendido el equipo de aireación.

Es importante que al menos cada mes se realicen registros del peso de los peces y así poder ajustar la cantidad de alimento a ofrecer y conocer el ritmo de crecimiento de los peces (**Figura 22**), el cultivo de tilapia se finaliza en un tiempo de 7 meses para tener animales de talla comercial, debemos recordar que el ritmo de crecimiento está dado en parte por la temperatura del agua, en época de invierno ($< 22^{\circ} \text{C}$) los peces retrasan su ritmo de crecimiento, mientras que en primavera - verano el crecimiento es más constante ($> 28^{\circ} \text{C}$).



Figura 21. Engorda de un cultivo de Pargo-UNAM.

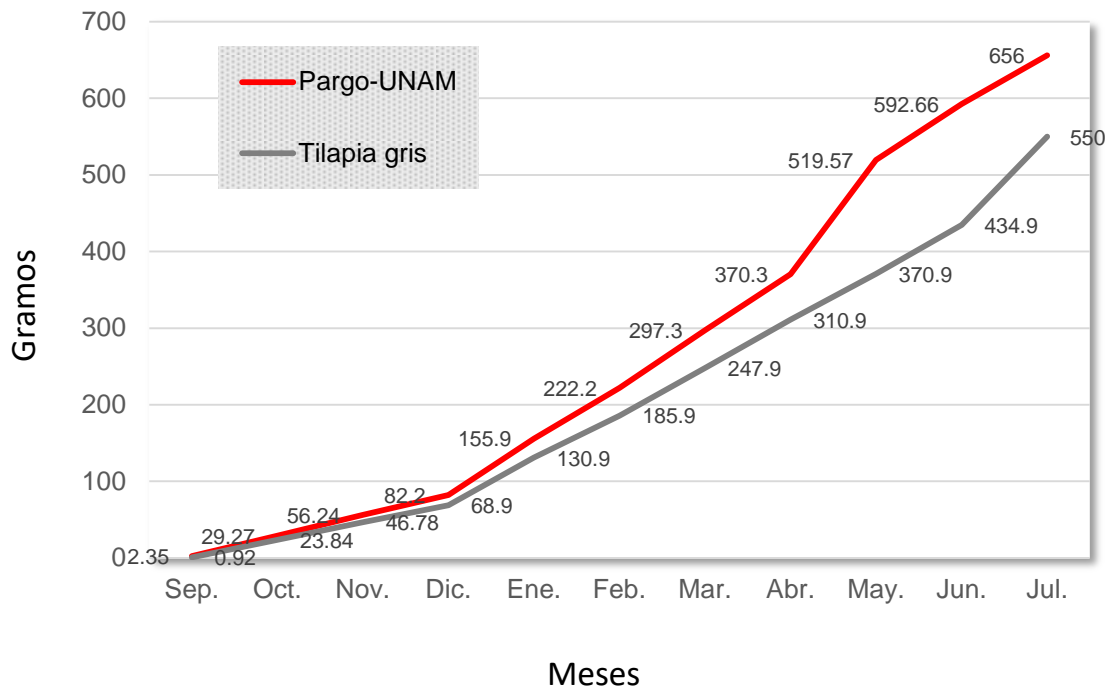


Figura 22. Ritmo de crecimiento de tilapia durante 11 meses de cultivo.

Alimentación

Para la obtención de pie de cría:

- En la etapa de crianza se ofrece un alimento molido que contiene 45 % de proteína cruda (PC) y los peces se alimentan aproximadamente 6 veces al día cada dos horas.

- En el Área de Pre-engorda de pie de cría se les ofrece un alimento con el 32 % de PC tres veces al día.

- En el Área de Crianza para inversión sexual a machos se les ofrece a las crías un alimento molido con 50 % de PC, adicionado con la hormona 17 alfa metil testosterona, el cual se ofrece 11 veces al día cada hora durante 30 días.

- En el Área de pre-engorda de solo machos, al inicio se les ofrece a los peces un alimento que contiene 45 % de PC, pero cuando los peces superan los 10 g se les comienza a cambiar poco a poco por un alimento que contiene 32 % de PC, alimentándose 3 veces al día a saciedad aparente

- En la etapa de engorda, el alimento debe contener 32 % de PC y se ofrece 3 veces al día a saciedad aparente y hasta que alcancen el peso comercial.

En todas las etapas se puede ofrecer el alimento a saciedad aparente o bien se puede hacer uso de las tablas de alimentación (**Cuadro 2**)

Cuadro 2. Peso, porcentaje de alimento, ganancia diaria de peso e índice de conversión alimenticia en un cultivo de tilapia.

Peso (g)	Alimento ofrecido en base al % de PV	GDP (g)	ICA
1 – 4	15	0.2	1.1
5	5.5	0.4	1.2
7 – 30	5	0.3 – 1	1.2
40 – 100	4.2	1.2 – 2.4	1.3
120 - 170	3.4	2.8 – 3.1	1.5
180 - 350	2.3	3.2 – 4	1.6
360 – 450	1.7	4.1	1.7

PV = peso vivo de los peces; GDP = ganancia diaria de peso; ICA = índice de conversión alimenticia. Adaptado de American Tilapia ASSN, 1995.

Variables fisicoquímicas del agua

Durante todas las etapas del cultivo, se deben medir las principales variables fisicoquímicas del agua con el objetivo de mantener dichas variables dentro o lo más cercano a los rangos o valores sugeridos para el desarrollo de este tipo de peces (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores y rangos óptimos de las variables fisicoquímicas del agua para el buen desarrollo de las tilapias.

Variables fisicoquímicas del agua	Valores de referencia
Oxígeno (mg/ L)	4 – 7
Temperatura (° C)	28 – 32
Amoniaco (NH ₃) (mg/ L)	< 0.01
Amonio (NH ₄) (mg / L)	< 1
Nitritos (mg / L)	< 3.3
Nitratos (mg / L)	< 100
pH	6.5 - 8

Consideraciones finales

En el ámbito de la acuicultura nacional y mundial, la producción de tilapia ha demostrado ser una actividad de las más productivas y rentables, y lejos de ser una actividad complicada, es una actividad que como cualquier otra en el área agropecuaria, necesita de conocimientos y ciertas habilidades y destrezas para su manejo, por ello es importante que antes de iniciar una producción en el mundo de la acuicultura, se debe obtener asesorías adecuadas y recibir capacitación con profesionales. Esperamos que esta información les sirva de apoyo en sus granjas y los invitamos a visitar nuestras instalaciones en el CEIEGT.

Literatura recomendada

Bitácoras del Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola CEIEGT, 2012 a 2023.
Bolteada-Román T, Salazar-Ulloa M y Muñoz-Córdova G. Efecto de la densidad de siembra sobre el desempeño productivo en la tilapia del Nilo de color gris (*Oreochromis sp*) durante el proceso de inversión sexual. Resúmenes de

trabajos de las 3^{as} Jornadas de Organismos. Cd de México, 2016. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Univ. Nacional Autónoma de México. Cd. de México (2016).

Jiménez M. Desempeño productivo de la tilapia roja: “Pargo-UNAM” y dos líneas grises de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) bajo condiciones de cultivo intensivo (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2015.

Jiménez R. Informe de trabajo profesional en la modalidad de acuacultura tropical (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2016.

