

**Preliminary results for the forage *Morus alba*  
in the feeding of dairy cattle**

Milera, M.; Martín, G.; Hernández, I.;  
Sánchez, T. y Fernández, E. / 3

**Protection and conservation of marine turtles in the  
coastal zone of Michoacan State, México**

García-Romero, M. E.; Hernández-Dueñas, L. M.; García-  
Castañeda, B.; Santos-Soto, A. y Meyer-Willerer, A. O. / 15

**Pasteurized milk adulteration cheese  
whey in Aguascalientes city, México**

Reyes, J.; Bon, F.; Moreno, J.; Rubio, C. y Valdivia, A. / 23

**Productive response of a native pasture under intensive  
rotational grazing on a hot and humid climate**

Alonso-Díaz, M. A.; Castillo-Gallegos, E.; Basurto-Camberos,  
H.; Jarillo-Rodríguez, J. y Vallee-de la Mora, B. / 35

**Biological control of weeds on guava (*Psidium guajava*)  
plantations through covers of leguminous**

Negrín, B. A.; Pérez, R.; Mazorra, C. y Gutiérrez, I. / 57

**Growth of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis*  
*mossambicus* fry reared in a recirculating system and  
fed with a supplementary inclusion of *Artemia* cysts in  
the commercial diet**

Gallo-García, M. C. y García-Ulloa, G. M. / 71

## Editorial

---

Desde sus inicios en esta segunda época, *Avances en Investigación Agropecuaria* (Rev. AIA) se planteó —dentro de sus objetivos— ampliar su visibilidad y desarrollar una cultura de trabajo con calidad.

Del primer aspecto, destaco el hecho de que hemos concursado —en esta segunda fase— en diferentes bases de datos nacionales y del extranjero, con la finalidad de lograr la indización de la revista; y con ello, poder difundir con mayor amplitud el conocimiento que se genera desde ella. En ese estado del arte, nuestro proyecto editorial nuevamente ha sido tomado en cuenta para ingresar en otro índice internacional.

En este caso, se trata de REDALyC (<http://redalyc.uaemex.mx>), pues recientemente recibimos el dictamen de su evaluación, en donde, de 34 criterios editoriales, sale avante en 33 de ellos. Noticia que festejamos en gran medida, pues conseguir esta calificación no es fácil, en virtud de los exigentes criterios a cumplir. Este avance nos hace sentir satisfechos por haber conseguido ese estándar, ya que el puntaje mínimo de inclusión considera el poder obtener, necesariamente, el 75% de dichos criterios.

Es así como nos congratula darles a conocer, a la comunidad científica y lectores en general, que con ésta son ya cinco las bases de datos en las cuales participamos como revista de difusión de la ciencia agropecuaria. El resto son ya de ustedes conocidas: EBSCO, Latindex, Periódica y Actualidad Iberoamericana. Esta situación, el buscar participar en nuevos índices fue mencionada en el editorial anterior; por lo tanto, con esta nueva conquista, cumplimos una más de las metas propuestas para este año. Así las cosas, creemos que estamos desarrollando a cabalidad la política de mayor visibilidad en el país y fuera de él; sin olvidar, desde luego, que es el inicio. Ése es y debe ser nuestro espíritu para continuar en ese tenor, ascendiendo peldaño a peldaño, con paso cada vez más firme y seguro en esta noble labor editorial del conocimiento del área agropecuaria.

Por otro lado, la facilidad de internet ha creado condiciones para que diferentes colegas, tanto de México como de Latinoamérica, participen como árbitros de la revista y que ello permita fortalecer aún más el trabajo editorial de la misma. Nos hemos fijado como regla y política interna, solicitar apoyo para la valoración de cada artículo mediante “revisión por pares”, así como el establecer un periodo límite para recibir las evaluaciones. Éste consta de tres semanas a partir de que se acepta revisar el trabajo. Ello representa una fase decisiva dentro del proceso logístico y editorial que ayuda a darle celeridad a la revisión de los artículos sometidos a Rev. AIA; y, a su vez, crea un

ambiente agradable, para contrarrestar una restricción importante que tiene la evaluación por investigadores de la misma calidad y tesitura que los propios autores y sus trabajos sometidos a evaluación.

De lo anterior se deriva el hecho de que ha sido muy alentador contar con científicos que amablemente invierten su tiempo, sin remuneración alguna, pues es un compromiso implícito de la comunidad, colaborar de manera desinteresada en ello. Al respecto, hemos establecido un mecanismo de manera formal, al reconocer —mediante una constancia— el trabajo de esa labor desarrollada; ésta ofrece al árbitro-revisor una distinción que además, ayuda e incrementa al investigador en su *currículum vitae*. Esta pequeña pero muy merecida distinción y agradecimiento, muchas veces es olvidado por los directores de algunas revistas, quienes en ocasiones no tienen la gentileza de ofrecer ese especial reconocimiento a los científicos, cuya colaboración en el proceso de valoración es totalmente desinteresada y con un alto sentido profesional.

Otra característica de este fenómeno es el hecho de que —en algunos casos— los propios evaluadores solicitan revisarlo por segunda vez, lo cual es una muestra por demás fehaciente del compromiso que tienen con su trabajo y que adquieren para generar una labor de calidad, en bien de la comunidad científica. Aunque si bien es cierto, y tomado como regla, que el arbitraje por pares es anónimo, desde aquí ofrecemos un caluroso saludo y nuestra mayor gratitud a quienes han formado parte de todos y cada uno de los números que en esta segunda época nos ha tocado dirigir. Me he permitido ahondar en este aspecto por una sencilla pero importante razón: ellos han sido un factor necesario y fortalecedor, pues nos ha dado la oportunidad de agruparlos como un entusiasta equipo con el cual hemos logrado, definitivamente, ver impreso cada uno de los ejemplares de las ediciones de Rev. AIA. ¡Enhorabuena por ellos y, desde luego, por nuestro avance como revista seria, ascendente y cada vez más acrecentada en logros!

José Manuel Palma García  
Director, Rev. AIA

# Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras

## Preliminary results for the forage *Morus alba* in the feeding of dairy cattle

Milera, M.;\* Martín, G.; Hernández, I.; Sánchez, T. y Fernández, E.