Juárez-Miguel CI, Muñoz-Córdova G y Salazar-Ulloa M. Efecto de la 17 α metiltestosterona en la inversión sexual de la población sintética de tilapia roja: Pargo-UNAM. Resúmenes de trabajos de las 3^{as} Jornadas de Organismos. Cd de México, 2016. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Univ. Nal. Autón. de Méx. Cd. de México (2016).

Loreto EF. Informe de trabajo profesional en la modalidad de acuacultura tropical (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2016.

Muñoz-Córdova G. Mejora genética en tilapia mediante sistemas de cruzamiento. Caso Pargo-UNAM. Trabajo en extenso en las Memorias del Segundo Congreso Internacional de Acuacultura 2014. Acapulco, Guerrero, 2014. SENASICA, UNAM Y CONAES. México, DF., (2014).

Muñoz-Córdova G. Pargo-UNAM. Orígenes, Productividad y Manejo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tlapacoyan, Veracruz, México, 2020.

Moreno F. G. 2013. Comparación histológica del desarrollo gonadal de la tilapia roja mejorada Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Robles AA. Informe de trabajo profesional en la modalidad de acuacultura tropical (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2018.

- Rossano AM. Informe de trabajo profesional en la modalidad de acuicultura tropical (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2017.
- Soria-López BV, Muñoz-Córdova G, Rubio-Gutiérrez I, Salazar-Ulloa M. Desempeño reproductivo de machos de la población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Resúmenes de trabajos de las 4^{as} Jornadas de Organismos Acuáticos. Cd. de México, 2017. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Cd. de México, México (2017).
- Ulloa M. Desempeño productivo de cuatro grupos genéticos de tilapia (*Oreochromis* spp) en la zona centro-norte del estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Tlatlauquitepec (Pue), México: Unidad Académica de Ingeniería Hidráulica, Benemérita Univ. Autón. de Pue., 2008
- Villarrue HO. Comparación del desempeño productivo entre las tilapias rojas: Pargo-UNAM y Red Jumbo y la tilapia del Nilo gris o de tipo silvestre, bajo condiciones de cultivo intensivo en la zona centro-norte del estado de Veracruz. (tesis de licenciatura). Cd. de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nal. Autón. de Méx., 2010.
- Vinatea A. 2002. Principios químicos de calidad del agua en acuicultura: Una revisión para peces y camarones. México, D.F: UAM, Unidad Xochimilco.

Importancia de la higiene en el ordeño de vacas: procurando la calidad y seguridad de la leche

Elke von Son-de Fernex
Agustín Fernández-Salas
Miguel Ángel Alonso-Díaz

Introducción

El ordeño de vacas lecheras es una actividad fundamental en la producción de leche, y la aplicación de prácticas adecuadas de higiene es esencial para garantizar la calidad e inocuidad de la misma. Por muchos años, diversos estudios se han enfocado en destacar la importancia de la higiene del ordeño para prevenir la contaminación de la leche con agentes patógenos o químicos. No obstante, dichas prácticas no solo se limitan a la contaminación microbiana de la leche; sino que también se enfocan en la producción de leche segura y de alta calidad, que minimice el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS) y el riesgo de salud pública por zoonosis (enfermedades transmitidas de los animales a las personas) (Kebede, 2018; Jacob, 2011). En este escrito, se resalta la importancia de la higiene en el ordeño y cómo su aplicación rigurosa contribuye a la producción de leche segura y de alta calidad.

La higiene en el ordeño se refiere a un conjunto de prácticas y técnicas que nos permiten controlar todos aquellos factores que ponen en riesgo la calidad e inocuidad del producto final como leche, quesos, yogurt, crema, etc. La higiene es un concepto amplio y multifactorial, por lo cual es importante considerar todos los elementos que pueden influir en alcanzar el objetivo final, como son: el entorno, el equipo, el personal de ordeño y sus conocimientos con respecto al tema (Nyokabi et al., 2021; Bekuma, 2018).

La higiene en el ordeño busca la adopción de prácticas e implementación sistemática de medidas preventivas y correctivas tanto antes como después del proceso de ordeño. Estas medidas incluyen un ambiente de ordeño limpio como vestimenta y calzado de los ordeñadores, guantes, cubrebocas, desinfectantes, aplicadores, selladores, cubetas, papel desechable, etc., así como realizar la limpieza adecuada de los pezones pre y post-ordeño, y, en el caso de ordeño

mecánico, el mantenimiento y lavado del equipo (Mihajlović, 2022; Nyokabi 2021; Singh 2020; Bekuma 2018; Kebede 2018; Oliveira, 2015; Jacob 2011; Giffel 2010).

La higiene en el ordeño no solo afecta la calidad de la leche, sino también la salud de los animales. Al mantener altos estándares de limpieza e higiene, los productores pueden garantizar una leche de mayor calidad, lo que a su vez puede traducirse en mayores precios en el mercado y una mayor satisfacción del consumidor. Por lo tanto, es crucial seguir protocolos estrictos de higiene y buenas prácticas en todas las etapas del ordeño.

¿Qué es la leche?

La definición establecida por la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA-1-1994 dice que *“La leche para consumo humano es el producto proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de otras especies. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después del mismo”*.

La leche es un alimento de importancia mundial debido a su riqueza proteica con alto valor biológico, y a su aporte energético (Sastre, 2002). Su composición puede presentar variaciones dependiendo de la raza, factores genéticos, etapa de lactación, tipo de alimento ofertado en la dieta, y estado de salud del animal; siendo la grasa el componente con mayor grado de variabilidad. De modo general, la leche de vaca contiene un promedio de 87 % de agua (79-90 %), 5 % de lactosa (3.5-6.0 %), 3.5 % de grasa (2.5-8.0 %), 3.5 % de proteína (caseínas 2.7 % [2.4-4.0 %], proteína de suero 0.5 % [0.4-0.8 %]), 0.7 % de minerales (0.65-0.75 %), vitaminas A, B y D, y un pH de 6.6-6.8 (Murray y Maga, 1999).

No obstante, la presencia de contaminantes en la leche afecta su sabor, aroma y textura, reduciendo así su calidad sensorial. Además, la presencia de bacterias puede acelerar el deterioro del producto, disminuyendo su vida útil y afectando su aptitud para el consumo.

Calidad de la leche

La calidad de la leche refiere a características físicas (sabor, olor, aspecto), químicas y microbiológicas, que la hacen apta para el consumo humano y elaboración de productos lácteos. Dentro de los indicadores de calidad están su composición,

contenido y tipo de bacterias, presencia de células somáticas, residuos químicos o medicamentos, y propiedades organolépticas (ver **Cuadro 1**).

Cuadro 1. Propiedades físicas de la leche.

Propiedad	Característica o valor
Sabor y olor	Ligeramente dulce aromatizado
Color	Ligeramente blanco - amarillento
Densidad de la leche entera	1.032 g/mL
Densidad de la materia grasa	0.940g/mL
Poder calórico (calorías por litro)	700
pH	6.6 - 6.8
Punto de congelación	-0.55° C a -0.6° C
Punto de ebullición	100° C a 101.1° C

La calidad de la leche puede subdividirse en:

Calidad sanitaria:

Relacionada a la salud de la ubre y se define como el número de células somáticas (células de defensa y de descamación) por mililitro (cels/ml) en una muestra de leche. Lo adecuado es la escasa o nula presencia de bacterias u otro tipo de microorganismos; así como escaso contenido celular como expresión de una composición normal sin adulteración por mastitis y trastornos secretores (Hernández, 2002; Ponce, 2002).

Calidad nutricional:

En donde se determina el contenido óptimo de nutrientes básicos (grasa, proteínas, lactosa, vitaminas y minerales (ver **Cuadro 1**).

Indudablemente, uno de los pilares fundamentales de la industria lechera es la calidad de la leche que inicia con tener al ganado sano, bien alimentado, y la leche con una composición óptima que le dé una mayor capacidad de conservación, transporte y procesamiento (Roye, 1999). Las leyes sanitarias indican que la leche cruda de buena calidad debe tener menos de 100.000 bacterias por mL y menos de 400.000 células somáticas, estar libre de residuos de medicamentos o preservantes, no haber sido adulterada con agua, no haber sido descremada, ni mezclada con sustancias que modifiquen los sólidos totales o la grasa (Cotrino y Gaviria, 2004).

Los factores principales que causan mala calidad de la leche se asocian con mala higiene durante el ordeño, contaminación en la manipulación, almacenamiento, transporte y procesamiento, contaminación cruzada, presencia de animales enfermos, alimentación de los animales, y falta de controles de calidad; mismos que por su importancia, serán abordados de manera individual en este escrito.

Enfermedades transmitidas por la leche (ETL) y zoonosis: implicaciones para la salud pública

Las enfermedades transmitidas por la leche (ETL) se clasifican en infecciones bacterianas, virales y parasitarias. Las más comunes son las bacterianas resaltando microorganismos como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter* spp. que provocan desde gastroenteritis hasta infecciones graves como la listeriosis. En cuanto a los virus, el virus de la hepatitis A es un ejemplo de estos microorganismos transmitidos por la leche. Además, la leche contaminada también puede transmitir parásitos como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* spp.

Las ETL pueden tener graves consecuencias para la salud pública, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, ancianos y personas con sistemas inmunitarios debilitados. Los síntomas de estas enfermedades varían desde leves molestias gastrointestinales hasta enfermedades potencialmente mortales.

La prevención de las ETL requiere un enfoque integral que considere toda la cadena de producción y distribución, incluyendo prácticas de higiene adecuadas dentro de las unidades de producción animal (UPA), así como la implementación de programas de control de calidad, del procesamiento y transformación, el transporte y comercialización tanto a nivel de UPA como por la industria comercializadora.

Buenas prácticas de higiene durante el ordeño

Además de beneficiar la calidad de la leche, la higiene en el ordeño también contribuye a mantener la salud y bienestar de los animales. Hay que recordar que el mantenimiento e higiene de las instalaciones ayuda a mantener la calidad e inocuidad de la leche, y prevenir infecciones como la mastitis, mismas que pueden afectar la producción de leche y el bienestar general de la vaca; así como a reducir el riesgo de contaminación y transmisión de enfermedades.

Con base en las necesidades y particularidades de cada unidad de producción animal, se sugiere elaborar y establecer un proceso estandarizado de limpieza y desinfección el cual deberá estar visible y al alcance de todos los trabajadores involucrados. Así, aun cuando no se encuentren en contacto directo con la leche, el lavado e higiene incluye todas las áreas y superficies del proceso de ordeño. Todos los días después de ordeñar, el piso y las paredes del área de ordeño se deben limpiar con agua y detergente, retirando residuos de estiércol, tierra, leche, alimentos o basura.

Higiene del personal



Durante el ordeño, tanto las manos del ordeñador como los equipos utilizados pueden ser fuentes potenciales de contaminación. Por lo tanto, los ordeñadores deben mantener una buena higiene personal en todo momento, esto incluye lavarse las manos con agua y jabón antes y después de cada ordeño, así como usar ropa limpia y adecuada durante el proceso (mandil y botas blancas). El uso de guantes desechables, cofia y cubrebocas puede ser recomendable para reducir el riesgo de contaminación cruzada. Los ordeñadores deben evitar fumar, comer o beber durante el ordeño, ya que estas actividades pueden introducir contaminantes en la leche.

Lavado y desinfección del equipo

El equipo de ordeño, en el caso de ordeño mecánico, es un punto crítico de control dentro de la producción lechera; su limpieza y desinfección adecuada tiene un papel fundamental en la calidad e inocuidad de la leche producida. El lavado y desinfección del equipo de ordeño son esenciales para prevenir la contaminación microbiana y mantener la salud de las vacas; antes de iniciar el ordeño, es fundamental realizar este proceso.

Durante el ordeño, el equipo entra en contacto directo con los pezones de las vacas,



y estos pueden albergar diversos microorganismos patógenos. Si el equipo no se desinfecta adecuadamente entre cada ordeño, estos microorganismos pueden transferirse a la leche y entre animales. Para la limpieza y desinfección del equipo de ordeño, se recomienda el uso de soluciones desinfectantes aprobadas por las autoridades sanitarias, que tengan un amplio espectro (efectivas contra bacterias, virus y otros microorganismos patógenos) y con bajo o nulo impacto ambiental.

El primer punto para poder obtener una limpieza eficaz es la calidad del agua con la que cuenta la UPA, ya que dependiendo del contenido de minerales o dureza del agua será la elección del compuesto de limpieza, ya que deben ser compatibles. Para el lavado del equipo de ordeño, se utilizan un limpiador alcalino o clorado (limpiador alcalino con cloro añadido), seguido por un limpiador ácido. Los limpiadores alcalinos (álcalis básicos, fosfatos, agentes humectantes y agentes quelantes) son los encargados de disolver las grasas, proteínas y carbohidratos de la leche, ablandan los residuos y ser eliminados por acción mecánica; mientras que el cloro ayuda a la eliminación de depósitos de proteínas y evita la formación de películas. Por su lado, los limpiadores ácidos eliminan o previenen depósitos de minerales acumulados o la formación de piedras de leche. Es importante remarcar que el proceso de limpieza reduce el número de bacterias en las superficies, mas no elimina todos los tipos de bacterias; para ello, se deberá realizar la desinfección de las superficies 30 min antes del siguiente ordeño. En general, el lavado y enjuague del equipo de ordeño y tanques de leche deberá realizarse con temperaturas específicas y los ciclos de lavado que deberán durar de 6 a 10 min. El lavado deberá realizarse con agua a una temperatura entre 50 °C y hasta 77 °C; y para prevenir el secado de los sólidos de leche en las superficies, inmediatamente después del ordeño el enjuague debe realizarse con agua tibia (37 °C) (ver **Cuadro 2**).





Cuadro 2. Procedimiento de limpieza para equipos de ordeño.

ETAPA	EQUIPO	PROCEDIMIENTO
PRE-ENJUAGUE		<p>Enjuagar con agua tibia (37-48 °C) inmediatamente después del uso. Desmontar todas las piezas que deben ser lavadas a mano.</p> <p>Mezclar la solución de limpieza alcalina clorada según lo determinado por las recomendaciones del fabricante y las pruebas de calidad del agua. Utilizar agua caliente (70-77 °C).</p> <p>Lavado manual de partes del equipo: Todas las partes que no estén diseñadas para la limpieza por circulación, incluidos el exterior del tanque y la unidad de salida, deberán ser talladas a mano.</p>
LAVADO	Ordeñadora, unidades de ordeño, tuberías, utensilios y tanques de almacenamiento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumergir todas las partes a 48-57°C durante al menos 5 minutos. 2. Cepillar a fondo. 3. Dejar escurrir. <p>Lavado por circulación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar agua a 77 °C y Hacer circular la solución (6-10 min). Al final del ciclo, la temperatura de la solución de lavado debe estar por encima de 50 °C. 2. Dejar escurrir.
ENJUAGUE		Enjuagar todo el equipo con agua corriente, antes de añadir el enjuague ácido
ENJUAGUE ÁCIDO		Enjuagar todo el equipo con agua acidificada (tibia o fría) y diluir con base en las especificaciones del fabricante. Circular por 2-3 minutos y no recircular la solución de enjuague.
DESINFECCIÓN PRE-ORDEÑO		
DESINFECCIÓN		Realizar la desinfección de todo el equipo de ordeño 30 minutos previo al inicio del proceso. Agregar agua con desinfectante (dilución sugerida por fabricante), dejar circular por un lapso de 3 minutos y dejar escurrir.