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

\*Correspondencia: mmilera@indio.atenas.inf.cu

### Resumen

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el potencial del forraje de *M. alba* con vacas mestizas para la producción de leche. El trabajo se desarrolló en Cuba, la cual se encuentra localizada entre los 19° y 81' de longitud oeste. La Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" está ubicada en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, sobre un suelo ferralítico rojo, a los 22° 40' 7" de latitud norte y 81° 2' de longitud oeste, a una altura de 10.91 msnm. La evaluación se hizo con vacas mestizas del cruce Holstein x Cebú, que tenían 54 días de lactancia. El estudio se dividió en dos periodos: en el primero (que duró 53 días) se suministró el forraje de morera *ad libitum*, sin trocear, y se pastoreó de forma restringida en gramíneas mejoradas de secano, sin fertilización; en el segundo periodo, los animales dispusieron de pastoreo de gramíneas mejoradas con un 10% de un área establecida con *Leucaena leucocephala* y recibieron forraje de morera restringido hasta el 1% del peso vivo; éste tuvo una duración de 87 días. Se determinó la disponibilidad de pasto, la composición bromatológica y el consumo de forraje de *Morus alba*, así como la producción de leche de las vacas. El forraje de morera presentó altos va-

### Abstract

The objective of the present work consists in evaluating the potential of the forage *M. alba* in cross bred cows for milk production. The work was developed in Cuba, which is situated at 19° and 81' of west longitude. The Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey" is located in the Municipality of Perico, Matanzas province, soil type is ferralitic red, 22° 40' 7" north latitude and 81° 2' west longitude, altitude of 10.91 msnm. The evaluation was done on cross bred cows of Holstein x Zebu, of 54 days of lactation. The study was divided into two periods: in the first (for 53 days) a forage of mulberry was administered *ad libitum* without chopping and pasturing in a restricted form on improved dry land gramineous without fertilizer; in the second period, the animals were given improved gramineous pasture with a 10% of the established area with *Leucaena leucocephala* and received forage of mulberry limited to 1% live weight; this lasted 87 days. The availability of the grass was determined, the bromatological composition and the forage intake of *Morus alba*, as well as the milk production of the cows. The forage of mulberry showed high values of protein and low fiber content; the intake in the first period reached to 2.7%

lores de proteína y bajos contenidos de fibra; los consumos en el primer periodo llegaron hasta 2.7% del peso vivo. La producción de leche promedio fue de 10.6 kg/vaca/día durante los 140 días de evaluación y la máxima producción se registró en los primeros 53 días (1 kg/vaca/día). Los resultados demostraron la alta calidad de la morera cuando se utiliza como forraje para la alimentación de vacas mestizas. En las condiciones evaluadas, es posible obtener producciones de 10 litros por animal diariamente, cuando se utiliza el forraje de morera en adición al pasto de especies mejoradas, sin suplementación de concentrados.

### Palabras clave

Forraje, morera, producción de leche.

live weight. The average milk production was 10.6 kg/cow/day during the 140 days of evaluation and the maximum production was registered in the first 53 days (1 kg/cow/day). The results showed the high quality of the mulberry, when it was used as a forage for feeding cross breed cows. Under the conditions during evaluation, it is possible to obtain a daily production of 10 liters per animal, when using the forage of mulberry in addition to grass of improved specie, without supplementing with a concentrate.

### Key words

Forage, mulberry, milk production.

## Introducción

La morera se ha utilizado, históricamente, para la alimentación del gusano de seda. La sericultura es la combinación de la cría de un insecto con el cultivo de una planta perenne (*Morus sp.*), por lo que necesita ser planificada durante periodos largos y los resultados en producción no pueden ser obtenidos en forma rápida.

Los productores tradicionales han disminuido sus rendimientos a tal extremo que países como Japón (tercer productor mundial) y Corea (séptimo productor en el mundo) prácticamente han desaparecido en menos de dos años. Estos países han seguido una “regla histórica” y una ley general de la economía, la cual plantea que “en la medida que los países se vayan industrializando, su producción de seda declinará y finalmente desaparecerá”. Existen numerosos ejemplos que comprueban esta teoría (Francia, Italia, España, Japón y Corea). Después de la decadencia de la industria de la seda, el uso de la morera se ha diversificado vertiginosamente. Dada su elevada adaptabilidad y grado de selección, se reportan más de una decena de usos en el mundo, y en la actualidad más de 42 países la utilizan de una u otra forma [García, 2003].

En la década del 90 se realizó en Costa Rica un conjunto de trabajos —en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)— para evaluar el potencial de *Morus sp.* desde el punto de vista agronómico y de su utilización como forraje, fundamentalmente en ganado caprino y vacuno [Rojas y Benavides, 1994; Velásquez *et al.*, 1994]. A partir de los resultados de estos estudios se abrió una nueva

perspectiva para la utilización de este forraje en sistemas de producción intensivos, por la alta productividad por animal y por unidad de área que puede esperarse, así como por la posibilidad de integrar recursos naturales con ganadería, a partir de alternativas agroforestales.

En 1996 se introdujeron, en Cuba, cuatro variedades de este género, las cuales comenzaron a evaluarse junto a otras ya existentes en el país.

En los estudios agronómicos realizados con *Morus sp.*, Martín *et al.* [2000] concluyeron que con una frecuencia de poda de 90 días podían alcanzarse rendimientos de 25 t de MS/ha/año y contenidos de proteína bruta de 15.63 y 21.39% para la biomasa total y las hojas, respectivamente; y demostraron la potencialidad de esta planta como forrajera en las condiciones de la isla de Cuba.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el potencial del forraje de *M. alba* en vacas mestizas para la producción de leche.

## Materiales y métodos

*Ubicación, suelo y clima.* El área experimental se encuentra ubicado en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, sobre un suelo clasificado como ferralítico rojo lixiviado [Hernández *et al.*, 1999]. Las coordenadas geográficas son: 22° 40' 7" de latitud norte y 81° 2' de latitud oeste, a una altura de 10.91 msnm.

La precipitación anual durante el año experimental fue de 1,670.4 mm, superior al promedio histórico (1,300 mm); de éstos, 894.1 mm cayeron en el periodo de prueba (agosto-diciembre). La temperatura promedio en el año fue de 23.8°C.

*Características del área experimental.* La plantación de morera tenía un marco de siembra de un metro entre hileras y 0.40 m entre plantas y una densidad de 25,000 plantas/ha. El corte de establecimiento se realizó al año de sembrada, con el propósito de propiciar un buen desarrollo del sistema radical; la fertilización fue con gallinaza, a razón de 300 kg de N/ha, en función de la composición de esta última (Cuadro 1). Se manejó en cuatro aplicaciones en el periodo lluvioso y no se empleó en el poco lluvioso.

Cuadro 1. Composición bromatológica promedio (%) de la gallinaza.

<i>Materia seca</i>	<i>Nitrógeno</i>	<i>Calcio</i>	<i>Fósforo</i>	<i>Potasio</i>
78.00	2.92	8.16	1.25	3.08

El área de pastoreo de las vacas estaba compuesta por gramíneas mejoradas (*Panicum maximum* cv. Likoni, *Cynodon nlemfuensis* y *Digitaria decumbens*) y leguminosas herbáceas (*Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*), así como por 10% de *Leucaena leucocephala*. No se aplicó fertilización ni riego y las cargas no superaron las 1.5 vacas/ha.

*Animales y manejo empleado.* Se utilizaron tres vacas mestizas del cruce Holstein x Cebú, homogéneas en su producción, edad y peso vivo; éste, inicialmente fue de 474 kg, con 54 días promedio de lactancia, y se mantuvieron amamantando sus terneros durante los 140 días que duró la evaluación. El ordeño se efectuó una vez al día, de forma mecanizada, en una sala de ordeño del tipo “espinas de pescado”. Los animales tenían acceso al forraje en establos de piso ranurado, con comederos, bebederos y patio de ejercitación. La fracción comestible (hojas y tallos tiernos) del forraje de morera se entregó en los comederos en dos etapas durante el periodo experimental; éstas, se hicieron una a continuación de la otra; la evaluación se inició en agosto y concluyó en enero. En la primera etapa (53 días), se ofreció la morera *ad libitum* sin trocear; en la segunda etapa (87 días), la oferta de forraje se restringió: primero se entregó sin trocear, a razón de 1% del peso vivo, y al final de esta etapa, se fraccionó el forraje y la oferta por animal promedio fue de 0.7% del peso vivo (Esquema 1).