Es importante recordar que el uso de agua con temperaturas más elevadas puede causar la desnaturalización de las proteínas y formar una película de proteína en las superficies; mientras que utilizar agua demasiado fría provoca la cristalización de grasa y, a su vez, la formación de una película de grasa sobre las superficies. No obstante, siempre se sugiere seguir con las recomendaciones de dilución y tiempo de contacto recomendadas por el fabricante para asegurar una desinfección adecuada.

Finalmente, las camisas de las pezoneras y otras partes de goma que tienen contacto con la leche también deben limpiarse cuidadosamente después de cada ordeño y desinfectarse antes del siguiente ordeño. Deberán ser reemplazadas según la recomendación del fabricante o cuando se observen agrietadas, rugosas o rotas; ya que los poros y grietas en las piezas de goma impiden la limpieza y desinfección de los residuos y microorganismos presentes.

Cuadro 3. Procedimiento de limpieza y desinfección de pezones.

ETAPA	PROCEDIMIENTO	MATERIAL
LAVADO Y SECADO DE PEZONES	Enjuagar con abundante agua los pezones para retirar materia orgánica. ¡NO enjuagar la ubre completa!	Agua Toallas de papel desechables
PRUEBA TAZÓN DE FONDO OSCURO	Descartar los primeros 3-4 chorros de leche directamente del pezón a un tazón de fondo oscuro para ver posibles alteraciones físicas de la leche sugerentes de infecciones en glándula mamaria.	Tazón de fondo oscuro Leche
		
PRUEBA DE CALIFORNIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregar dos a tres chorros de la leche (2 mL) en cada uno de los 4 pozos identificados para cada pezón de la raqueta. 2. Descartar el exceso de leche 3. Agregar reactivo (2 mL) 4. Homogenizar (10-15 segundos) 5. Lectura e interpretación 	Raqueta para diagnóstico de mastitis subclínica. Reactivo CMT (Lauril sulfato de sodio y púrpura de bromocresol)
		
PRE-SELLO	Aplicar solución desinfectante en cada uno de los pezones ya sea por aspersión o inmersión y dejar actuar por 15-30 segundos. Retirar el desinfectante con toallas de papel.	Solución de clorhexidina Toallas de papel desechables
		
PROCESO DE ORDEÑO		
SELLADO DE PEZONES	Realizar la inmersión individual de cada uno de los pezones en el sellador. Se recomienda desinfectar entre vaca y vaca la copa de aplicación para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.	Copa profunda anti-retorno Sellador Cubeta con hipoclorito de sodio al 2 %
		

Lavado y desinfección de pezones (pre-sellado)



Remover suciedad y materia orgánica adheridas a los pezones mediante el uso de agua (es importante no lavar la ubre completa para evitar escurrimientos de agua contaminada a las pezoneras). Posteriormente, se procede a realizar el secado de los pezones, preferentemente con una toalla de papel

desechable, ya que la presencia de agua en pezones diluye la solución germicida y, a menudo lleva materia orgánica y bacterias a la punta del pezón.

Una vez que se ha realizado el lavado y secado de pezones puede realizarse la prueba de tazón de fondo oscuro, la cual nos permite descartar la presencia de tolondrones o alguna alteración física de la leche que nos haga sospechar de un



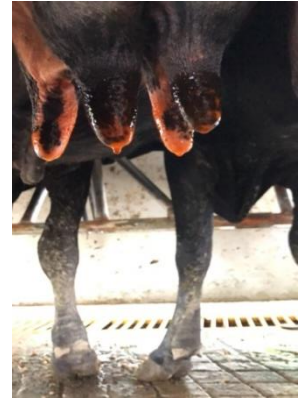
proceso infecciosos como cambios de color, olor o consistencia, así como la prueba de California para la detección de mastitis subclínica.



Realizadas las pruebas se procede a la fase del PRE-SELLO que debe realizarse previo a la colocación de la unidad de ordeño. Esta consta de la aplicación (inmersión o aspersion) directa de una solución germicida (Clorhexidina) en los pezones, permitiendo la eliminación de bacterias y restos de materia orgánica. Una vez aplicada se deja actuar entre 15 a 30 segundos (dependiendo las recomendaciones del fabricante) para posteriormente retirar con una toalla de papel

desechable, para evitar que la leche se contamine con residuos químicos. El pre-sellado, no solo permite reducir los riesgos de contaminación de la leche en la fase de ordeña, sino que también tiene un impacto significativo en la reducción de la mastitis clínica y el recuento de células somáticas.

Una vez finalizada la fase de ordeño, se lleva a cabo el SELLADO post-ordeño, actividad que forma parte del programa de control y prevención de la mastitis y salud general de la ubre. El sellado post-ordeño consiste en la inmersión de cada pezón en una copa profunda anti-retorno con una solución desinfectante viscosa, cubriendo dos tercios de cada uno de los pezones.



Las fórmulas de los selladores pueden variar; no obstante, todos constan de una solución desinfectante, normalmente yodo, combinado con algún agente hidrocoloide (goma xántica, guar, tara, pectina, agar-agar, alginato, etc.) que le permite alcanzar la viscosidad óptima (250 ctp) para dejar un revestimiento que permita el sellado del esfínter del pezón, el cual que queda abierto después de la ordeña. Aunque los selladores post-ordeño no son útiles para tratar una ubre con infección latente, si se ha demostrado que pueden reducir el riesgo de presentación de mastitis en 50-90 % (Ríos et al., 2013).

Manejo de residuos

En las instalaciones de ordeño se generan distintos tipos de residuos con características distintivas entre ellos. Dentro de los principales desechos se encuentran desechos sólidos como materia fecal, restos de alimentos y barro, y los líquidos como agua, orina, restos de leche y soluciones de limpieza; por lo cual, es importante realizar un adecuado manejo de los residuos generados durante el ordeño. Para ello, se deberá contar con depósitos que nos permitan separar entre desechos biodegradables, peligrosos o contaminantes. Posteriormente, dichos residuos deberán ser eliminados de manera segura y responsable, siguiendo las regulaciones ambientales y sanitarias correspondientes.

Monitoreo y registro

Es recomendable llevar un registro detallado de todas las actividades relacionadas con el ordeño, incluyendo los productos químicos utilizados para la limpieza y desinfección, así como también cualquier incidencia o problema detectado durante el

proceso. Esta actividad permite el seguimiento adecuado de las prácticas de higiene y facilita la identificación y corrección de posibles desviaciones.

Conclusión

La higiene en el ordeño es un aspecto fundamental en la producción de leche, con impactos significativos en la calidad del producto, la salud animal y la seguridad alimentaria. Al seguir estrictos protocolos de higiene y buenas prácticas, los productores pueden garantizar la producción de leche segura, de alta calidad y competitiva en el mercado.

Literatura citada

Bekuma, A.A. 2018. Review on Hygienic Milk Products Practice and Occurrence of Mastitis in Cow's Milk Agricultural Research & Technology.

Bekuma, A.A. 2021. Review on Hygienic Milk Products Practice and Occurrence of Mastitis in Cow's Milk. Agricultural Research & Technology: Open Access Journal. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2018.18.556053>

FAO. 2004. "Milk and Dairy Products in Human Nutrition". Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0212e.pdf>

FAO. 2010. Manual sobre buenas prácticas en la producción de leche. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i2153s.pdf>

ICAR. 2018. "Guidelines for Good Dairy Farming Practice". Disponible en: https://www.icar.org/GDFP/GDFP_english.pdf

Improvement of Hygiene Practices and Milk Hygiene Due to Systematic Implementation of Preventive and Corrective Measures. <https://doi.org/10.2478/acve-2022-0006>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenas prácticas de ordeño para una lechería de calidad. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-asp-buena-practica-de-orde-0.pdf>

Mihajlović, L., Cincović, M., Nakov, D., Stanković, B., Miočinović, J., Hristov, S. 2022. M. T. Giffel, M. Wells-Bennik. Good hygienic practice in milk production and processing 2010. <https://doi.org/10.1533/9781845699420.2.179>

- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2019. Manual de buenas prácticas de higiene en la producción primaria de leche. Recuperado de: https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Our_scientific_expertise/docs/pdf/A_Tour_de_Manege_OIE_210920.pdf
- Rosa S. Ríos, Nelsi A. Ramos, María L. Vranic y María E. Farías. 2013. Desarrollo de un Sellador Post-Ordeño con Goma Espina Corona. Development of a Post-Milking Sealant with Espina Corona Gum. Inf. tecnol. vol.24 no.2 La Serena 2013. Información Tecnológica Vol. 24 (2), 31-36 (2013). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200005>
- Ruiz, G., & Salas, J. (2014). "Aspectos generales de la calidad de la leche en el mundo". Archivos de Zootecnia, 63(241), 9-20.
- Jacob, S., & George, A. 2011. Analysis of the Clean Milk Production Practices of Dairy Farmers of Kerala. <https://doi.org/10.15373/2249555X/JULY2013/192>
- Nyokabi, S., Luning, P.A., Imke J.M. de Boer, Korir, L., Muunda, E. M. Bockline. 2021. Milk quality and hygiene: Knowledge, attitudes and practices of smallholder dairy farmers in central Kenya. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.108303>
- USDA. 2020. "Dairy Grading Branch." Disponible en: <https://www.ams.usda.gov/services/grading-and-inspection/dairy>

30 años de producción e investigación en el Módulo de Producción Ovina El Cenzontle en el trópico húmedo bajo pastoreo

Hugo Pérez Ramírez
Cristino Cruz Lazo

Introducción

En 1975 la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM inició el Proyecto de Cooperación Técnica para la Enseñanza Posgraduada e Investigación en Veterinaria, financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), con la finalidad de colaborar en la planificación y desarrollo de actividades al nivel de posgrado, mediante la provisión de personal especializado y de equipos necesarios para su implementación.

Ubicado en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), el objetivo del proyecto fue incrementar la producción bovina de carne y leche en zonas de trópico aprovechando el potencial de estas áreas para la producción de forrajes, y la producción de carne con razas ovinas tropicales.

Para lograr dicho objetivo se estableció el Módulo de Producción Ovina (MPO). Específicamente el programa de producción ovina tuvo los objetivos de desarrollar tecnologías apropiadas de producción mediante la generación de investigaciones que permitieran:

- Aprovechar eficientemente los recursos del trópico, como actividad principal o como complemento a otras (bovinos, cultivo de frutales).
- Formación de recursos humanos especializados en la producción de ovinos en el trópico.
- Servir de apoyo a la docencia, a entidades responsables de la promoción del desarrollo de la producción ovina y a los productores.

Los ovinos de pelo son razas originarias en su mayoría de África, actualmente su distribución es en todo el territorio nacional gracias a su rusticidad y prolificidad, así como la baja estacionalidad reproductiva y resistencia a algunas enfermedades parasitarias. El rebaño original de ovinos se fue integrando con animales

provenientes de diferentes lugares. En el **Cuadro 1.** se muestra origen, fecha de llegada y número de semovientes fundadores del MPO.

Cuadro 1. Fecha, origen y número de semovientes fundadores del MPO.

Fecha	Origen	Hembras	Machos	Total
09/1978	Guerrero	31	4	35
02/1979	Altiplano (México)	4	5	9
12/1979	San Rafael y Poza Rica, Ver.	50	-	50
Total		85	9	94

Una de las ventajas más importantes de las borregas de pelo son sus características de alta fertilidad (80 al 95 %) y su prolificidad que va de 1.4 a 1.95 crías por parto, bajo las diversas condiciones climáticas del país. Otra de sus ventajas es la buena conversión alimenticia que pueden tener (4.1:1), además de producir canales magras y ser de madurez precoz. En términos generales, su fin zootécnico es producir carne aunque se puede aprovechar también la piel.

En el país se tiene a la producción ovina principalmente con fines de autoconsumo, con la mayoría de los rebaños de menos de 50 cabezas, con poca tecnología y manejos tradicionalistas; aunque actualmente gracias a los programas de apoyo y la difusión de información, los ovinos tienen una mayor popularidad, surgiendo productores con un punto de vista empresarial, que buscan una producción rentable, productiva y que compita dentro del mercado con carne, leche, lana, quesos y pieles, entre otros productos. Por ello es importante estimular la producción ovina y proporcionar información que permita a los productores hacer una utilización óptima de sus recursos, planeando de manera eficiente las actividades dentro de sus unidades de producción ovina (UPO), a través de un manejo integral. Con dicho objetivo, el presente escrito presenta brevemente los resultados relevantes de algunas investigaciones realizadas en el MPO del CEIEGT, durante más de 30 años sobre alimentación, reproducción sanidad, y genética.

¿En qué se ha investigado en el MPO?

La raza que se estudia principalmente en este módulo es la Tabasco o Pelibuey. En sus 30 ha, durante la temporada de mayor producción forrajera, se mantiene un hato hasta de 275 vientres y durante el periodo invernal 220 hembras. Actualmente, los objetivos del MPO son el apoyo a la docencia y a la investigación así como la extensión de conocimientos y actividades relacionadas con la ovinocultura en zonas tropicales. Los animales producidos se destinan para la producción de carne, o para la venta de animales seleccionados como reproductores.

Alimentación: resultados de investigación

Manejo del pastoreo y la alimentación

Durante el período de septiembre de 1978 a mayo de 1981, con la finalidad de incrementar el número de animales del rebaño, el rebaño se mantuvo bajo pastoreo continuo en potreros ubicados en El Clarín.

A partir de mayo de 1981, el rebaño de ovinos se trasladó al área denominada “El Cenzontle” la cual contaba con una superficie de 32 hectáreas (2 ha destinadas a un jardín de introducción de plantas forrajeras) con praderas que entonces tenían principalmente pasto estrella de África (*Cynodon plectostachius*) y gramas nativas (*Axonopus* sp) y que actualmente se encuentran implantadas con pasto estrella santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), *Brachiaria* CIAT-BR02/1752 (yacaré), *Brachiaria* CIAT-BR02/1794 (hibrido de segunda generación cv cobra), *Brachiaria brizantha* CIAT-6780 (pasto insurgente), *Pennisetum purpureum* (cv Taiwán).