Esquema 1. Distribución de las etapas y la oferta de forraje en el periodo experimental.

Periodo de evaluación (140 días)	
Etapa I. Entrega <i>ad libitum</i> (53 días)	Etapa II. Entrega restringida (87 días)
Forrage de morera sin trocear	Sin trocear (1% del PV) Troceado (0.7% del PV)

Al iniciar la evaluación, los animales se sometieron a un periodo de adaptación de 10 días al nuevo alimento, se reguló la oferta según el rechazo y se disminuyó el tiempo de acceso al pastoreo hasta cuatro horas, durante la mañana; el resto del tiempo permanecieron en el establo.

En la segunda etapa, cuando se disminuyó la oferta de forraje, también se sometieron a un proceso de adaptación durante 10 días y se incrementó el tiempo de acceso al pasto. En este periodo, los animales permanecían en los establos desde las 11:00 a.m. hasta las 5:00 p.m.; el resto del tiempo tenían acceso al pastoreo. En ambos casos, el forraje se entregó en tres momentos.

El corte y acarreo del forraje de la morera (con una edad que osciló entre 60 y 120 días) se efectuaba en el horario de la mañana y se depositaba a la sombra, en la nave, donde se alojaban los animales, para luego ser distribuido en los comederos.

*Procesamiento de los resultados.* La producción de leche de las vacas se procesó a través de un modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia [Menchaca, 1978], que se basa en la representación algebraica de ésta ( $Y_n = a n^b e^{-cn}$ ), según Wood [1969].

Se empleó el siguiente modelo:

$$Y = a + b \log_n + cn + d_k + e_{ijkl}$$

donde:

$$Y_{ijkl} = \log Y_{ijkl}$$

$a = \log A$ , constante común a todas las observaciones

$bc =$  parámetros de la curva de lactancia según la representación algebraica de Wood (1969)

$n = n$  ésimos día de lactancia correspondientes a la observación  $Y_{ijkl}$  ésimos

$d_k = \log d_k$ , efecto  $k$ -ésimo mes de producción

$e_{ijklm} =$  error experimental

## Mediciones

**Disponibilidad de materia seca.** La disponibilidad del pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* [1990], que consiste en determinarla a través de la altura media del pastizal. Los muestreos se realizaron todos los meses durante el periodo experimental y se utilizaron 80 observaciones de ese indicador por cuartón.

En el caso de la arbórea *Leucaena leucocephala* se tomaron muestras de cinco árboles, simulando con la mano la selección de las hojas que hace el animal, ordeñando las ramas y tallos más tiernos hasta una altura de 1.5 metros.

**Consumo de forraje.** En el periodo de adaptación se midió, mediante pesaje, la oferta y el rechazo del forraje, diariamente, para determinar la entrega de alimento; después se realizó con una periodicidad semanal.

**Peso vivo de los animales.** Con la ayuda de una cinta métrica se midió el perímetro torácico de las vacas, según el método propuesto por Menéndez [1985]. A partir de una tabla de conversión, se determinó el peso al inicio de comenzar la prueba.

**Producción de leche.** Se realizó un pesaje quincenal de la leche, al 100% de los animales, durante el periodo experimental, para determinar la producción por vaca.

**Análisis de laboratorio.** Después de efectuar cada muestreo se enviaron muestras representativas del pasto y los forrajes al laboratorio para determinar la composición química del alimento. Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS), proteína



bruta (PB), fibra bruta (FB), calcio (Ca) y fósforo (P), según las técnicas descritas por la AOAC [1990].

Balance alimentario retrospectivo. Se realizó el balance alimentario retrospectivo para las vacas en producción durante la evaluación, utilizando el programa de computación ANALIT, en su versión 3.0 elaborada por el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Balance alimentario instantáneo. Éste se desarrolló según la curva de Wood, a partir de las producciones de las vacas en los primeros cuatro meses de lactancia, calcular el potencial mínimo esperado en los animales en ordeño de la finca y en las vacas alimentadas con forraje de morera.

## Resultados

En el Cuadro 2 se presenta la composición bromatológica de los pastos y forrajes utilizados. El valor más bajo de PB y el más elevado en FB se observó en el forraje troceado, lo cual pudo estar motivado por la influencia de la época, pues la evaluación se inició en el periodo lluvioso y se concluyó en el de menor precipitación pluvial; y el forraje troceado se entregó en la segunda etapa (Cuadro 2).

Las gramíneas presentaron un contenido aceptable de proteína bruta, si se considera que estas áreas llevaban más de 10 años sin la aplicación de fertilizantes nitrogenados; a su vez, la fibra bruta es un indicador de la calidad del pasto, ya que su incremento obedece a un aumento de las partes menos digeribles de la planta. En el presente trabajo, las gramíneas tuvieron valores de fibra bruta de 29.31% y la leucaena registró 27.5%.

Cuadro 2. Composición bromatológica de las especies (%).

<i>Especies</i>	<i>FB</i>	<i>PB</i>	<i>Ca</i>	<i>P</i>
Gramíneas	29.31	07.01	0.510	0.180
<i>L. leucocephala</i>	27.58	20.86	1.883	0.368
<i>Morus alba</i> entera	16.46	24.74	1.780	0.417
<i>Morus alba</i> troceada	20.80	20.16	2.460	0.787

En la primera etapa, en la que se ofertó el forraje de morera sin trocear, se observó el máximo consumo de MS a los 30 días (10.8 kg), que después se estabilizó (7.6 kg) hasta los 53 días. En la segunda etapa, la oferta se disminuyó paulatinamente, hasta

reducirla al 1% del peso vivo. En el último periodo, cuando se suministró el forraje troceado, hubo un mejor aprovechamiento del material ofertado y se alcanzó un consumo de 5.2 kg de MS por animal (Cuadro 3).

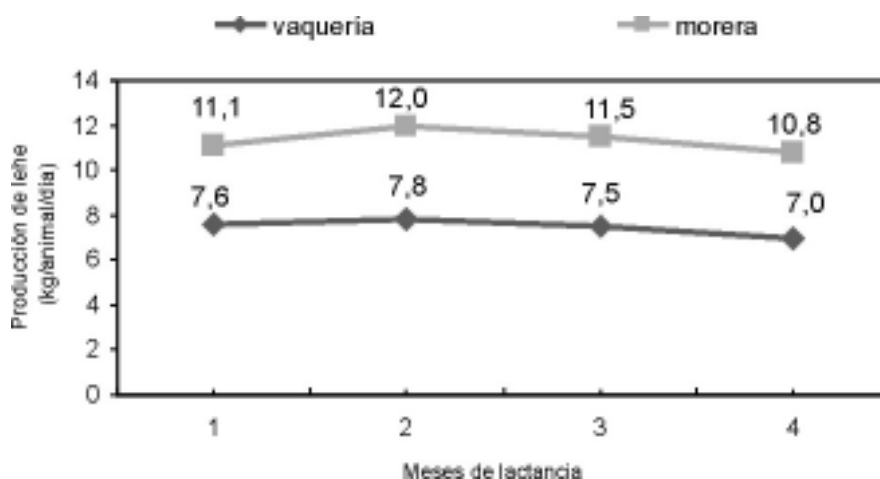
Cuadro 3. Consumo de forraje en los dos periodos experimentales.