De junio de 1981 a 1990, se utilizó el pastoreo 7x21, es decir 7 días de pastoreo en cada división por 21 días de descanso dividiendo cada potrero en 4 divisiones. Como resultado de investigaciones, en 1990 ese modelo se cambió a un sistema de Alta Densidad el cual consiste en que los potreros principales, se subdividen con cerco eléctrico móvil (energizado con fotoceldas solares) en superficies más pequeñas, para pastorear cada grupo de ovinos durante un periodo de 1 a 3 días y de descanso de 27 a 35 días (pastoreo de alta densidad). Los animales se separan en rebaños de acuerdo a su estado fisiológico, formando los

siguientes grupos: hembras vacías y gestantes, ovejas y corderos en lactancia, corderas en crecimiento, corderos en crecimiento y sementales con machos adultos.

Alimentación complementaria

Actualmente, y como resultado de las investigaciones realizadas, las ovejas vacías y gestantes se mantienen exclusivamente en pastoreo, solamente se complementan cuando existe falta de forraje o se prepararan para el empadre. El criterio para complementar antes y durante el empadre, se basa en la condición corporal de las ovejas, si su condición es hasta 2.5, se complementan con 2 kg de cáscara de cítrico, que equivale aproximadamente a 400 g de materia seca (MS), de igual manera, hacia el final de la gestación se les suministra 400 g de MS de cáscara de cítrico en caso de no contar con suficiente forraje en el potrero.



Figura 1. Rebaños pastoreando de acuerdo a su estado fisiológico.

Después del parto y durante el periodo de lactancia, cada oveja adulta recibe 500 g de concentrado comercial, sin importar si es de parto simple, doble o triple y 2 kg de cáscara de cítrico, el suministro del concentrado es realizado en dos partes, 250 g a las 13:00 horas y 250 g a las 18:00 horas.

Actualmente, el destete se realiza a los 75 días de edad de manera abrupta. Después, las crías se separan por sexo, se mantienen en pastoreo y reciben 250 g de concentrado comercial, 100 g de soya y cáscara de cítrico a libre acceso; la ganancia esperada en estos animales es de 250 g por día.

Los sementales se mantienen permanentemente en pastoreo y se complementan con 100 g de concentrado comercial y 2 kg de cáscara de cítricos, excepto durante el período previo al empadre y durante el mismo, cuando reciben 500 g de concentrado y 2 kg de cáscara de cítricos por semental/día. De igual manera a las hembras se les complementa con 250 g de concentrado y 2 kg de cascarilla por oveja/día durante el empadre.

En época de baja producción forrajera, el rebaño recibe ensilado de maíz, cáscara de cítricos u otro tipo de complementación alimenticia.

Reproducción: resultados de investigación

Manejo Reproductivo

De 1981 a la fecha se han probado diversos tipos de empadre o manejo reproductivo, los cuales se describen en el **Cuadro 2**. Actualmente, después de realizar diversos estudios, se estableció un programa de reproducción basado en la disponibilidad de forraje a través del año, con un parto por oveja por año.



Figura 2. Corderos recibiendo alimento concentrado en jaulas de “creep feeding” y ovejas adultas comiendo cascarilla de cítrico.

Cuadro 2. Tipos de empadre en el MPO periodo 1978 a 2023.

Etapa	Manejo reproductivo	Fecha inicio	Fecha término	Nacen de	A
1	Empadre continuo	04-jun-78	31-may-81	01-nov-78	28-oct-81
2	Empadre cada 7 meses con un empadre secundario tres meses después del principal	11-jun-81	12-may-84	08-nov-81	09-oct-84
3	Empadre Alterno	01-may-84	15-jun-86	28-sep-84	12-nov-86
4	Empadre cada 8 meses	16-jun-86	10-jul-90	13-nov-86	07-dic-90
5	Empadre cada 8 meses y 2río 4meses después del principal	10-oct-90	25-nov-95	09-mar-91	23-abr-96
6	Inseminación Artificial	06-oct-95	19-oct-95	04-mar-96	17-mar-96
7	Anual en NOV-DIC	11-nov-96	20-dic-99	10-abr-97	18-may-00
8	Feb-Mar/Nov-Dic	01-feb-00	20-mar-06	30-jun-00	17-ago-06
9	Ago-Sep_Oct-Nov_Feb-Mar	15-ago-06	15-nov-09	12-ene-07	14-abr-10
10	Ago-Sep_Oct-Nov_Feb-Mar NO CONTINUO	01-feb-10	19-feb-23	01-jul-10	19-jul-23



Figura 3. Oveja con dos corderos y semental dando monta controlada a una oveja en celo durante el período de empadre.

Con fines de investigación, se realiza un empadre en agosto-septiembre, con partos en enero febrero; el empadre principal se realiza en octubre-noviembre, con partos en marzo-abril; el empadre de las corderas nacidas en enero y febrero, se realiza en octubre-noviembre del mismo año; el empadre de las corderas nacidas en marzo-abril, se realiza en febrero-marzo del siguiente año. Cada empadre tiene una duración de 35 días y en todos los casos, el destete de los corderos, se realiza a los 75 días de edad. Actualmente, por cuestiones de alimentación el destete se realiza a los 90 días de edad.

Sanidad: resultados de investigación

Manejo de la salud del rebaño

En una unidad de producción ovina cuando el programa de alimentación y medicina preventiva no se implementan de manera eficiente, y tampoco se cuenta instalaciones apropiadas, la respuesta productiva puede ser desalentadora; aunada a que la falta de experiencia y la falta de asistencia técnica, ocasiona desilusión y abandono de actividad ovina.

Entre los principales problemas de salud de los ovinos de trópico están las parasitosis, las neumonías, las pododermatitis y las sarnas. Los principales parásitos que causan los mayores problemas en ovinos son: *Haemonchus spp*, *Fasciola spp*, y la *Moniezia spp*. Las neumonías están asociadas fuertemente a cambios bruscos de temperatura, y la pododermatitis al exceso de humedad en las praderas.

En el Módulo de Producción Ovina el programa de medicina preventiva incluye las siguientes actividades: cada 28 días se realiza una evaluación del grado de anemia de acuerdo a la coloración de la mucosa ocular aplicando el método FAMACHA[®], para el control de parásitos se evalúa la carga parasitaria en muestras de heces con el método de McMaster, se mide el microhematocrito de los animales en una muestra de sangre con anticoagulante, y se lleva a cabo una desparasitación estratégica de aquellos animales que tienen grado 3 a 5 de acuerdo al método FAMACHA.

La vacunación se realiza contra rabia en el mes de mayo y contra *Mannheimia haemolytica*, dos veces por año, en los meses de abril (antes de las lluvias) y en octubre antes de la época de “nortes” o fríos.



Figura 4. Toma de muestra de sangre de una oveja; baño por aspersión; práctica de IA con estudiantes; aretado SINIIGA.

Control de brucelosis

El rebaño se mantiene como hatillo libre de Brucela y el muestreo de sangre para refrendar el certificado de hatillo libre se realiza cada 12 meses.

Control de sarnas

Actualmente se ha implementado un programa de baños mensuales por aspersión para todo el rebaño y pruebas de laboratorio en raspados cutáneos.

Control de fotosensibilización

Se realiza la prevención mediante la eliminación de la planta *Lantana cámara* y con tratamientos tópicos de las lesiones cutáneas perioculares. Por investigaciones se ha encontrado como causante principal a la planta *Lantana cámara* en cualquier época del año (por daño en el hígado), al pastoreo de pastos braquiaria durante la seca o con sobrepastoreo; y, también existe la sospecha de que puede estar involucrado el hongo *Pithomyces chartarum* el cual crece en los restos del pasto acumulados en el suelo (cama).

Control de paratuberculosis

En los últimos cinco años (2019 a 2024) se han realizado 3 muestreos en el hato de reproductoras y sementales, reportándose una prevalencia del 11 %. Los animales adultos que presentan signos de enflaquecimiento progresivo, se eliminan del rebaño. Actualmente, se van a separar de los rebaños en pastoreo para evitar la diseminación del bacilo en las praderas.

Control de pododermatitis

Los casos leves y esporádicos se tratan de forma individual, para lo cual se realiza el recorte de pezuñas, y se tratan con formol al 3 %, o sulfato de cobre, los casos severos se tratan con antibióticos (tetraciclina o penicilina). En la época de lluvias cuando se mantienen anegados los potreros y se forma mucho lodo, como medida preventiva todos los animales se pasan por pediluvio con sulfato de zinc o de cobre al 10 %.

Animales muertos

Para tener un diagnóstico definitivo de la causa de fallecimiento a todo animal muerto se le realiza la necropsia, y se registran los hallazgos en una hoja de necropsia. Los cadáveres se eliminan enterrándolos con cal.

Atención de partos

Los partos generalmente ocurren en el potrero y al siguiente día por la mañana se traslada a la(s) oveja(s) recién parida(s) al corral de engorda, ahí se pesa a la madre, se revisa que tenga calostro, se supervisa que los corderos consuman calostro y que exista un buen vínculo madre – cría.

Cuando el cordero ha consumido calostro se pesa y se registra la información en una libreta, en la que también se registra el sexo y las principales características para su identificación en caso de que pierda su identificación (reseña).

Los corderos se identifican con un collar de plástico y una rondana plana metálica la cual se troquela con números de golpe, se utiliza una numeración progresiva, que inicia con el número uno cada año y a continuación separado por un guion va el año de nacimiento, por ejemplo, el primer cordero que nació este año, le correspondió el número 1-24 y así sucesivamente.

Pesaje de animales

Las reproductoras se pesan al parto y al destete, y todo el rebaño se pesa mensualmente para cuestiones de inventario y revisión. Los animales también se pesan a la venta.



Figura 5. Atención de una oveja al parto y ovejas con baja condición corporal las cuales deben recibir apoyo alimenticio (“flushing”) durante el empadre.

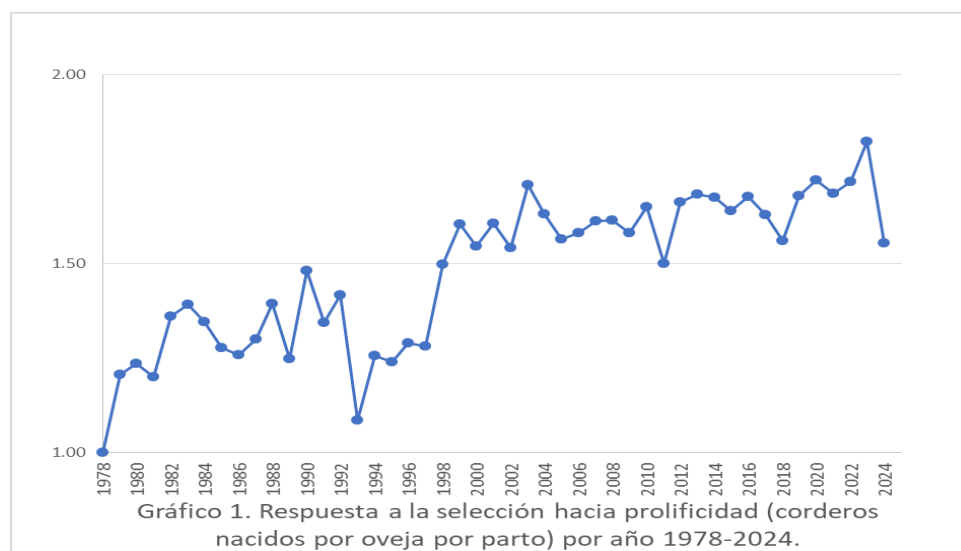
Genética: resultados de investigación

Manejo genético del rebaño

En el periodo de 1978 a 1986 no se realizó ninguna acción de selección o de mejora genética. No fue hasta junio de 1986 cuando se inició el programa de selección teniendo como objetivo incrementar la prolificidad y la tasa de crecimiento de los animales; se inició con 35 % de prolificidad general del rebaño en 1986 y en la actualidad la tasa de prolificidad varía entre 1.6 y 1.75 crías por oveja parida.

Para fines de mejora genética, en este caso por selección, es muy importante llevar registros de cada individuo, tanto de sus datos generales, como de su productividad. Los animales adultos están identificados con rondanas planas, arete SINIIGA y arete de plástico en un collar de plástico para poder visualizar la identificación a distancia. En el MPO en la actualidad el peso promedio de las ovejas adultas es superior a 40 kg, el peso de las crías al destete es de 18 kg promedio y el tamaño de la camada de 24 kg.

A la fecha, el rebaño del MPO del CEIEGT tiene como base 200 ovejas adultas y 40 corderas para reemplazo. Se manejan 10 líneas de sementales y de cada línea se tienen 3 sementales activos. El **Gráfico 1.** muestra la respuesta a la selección hacia la prolificidad, corderos nacidos por oveja por parto, en el MPO durante el periodo de 1978 a 2024.