	<i>Oferta a voluntad</i>		<i>Oferta restringida</i>	
	<i>Consumo</i>		<i>Fracción</i>	
	Máximo	Estable	Entera	Troceada
Consumo MV kg/vaca/día	46.80	39.40	14.1	15.40
Consumo MS kg/vaca/día	10.88	7.86	3.21	5.12
% PV	2.20	1.70	0.70	1.00

La disponibilidad de pastos (MS/ha/rotación) en el área fue de 3.0 y 2.3 t en el periodo lluvioso y en el poco lluvioso, respectivamente.

En el potencial mínimo esperado, según el balance instantáneo, se observa que la morera puede satisfacer los requerimientos para producciones de más de 11 litros de leche por animal diariamente (Gráfica 1).

Gráfica 1. Potencial mínimo esperado en producción de leche.



En este sentido, en el Cuadro 4 aparece reflejado el balance alimentario retrospectivo de las vacas durante la primera etapa del periodo experimental, cuando se suministró el forraje a voluntad. Se cubrieron los requerimientos de energía, proteína bruta y fósforo; sin embargo, no se cubrieron las necesidades de calcio para ese nivel productivo.

Cuadro 4. Balance alimentario retrospectivo de las vacas. Primera etapa.\*

<i>Alimentos</i>	<i>Consumo</i> <i>kg MS</i>	<i>EM</i> <i>(Mcal/kg MS)</i>	<i>PB</i> <i>(g/kg MS)</i>	<i>Ca</i> <i>(g/kg MS)</i>	<i>P</i> <i>(g/kg MS)</i>
Guinea común	3.27	6.5	206	18.5	7.5
Leucanea	1.80	4.1	369	41.4	4.5
Morera	7.87	8.1	1951	1.4	1.6
<i>Total</i>	<i>12.97</i>	<i>28.7</i>	<i>2527</i>	<i>61.4</i>	<i>13.6</i>
<i>Requerimiento</i>		<i>26.7</i>	<i>1273</i>	<i>61.9</i>	<i>37.7</i>
<b>Diferencia</b>		<b>1.0</b>	<b>1259</b>	<b>-0.4</b>	<b>24.1</b>

\*Producción de leche: 10.6 litros/vaca/día; 3.8% de grasa, periodo lluvioso.

Por otra parte, al realizar el balance retrospectivo de las vacas durante la segunda etapa experimental (Cuadro 5), se comprobó que se cubrieron los requerimientos de todos los nutrientes para ese nivel productivo. Se incrementó el consumo del pasto a partir de que la morera se ofreció solo a razón del 1% de su peso vivo.

Cuadro 5. Balance alimentario retrospectivo de las vacas. Segunda etapa.\*

<i>Alimentos</i>	<i>Consumo</i> <i>kg MS</i>	<i>EM</i> <i>(mcal/kg MS)</i>	<i>PB</i> <i>(g/Kg MS)</i>	<i>Ca</i> <i>(g/kg MS)</i>	<i>P</i> <i>(g/kg MS)</i>
Guinea común	6.91	12.4	391	35.4	14.3
Leucanea	1.80	4.1	369	41.4	4.5
Morera	3.93	9.0	976	0.7	0.8
<i>Total</i>	<i>11.94</i>	<i>25.2</i>	<i>1736</i>	<i>77.5</i>	<i>19.6</i>
<i>Requerimiento</i>		<i>22.6</i>	<i>903</i>	<i>46.9</i>	<i>30.7</i>
<b>Diferencia</b>		<b>2.9</b>	<b>833</b>	<b>30.6</b>	<b>-11.2</b>

\*Producción de leche: 6.0 litros/vaca/día; 3.8% de grasa, periodo lluvioso.

Las producciones promedio de leche en la primera etapa (53 días) fueron de 11.8 kg/vaca/día, sin diferencias significativas cuando se comparó con la segunda etapa (Cuadro 6). La producción de leche promedio —por animal— en los 140 días de evaluación, fue de 10.62 kg/vaca/día; ésta resultó alta en relación con la registrada por las otras vacas en esta misma lechería, que en igual periodo de lactación producían dos litros menos de leche y disponían de suplementos concentrados.

Cuadro 6. Constante mínimo cuadráticas obtenidas según el modelo definido para la producción de leche.

<i>Efecto</i>	<i>Parámetro</i>	<i>ES±</i>	<i>Retransformación</i>	<i>Sign</i>	<i>Producción de leche' (L/vaca/día)</i>
Etapas					
1	0.0952822	0.0474	1.094	10 %	11.8
2	-0.09052822	0.0474	0.913		9.9

<sup>1</sup> Media de producción de leche según criterio de Word [1969] modificado por Menchaca (1980).

## Discusión

La morera es un forraje de alta calidad, con bajos contenidos de fibra y altos en proteína; por lo tanto, es una opción para la alimentación de los vacunos en el trópico, debido a que pueden sustituir los concentrados en los países que los importan y, de esta forma, abaratar los costos de producción. Los resultados de Martín [2004], indican la factibilidad de producir este forraje en las unidades pecuarias, con un costo de producción y de utilización muy inferior al precio de compra del concentrado que se está utilizando en las vaquerías del país.

Este forraje puede entregarse fresco, entero o troceado, o conservar los excedentes al sol y ofrecerlos en los momentos de escasez en forma de harinas [Ojeda *et al.*, 1998].

Rojas y Benavides [1994], en una evaluación del forraje de *Morus* con cabras, concluyeron que su consumo y producción son superiores a los obtenidos en los trabajos realizados con forrajes de otras leñosas, debido a los elevados niveles de digestibilidad de la MS y la PB; ello abre la posibilidad de integrar recursos naturales y ganadería por medio de alternativas agroforestales.

Estos mismos autores informaron valores de energía de 2.6 y 2.7 Mcal/kg MS para dietas de king grass y *Morus sp.* con ofertas de 1.0 y 1.8 kg MS/100 kg PV; mientras que Jegou *et al.* [1994] encontraron altos valores de digestibilidad de la MS y la PB para *Morus sp.* (79.3 y 89.5%, respectivamente).

La Morera posee contenidos de energía metabolizable de 10.2 MJ/kg de MS; estuvo entre los más altos de las plantas estudiadas [Eliel *et al.*, 2002]; sin embargo, en el caso de las gramíneas mejoradas no rebasan de forma general las 2.3 Mcal/kg MS [García-Trujillo y Cáceres, 1984].

El pastoreo restringido a cuatro horas en las áreas de gramíneas compuestas por *P. maximum*, *C. nlemfuensis* y *D. decumbens* en la primera etapa de evaluación, contribuyó a que las vacas dedicaran poco tiempo al consumo de la gramínea e hicieran elevados consumos del forraje de Morera para completar sus requerimientos nutricionales. No obstante, de esta forma, lejos de aprovecharlo como suplemento, se utiliza como voluminoso. La oferta se fraccionó, pues cuando se entregó entero fue más difícil la manipulación por el volumen de forraje que debía suministrarse por animal y se observó que troceado se aprovecha mejor y se incrementa su consumo.

El área de pastoreo, compuesta por *L. leucocephala cv. Perú* y leguminosas herbáceas (en el 10% del área total), contribuyó a la selección de un alimento de mayor calidad, lo cual compensó la disminución de la oferta del forraje de morera, cuyo consumo rebasó el 1.0% del PV. También hubo una mejor estabilidad en el consumo de morera y un menor gasto energético de los animales, cuando se ofertó troceado.

Por su parte, *L. leucocephala* se destacó por su elevado contenido de proteína bruta. En sentido general, los valores hallados fueron superiores al 20% y están dentro de los informados con anterioridad por Milera [2001]. La leucaena es un alimento de elevada calidad en términos de proteína cruda y calcio; asimismo, aceptable en energía y fósforo; además, posee una alta digestibilidad y palatabilidad en comparación con las gramíneas tropicales.

Las producciones de leche obtenidas en este trabajo con animales mestizos son similares a las alcanzadas por Oviedo y Castillo [1999]. Estos autores, en un diseño de corto plazo (cuadrado latino), cuando emplearon morera y concentrado (2.76 y 1% del PV para cada uno), observaron producciones de 13.2 litros/vaca/día y concluyeron que el aporte de energía fue similar en el concentrado y la morera, y que el beneficio económico es superior cuando se emplea el forraje.

No obstante, en la segunda etapa experimental se puso de manifiesto que con abundante disponibilidad de gramíneas mejoradas no es necesaria la oferta *ad libitum*, ni de altos volúmenes de forraje, pues los animales pudieran sustituir el consumo de la gramínea por el de la morera y se desaprovecharía el alto valor nutricional de la planta. Cuando se oferta troceada, disminuye el volumen y el número de viajes en el acarreo; el

consumo es más rápido y se pueden incluir partes menos tiernas que son aprovechadas completamente por los animales.

## Conclusiones

Los resultados demostraron la alta calidad de la morera para utilizarla como forraje para la alimentación de vacas mestizas.

En las condiciones evaluadas es posible obtener producciones de 10 litros por animal diariamente, cuando se utiliza el forraje de morera en adición al pasto de especies mejoradas sin la suplementación de concentrados.

## Recomendaciones

Cuando no exista suficiente disponibilidad de pastos puede entregarse forraje de morera y restringir el pastoreo.

Deben efectuarse estudios de inclusión en diferentes dietas, para evaluar el potencial de este forraje en diferentes razas, así como en sistemas de producción.

## Literatura citada

- AOAC. 1990. *Official methods of analysis* (11<sup>th</sup> Ed.). Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D. C.
- García, D. E. 2003. *Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 120 pp.
- García-Trujillo, R. y Cáceres, O. 1984. *Nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo y racionamiento y requerimiento de los rumiantes*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 pp.
- González, E. y Cáceres, O. 2002. *Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes*. Pastos y Forrajes 25:15.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruiz, J. E.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J. M.; González, J. E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Mesa, A.; Fuentes, E.; Durán, J. L.; Pena, J.; Cid, G.; Ponce, D.; Hernández, M.; Frómeta, E.; Fernández, L.; Garcés, N.; Morales, M. y Suárez, E. 1999. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 pp.
- Jegou, D.; Waelput, J. J. y Brunsciwig, G. 1994. *Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del forraje de Morera* (*Morus sp.*) y *Amapola* (*Malvoruscus arboreus*) en cabras lactantes. En: *Árboles y arbustos forrajeros en América Central* (Ed. J. E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, 155 pp.
- Martín, G. 2004. *Evaluación agronómica de cuatro variedades de Morus alba*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Martín, G.; García, F.; Reyes, F.; Fernández, I.; González, T. y Milera, M. 2000. *Estudios agronómicos realizados en Cuba en Morus alba*. Pastos y Forrajes. 23 (4):323.
- Martínez, J.; Milera, M.; Remy, V.; Yépes, I. y Hernández, J. 1990. *Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial*. Pastos y Forrajes. 13 (1):101.

- Menchaca, M. 1978. *Modelo múltiple con el efecto de curva de lactancia controlado para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras*. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba.
- Menchaca, M. 1980. *Corrección por sesgo en método de Wood para la estimación de la producción de leche en la lactancia total*. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 14:105.
- Menéndez, A. 1985. *Método simple para evaluar hembras lecheras*. Rev. ACPA. 3:13.
- Milera, M. y Menchaca, M. 1987. *Comportamiento de vacas F1 (Holstein x Cebú) en pastoreo de Cynodon dactylon Pers cv. Coastcross-1 con diferentes tiempos de estancia*. Pastos y Forrajes. 10(2):176.
- Milera, M. 2001. *Proyecto de sistemas sostenibles de producción. Informe final*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 76 pp.
- Ojeda, F.; Martí, J.; Martínez, N. y Lajonchere, G. 1998. *Harina de morera: un concentrado tropical*. En: Memoria. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 212 pp.
- Oviedo, F. J. y Castillo, M. 1999. *Utilización del forraje de Morera (Morus sp.) en la suplementación de vacas y terneros de lechería en pastoreo*. En: Agroforestería en el CATIE. Bibliografía anotada. Serie Bibliotecológica y Documentación. Bibliografía No. 27, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 288 pp.
- Rojas, H. y Benavides, J. E. 1994. *Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (Morus sp.)*. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J. E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, 305 pp.
- Stobbs, T. H. 1976. *Factors limiting milk production from grazed tropical pastures (limitations to milk production)*. En: Memoria. Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Acapulco, México. 183 pp.
- Velásquez, C. M.; Gutiérrez, M. A.; Arias, R. y Rodríguez, C. 1994. *El forraje de Morera (Morus sp.) como suplemento en dietas a base de ensilado y sorgo (Sorghum bicolor x S. sudanense) para novillas*. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J. E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, 377 pp.
- Wood, P. D. P. 1969. *Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle*. Anim. Prod. 11:307.

Recibido: Septiembre 6, 2005

Aceptado: Agosto 14, 2007

# Protección y conservación de tortugas marinas de la zona costera de Michoacán, México♦

---

Protection and conservation of marine turtles in the coastal zone of Michoacán State, México

**García-Romero, M. E.<sup>1</sup>, Hernández-Dueñas, L. M.<sup>1</sup>, García-Castañeda, B.<sup>1</sup>, Santos-Soto, A.<sup>1,2</sup> y Meyer-Willerer, A. O.<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 16, Lázaro Cárdenas, Michoacán

<sup>2</sup>Maestría en Acuicultura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima.

<sup>3</sup>Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima.