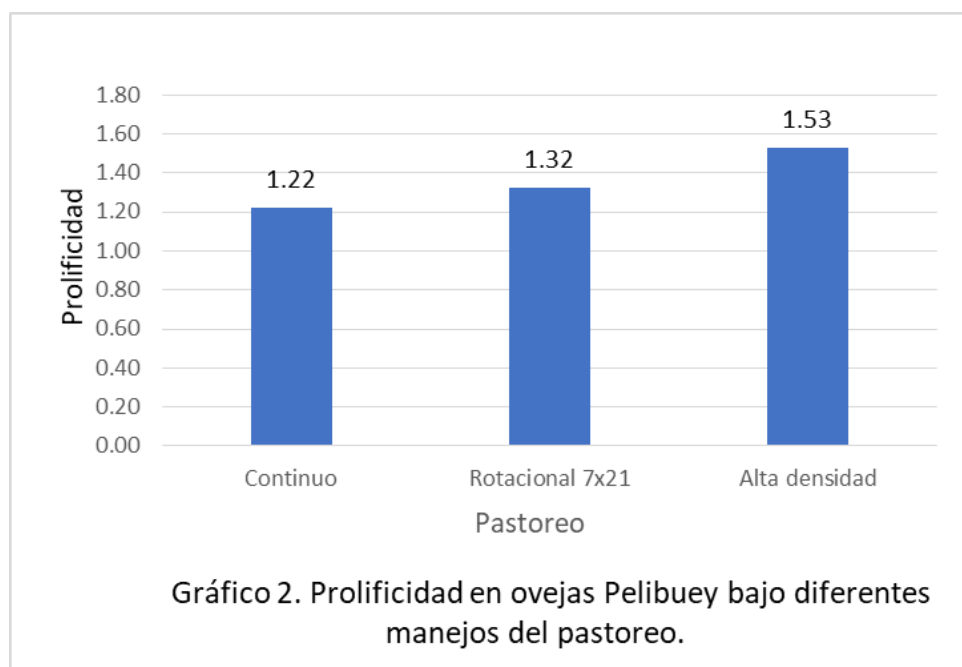


Para la selección de los reemplazos se considera la siguiente información: el peso al nacer, tipo de nacimiento y crianza, peso al destete, ausencia de defectos en patas y aplomos, dorso cóncavo o asillado, presencia de cuernos, presencia de lana, braquignatismo o mandíbula corta, prognatismo o mandíbula salida, criptorquidismo o chiclán, orejas pendulosas y largas, cola muy larga. Permanecen en el hato como reproductoras las corderas que tienen mayor velocidad de crecimiento y proceden de partos gemelares.

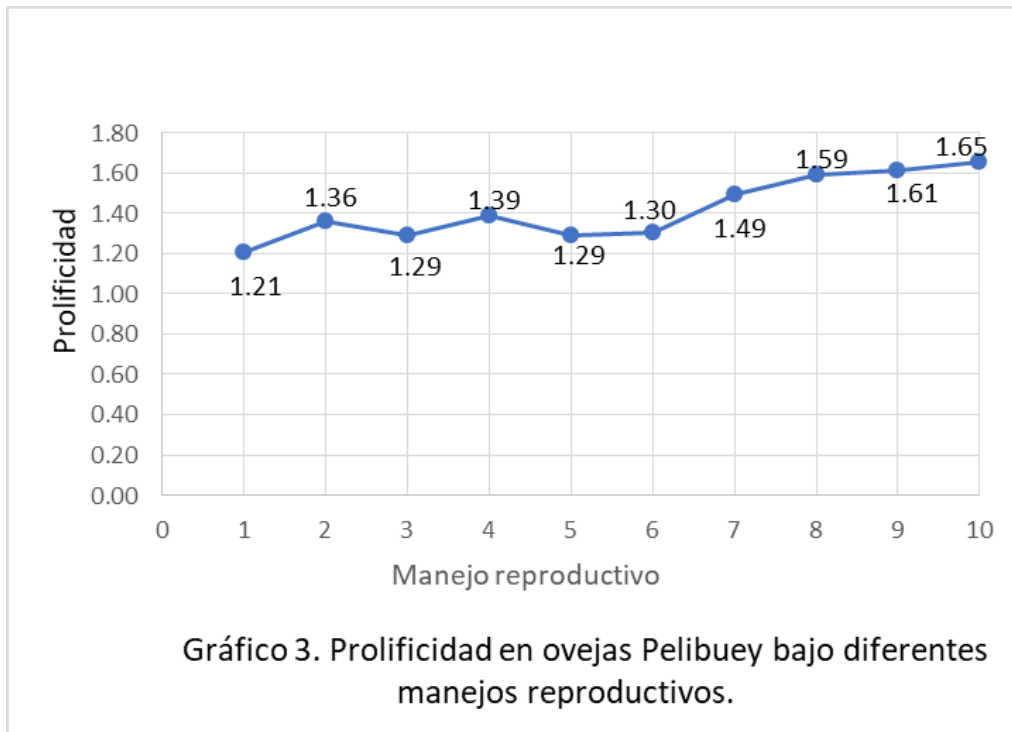
Cada año se reemplaza el 20 % del total de reproductoras (40) y el 30 % de machos. Para desechar una oveja como reproductora, es necesario conocer sus antecedentes productivos y reproductivos, en general se eliminan ovejas que en dos temporadas no paren, ovejas que paren pero se les mueren sus crías (por poca producción de leche, poca habilidad materna), ovejas con problemas de salud, como fibrosis y mastitis, o signos clínicos de paratuberculosis lo que se refleja en baja productividad al destete.

Las ovejas que se mantienen como reproductoras son aquellas que destetan las camadas con el mayor peso, por lo que al concluir la lactancia, se clasifican por tamaño de camada en forma descendente. El empadre se realiza cuidando que las corderas para reemplazo, no se apareen con sus progenitores o con sementales emparentados, manteniendo en los niveles lo más bajos posibles a la consanguinidad (< 5 %).

A través del tiempo se han tenido tres etapas de manejo del pastoreo y se ha encontrado que el pastoreo de alta densidad favorece la expresión de la prolificidad de las ovejas (**Gráfico 2**).



De igual manera, el manejo reproductivo también tiene efecto sobre la expresión de la prolificidad siendo los empadres que se llevan a cabo en los meses de octubre, noviembre y diciembre donde más prolificidad tienen las ovejas (**Gráfico 3**).



Los manejos reproductivos que se han utilizado son los siguientes:

- 1) Empadre continuo
- 2) Empadre cada 7 meses con un empadre secundario tres meses después del principal
- 3) Empadre Alterno
- 4) Empadre cada 8 meses
- 5) Empadre cada 8 meses y 2rio 4meses después del principal
- 6) Inseminación Artificial
- 7) Anual en NOV-DIC
- 8) Feb-Mar/Nov-Dic
- 9) Ago-Sep_Oct-Nov_Feb-Mar
- 10) Ago-Sep_Oct-Nov_Feb-Mar No Continuo

Economía: resultados de investigación

Control de gastos

En el MPO se lleva un estricto control de los gastos realizados en el año, con la finalidad de contar con datos que permitan realizar una evaluación económica del módulo. Estos datos permiten estimar los costos de producción por cordero vendido o por kg de carne producido.

Ventas

La mayoría de las ventas se realizan en los meses de junio-julio y a finales de cada año (nov-dic), cuando la demanda de animales es mayor y los forrajes disminuyen su tasa de crecimiento. A partir de diciembre solo permanecen en el rebaño los sementales, las ovejas preñadas, y las corderas y corderos de reemplazo.

Conclusiones

Con base en las investigaciones realizadas en el Módulo de Producción Ovina del CEIEGT en las diferentes áreas de producción y manejo se puede concluir que:

- La alimentación bajo pastoreo de los ovinos debe ser complementada con subproductos disponibles en la región, así como manejar un adecuado sistema de pastoreo para obtener resultados rentables en la unidad de producción ovina.
- La implementación de las prácticas de manejo sanitario deben ser acordes con la situación de cada UPO, lo cual es importante para mantener al rebaño saludable y productivo.
- El programa de medicina preventiva debe tomar en cuenta las enfermedades presentes en la región y establecer un adecuado calendario de vacunaciones y desparasitaciones a través del año de acuerdo a los resultados de laboratorio.
- La elección de un programa reproductivo depende de que optimice las características de fertilidad, prolificidad, habilidad materna y precocidad de la

raza para permitir obtener los suficientes corderos para reemplazos y para venta.

- El programa de selección debe enfocarse hacia características deseables de la raza para eficientizar sus habilidades reproductivas para la producción de carne y establecer un programa de cruzamientos con razas paternas para la producción de corderos para abasto.

Literatura recomendada

Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletines Informativos del CIEEGT, años 1979 a 1998.

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Memorias del 8° al 29° Día del Ganadero, años 2000 a 2023.