\*Correspondencia: ameyer@uacol.mx

♦Nota técnica

## Resumen

De julio a diciembre de 2001 se recabaron datos, tanto de huevos recolectados como de tortugas liberadas, en 21 centros tortugueros en algunas playas de Michoacán, México. El objetivo fue determinar la eficiencia de eclosión de huevos colectados y resguardados. Éstos fueron extraídos de nidos y trasladados a corrales; y las crías vivas, vigorizadas, se liberaron una vez que eclosionaron. Los resultados muestran 700 mil tortugas liberadas con un 78% de éxito de eclosión de huevo recolectado. El resguardo de los nidos completos garantiza un mayor nacimiento y viabilidad de crías.

## Palabras clave

Protección, tortuga, nidos, crías, supervivencia.

## Abstract

From July to December 2001 data were obtained from egg collections and releasing of hatched turtles at 21 conservation centers of Michoacán State, México. The objective was to determine the hatching efficiency of collected eggs and the release of small turtles. The extracted eggs from their original nests were transported to protection centers and the recently hatched but dynamic turtles were liberated. Results show 700 thousand released turtles that comprised 78% of survival rate from the total eggs collected. The care of complete nests guarantees a higher clutching and survival rate of the young turtles.

## Key words

Protection, turtle, nests, hatchlings, survival.



Las tortugas son unos de los animales más longevos que aún viven sobre la tierra; se sabe que llegan a vivir hasta 150 años. Crecen lentamente en el medio natural, pasando entre ocho y 50 años para que alcancen la maduración sexual y, a partir de ahí, desovan dos veces por año [Seminoff *et al.*, 2002]. Aunque viven el resto de su vida en los océanos, las adultas tienen que regresar a la costa para poder depositar sus huevos. Ellas regresan a la misma playa en donde nacieron, por lo que deben de nadar hasta esos sitios que están normalmente alejados de aquellos en donde se alimentan [Gardner y Nichols, 2001]. El periodo largo de maduración puede ser la causa para explicar el porqué tarda tanto la recuperación de una población de tortuga marina específica que está amenazada a desaparecer. Los huevos de la tortuga marina requieren de aproximadamente 60 días de incubación.

En México, durante las décadas de 1950 a 1980, la captura y sacrificio de millones de tortugas, y el comercio de sus productos en forma legal, fue el principal factor que influyó en la disminución de las poblaciones tortugueras. En 1977, con el apoyo financiero del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (World Wildlife Foundation) y del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (Fish and Wildlife Service), así como el Instituto Nacional de la Pesca, dieron inicio al Programa de Conservación de la Tortuga Marina en las playas de Colola y Maruata, Michoacán, teniendo como objetivo primario la protección de nidos, crías y adultos de tortuga prieta; incluyendo, además, el marcaje de adultos.

El Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras de la Dirección General de Pesca comenzó la protección sistemática de tortugas marinas al establecer campos tortugueros [Chávez *et al.*, 1967]. A las playas de México arriban a desovar siete de las ocho especies de tortuga marina que existen en el mundo; las siete están en peligro de extinción. Las playas de Michoacán más visitadas son Ixtapilla y Colola [Delgado y Alvarado, 1998], por la prieta (*Chelonia agassizi* Bocourt, 1868), que además es exclusiva de México (Márquez, 1976), por la laúd (*Dermochelys coriacea* Vandelli, 1761) y por la golfina (*Lepidochelys olivacea* Eschscholtz, 1829). De esta última, se han capturado tantas en México, que apareció en la lista de las que están en peligro de extinción, aunque a partir de la ley emitida que prohíbe su caza y recolección de huevos [DOF, 1990], la población se ha estabilizado [Márquez, 1996].

En la actualidad participan 15 estados en la protección de nidos de las siete especies de tortuga marina que desovan en playas mexicanas. Del total de nidos protegidos reportados en México, entre 1998 y 1999, el 99.8 % correspondió a nidos de la prieta; y el 22.7 %, de la laúd en Michoacán. En el caso de ese estado, tema del presente trabajo, uno de los objetivos principales es el que se tiene con el proyecto del Consejo Colegiado para Protección, Conservación y Recuperación de la Biodiversidad y para el Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales en la Costa de

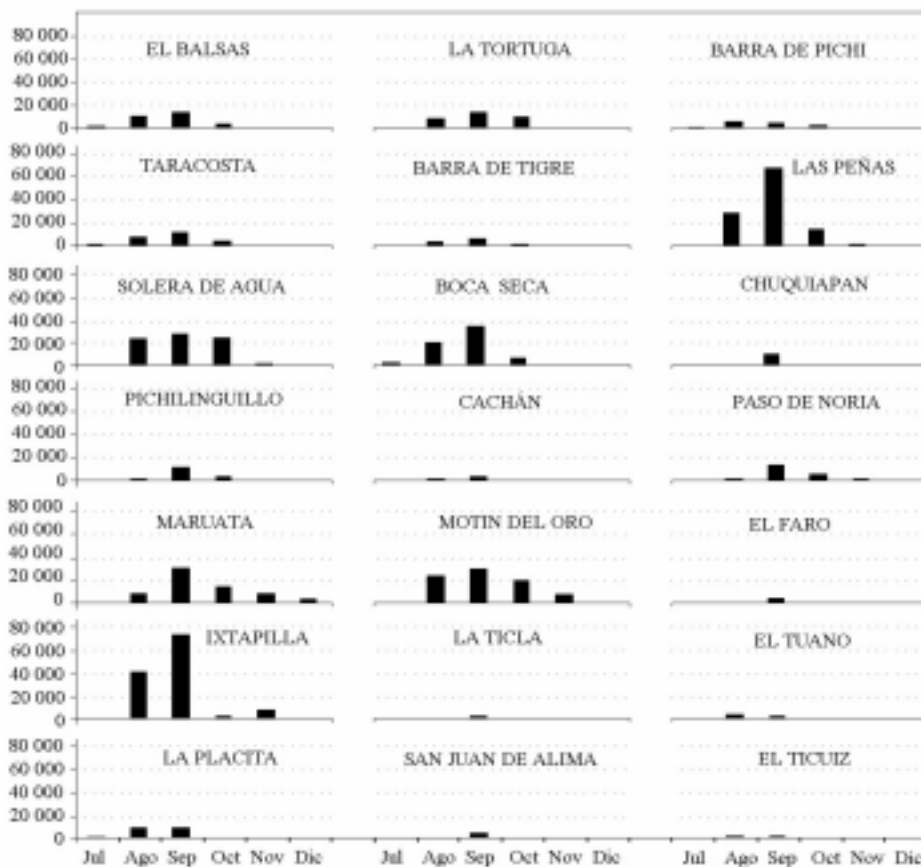
Michoacán. Este Consejo se formó a partir de la sugerencia de grupos en pro de la conservación de este recurso. En este impulso por colaborar en la supervivencia de los quelonios, se usaron técnicas estandarizadas para la recuperación de huevos en las principales playas de anidación del estado de Michoacán.

En el mapa de la Figura 1, se encuentran señalados los sitios donde se localizan las playas de anidación de las tortugas. Las personas que trabajaron en los campamentos salieron todas las noches durante esa temporada; el periodo de estudio fue de julio a diciembre del año 2001. Se recorrieron las playas para el reconocimiento de los sitios de anidación; posteriormente, se recolectaron y llevaron los huevos a los viveros. Se efectuaron los trayectos necesarios para transitar toda la playa, tanto a pie, como en moto. Para cada nido, se utilizó una caja de unicel marcada con un número para su posterior identificación, llenada previamente con la arena de la parte superior del mismo nido. Además, se anotó la posición geográfica precisa del sitio donde se encontró el nido con ayuda de un geoposicionador GPS, así como la cantidad de huevos rescatados. Se marcó cada nido artificial con un número para su futura caracterización. Se llevó una bitácora de cada nido; si se retrasaban en la eclosión —que dura normalmente de 45 a 65 días dependiendo del sitio— la temperatura y la especie de tortuga [Márquez, 1990], se podían guardar los huevos en cajas de unicel hasta su eclosión total. Los corrales estuvieron cercados con una malla de seguridad para evitar la depredación por perros y otros animales.

Finalmente, se efectuó el rescate de las crías de cada nido o, en su defecto, de cada caja de unicel, el conteo de las vivas, de las que no nacieron o que nacieron y murieron; los huevos que no evolucionaron presentaban un olor fétido. A las vivas se les mantuvo en palanganas para su vigorización. Una vez que las tortugas neonatas sobrevivieron este periodo de activación, se esperó a que fuera de noche para soltarlas en la berma de playa, cerca de donde la arena estaba mojada por las olas. A esa hora se evitó una mayor depredación, tanto de cangrejos, como de aves marinas. Se previno en lo más posible el contacto de los humanos con las crías. Se determinaron promedios mensuales de crías soltadas por campamento: a) en los seis campamentos de mayor liberación y b) en los restantes 15 campamentos, además de su respectiva desviación estándar. También se calculó para los 21 campamentos el por ciento de crías liberadas a partir de los huevos totales recolectados.



Figura 2. Sitios en donde se liberaron crías de tortugas vivas durante los meses de julio a diciembre en el año 2001.



Los campamentos que tuvieron mayor porcentaje de liberación, con un superior número de crías vivas por nido, fueron: la de “La Tortuga”, “El Tuano” y “La Placita”, con más de 90% de supervivencia; dato que, en este último sitio, se considera mayor al de Jalisco, de 77.80% para los años 2001 a 2004 [Cupul-Magaña y Aranda-Mena, 2005], siendo este porcentaje prácticamente igual al calculado (77.96%) en el presente estudio para todas las playas estudiadas. Las riberas con mayor mortandad de crías, una vez que eclosionaron, fue la de “El Balsas” con 7.7%, seguida de “La Placita” con 3.6%, “La Tortuga” con 3.4%, “La Ticla” con 2.8%, y la de “Pichilinguillo” con 2.6%. El número de huevos sin eclosionar fue muy elevado en

algunas playas; la de mayor cantidad fue la de “El Cachán” con 66.4%, la de “El Ticuiz” con 51.1%, “Chuquiapan” con 49.5% y “La Ticla” con 47.5%. La playa de “El Tuano” fue la que presentó el mayor índice de eclosión, con 98.8% seguida de “La Placita” con 91.0%, “La Tortuga” con 90.9%, “Barra Tigre” con 89.5% y “El Faro” con 88.3%.

Fueron 411 recolectores de huevos de tortuga que recorrieron las playas durante cada noche, entre julio y diciembre de 2001, recogiendo los huevos puestos por las tortugas. El fenómeno de arribazón que se dio en Michoacán indica que este proyecto de cuidados de las tortugas marinas está teniendo éxito y que de seguir en la misma dirección; es probable que este fenómeno empiece a darse también en otras playas. Se están implementando mejoras en la construcción de corrales y recolección de huevos [Castillo-Vázquez *et al.*, 2005]. De 1982 a la fecha, en dichos campamentos, aproximadamente cinco millones de huevos se han incubado y se han liberado las respectivas crías al mar [Gardner y Nichols, 2001]. Por lo tanto, su principal logro es haber proporcionado condiciones seguras en Michoacán para la cría, anidación y nacimiento de tortugas. Desafortunadamente, en algún hábitat en donde se alimentan y crecen estas tortugas, la tasa de captura de juveniles y adultos es alta. Por ejemplo, en Baja California, la zona más importante de alimentación y desarrollo de las tortugas, se estima que la tasa de mortalidad —debida a la captura intencional y accidental, de adultos y juveniles— es mayor que 35,000 de los diferentes quelonios por año [Gardner y Nichols, 2001]. Por consiguiente, es obvio que la protección de la población de anidación en Michoacán no es suficiente para contrarrestar la tasa de captura en las zonas de alimentación de dichas tortugas.

El esfuerzo que se ha logrado en las playas michoacanas de preservar a las tortugas marinas ha sido gracias a que varias centenas de personas han sido informadas —por autoridades estatales competentes y por académicos de la UMSNH— acerca de la problemática que están pasando estos reptiles. En el año 2001 se liberaron más de 700 mil tortugas pequeñas en los campamentos organizados por personas interesadas en la recuperación de estas especies. Esto representa un 78% de tortugas vivas del total de huevos recolectados y protegidos.

### *Agradecimientos*

La información aquí exhibida es el resultado del esfuerzo de cuantiosas personas a las cuales se les debe agradecer: Leonel Gutiérrez Lorenzo, José Luis Juárez Ruiz, Feliciano Sánchez Pulido, Alfonso Solís Evangelista, Mario Rodríguez Medero, Genaro Carrasco Escalera, Pablo Ramírez Romero, Cirilo Gutiérrez V., José Valencia Valencia, Pedro Vázquez González, Juvenal Arroyo Villa, Vidal Domínguez Chávez, Tranquilino Cruz Flores, José María Martínez, Francisco Reyes Valladares,

Victorino Nemesio P., Gelacio Nemesio Alejo y Miguel Estrada N.; y desde luego, a los habitantes de las comunidades vecinas a las playas de anidación, así como a numerosos voluntarios e instituciones que brindaron su incondicional apoyo.

## Literatura citada

- Castillo-Vázquez, M.; Suárez de Santiago, D.; Valencia-Posadas, I.; Villalobos-Martínez, D. y Vizcaya-López, J. 2005. *Estudio sobre la eficacia de los proyectos de conservación de la tortuga Golfina (Lepidochelys olivacea) en las playas de Oaxaca, Méx., y propuestas para su mejoramiento*. Selecciones Veterinarias México (UNAM). 1:(3):1-8.
- Chávez, R. H.; Contreras, G. y Hernández, D. 1967. *Aspectos biológicos y protección de la tortuga lora, Lepidochelys kempi (Garman), en la costa de Tamaulipas, México*. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. 17:1-40.
- Cupul-Magaña, F. G. y Aranda-Mena, O. S. 2005. *Éxito de eclosión del cocodrilo americano (Crocodylus acutus) y la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en Puerto Vallarta, Jalisco, México*. Revista Electrónica de Veterinaria Vol. VI, No. 10, Oct. 2005.
- Delgado, C. y Alvarado, J. 1998. *Recovery of the black sea turtle (Chelonia agassizi) of Michoacán, México: An Integrated Conservation Approach*. UMSNH and U. S. Fish and Wildlife Service. Final report.
- DOF, 1990. *Acuerdo por el que se establece veda total para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción nacional de los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*. Diario Oficial de la Federación, 31 de mayo de 1990. Secretaría de Pesca y Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México, D. F.
- Gardner, S. C. and Nichols, W. J. 2001. *Assessment of Sea Turtle Mortality Rates in the Bahía Magdalena Region, Baja California Sur, México*. Chelonian Conservation and Biology 4: (1) 197-199.
- Márquez, R. 1976. *Estado actual de la pesquería de las tortugas marinas en México*. Inst. Nal. de Pesca, México. Serie informativa. INP/SI. 83. 22 pp.
- Márquez, R. 1990. *FAO species catalogue: Sea turtles of the World: An annotated and illustrated catalogue of the sea turtle species known to date*. Roma, FAO Fisheries Synopsis, No. 125, Vol. 11:38-48.
- Márquez, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica. (7 tablas, 37 figuras). 194 pp.
- Seminoff, J. A.; Alvarado, J.; Delgado, C.; López, J. L. y Hoeffler, G. 2002. *First direct evidence of migration by an East Pacific green sea turtle from Michoacán, México to a feeding ground on the Sonoran coast of the Gulf of California*. Southwestern Naturalist 47:(2) 314-316.

Recibido: Noviembre 8, 2005

Aceptado: Agosto 18, 2007



Título: *Sueños entre cielos*

Técnica: Esgrafiado, Chapopote sobre estireno

Autor: Adoración Palma "2manoS"

Año: 2007

---

22 • AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2007 • 11(2)

ISSN 0188789-0

# Adulteración de leche pasteurizada con suero de quesería en la ciudad de Aguascalientes

Pasteurized milk adulteration cheese whey in  
Aguascalientes city, México

Reyes, J.;<sup>1</sup> Bon, F.;<sup>1</sup> Moreno, J.;<sup>1</sup> Rubio, C.<sup>1</sup> y Valdivia, A.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ciencias Básicas; <sup>2</sup> Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, CP 20100, Aguascalientes, México.

\*Correspondencia: avaldiv@correo.uaa.mx

## Resumen

La adulteración de la leche con suero de quesería (AL) constituye un fraude al consumidor, competencia desleal al productor y afecta la cadena productiva lechera. La AL es muy difícil de detectar, excepto porque durante el proceso permanece un residuo de caseína denominado glucomacropéptido (GMP). El objetivo de este trabajo fue determinar la AL en leche pasteurizada preferente que se comercializa en la ciudad de Aguascalientes, mediante cuantificación de GMP. Durante el año 2005, mediante un muestreo no estadístico se obtuvieron mensualmente, por triplicado, muestras de ocho marcas de leche, las cuales se analizaron mediante: electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), espectrofotometría de luz visible y cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC); éstas fueron estandarizadas y validadas. Se estableció la incidencia y el porcentaje de adulteración por marca de leche, mes y estación del año. El promedio de muestras positivas fue del  $31.6 \pm 3.2$  % y el volumen promedio de suero añadido en leche fue de  $6.5 \pm 0.47$  %, presentando una alta tendencia estacional, así como diferencias signifi-

## Abstract

The milk adulteration with cheese whey (MA) constitutes a consumer fraud, disloyal competency to producer and it affects milk productive chain. The MA is very difficult of detecting, except because during process a residual of casein named glucomacropéptide (GMP) it remains. The objective was to determine MA in preferential pasteurized milk expended in Aguascalientes City, México, by GMP quantification. During 2005, of eight brands, were monthly obtained by triplicates in non statistical sampling. Samples were analyzed by standardized and validated techniques: polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE), visible light spectrophotometry and high performance liquid chromatography (HPLC). MA incidence and percentage for milk brand, month and year station were detected; the positive samples average was  $31.6 \pm 3.2$  % and added serum volume average was  $6.5 \pm 0.47$  %, showing seasonal variation and significant differences among brands ( $P < 0.01$ ). These results suggest that milk is often adulterated with cheese whey in Aguascalientes, México.



cativas entre marcas ( $P < 0.01$ ). Los resultados sugieren que el suero de quesería es utilizado frecuentemente para adulterar la leche que se expende en Aguascalientes.

### Palabras clave

Glucomacropéptido, HPLC, electroforesis, SDS-PAGE, espectrofotometría.

### Key words

Glucomacropéptido, HPLC, electrophoresis, SDS-PAGE, spectrophotometry.

## Introducción

Un producto se considera adulterado cuando su naturaleza o composición no correspondan con lo que se etiqueta, anuncia, expende, suministra, o cuando no corresponda a las especificaciones de su autorización; o haya sufrido tratamiento que disimule su alteración, se encubran defectos en su proceso, o en la calidad sanitaria de las materias primas utilizadas [Ley General de Salud, 1998].

La adulteración pretende obtener mayores rendimientos en el producto final, con la consecuente ganancia económica; actualmente (2005), el litro de suero se comercializa aproximadamente en \$0.30, mientras que el litro de leche entera (cruda) tiene un costo de \$3.80. Con base en lo anterior, los productos alimenticios son susceptibles de sufrir adulteraciones y la leche no es una excepción.

Existen diversas maneras en las que la leche puede ser adulterada, destacándose los siguientes: la adición de agua, la presencia de agentes neutralizantes y la incorporación de suero de quesería. Para la mayoría de estas adulteraciones existen diversos métodos analíticos que permiten conocer la calidad del producto: para detectar la adición de agua existen principalmente tres métodos: a) refractométrico, b) crioscópico y, c) osmométrico. En el caso de agentes neutralizantes, las más sencillas son las pruebas colorimétricas que usan indicadores de pH como el ácido rosálico o rojo de fenol. Pero, específicamente en la adulteración de leche con suero, no existe una técnica oficial que pueda detectarlo (Pinto *et al.*, 1991).

Un problema analítico complejo ha sido el desarrollo de un método de análisis capaz de detectar una adulteración de la leche que nos permita identificar con un componente de la propia leche, el cual se ha basado en las propiedades físico-químicas de las proteínas, durante el fenómeno de coagulación ocurrida en el proceso de fabricación de los quesos [Nakano y Ozimek, 1999].

Durante la producción de queso por medio de enzimas del cuajo, se lleva a cabo una ruptura entre los aminoácidos 105 y 106 de la k-caseína. Esta hidrólisis tiene como resultado la separación de dos fracciones, una hidrofílica soluble, compuesta por

glucomacropéptido (GMP) que contiene los residuos ácidos, el grupo fosfato y las unidades de carbohidratos y la otra fracción de tipo hidrofóbica e insoluble, denominada para k-caseína [Noa *et al.*, 2005].

El GMP está formado por 64 aminoácidos y su peso molecular es de 6800 Dalton, cuando se encuentra libre de carbohidratos [Noa, 2005]. La gran solubilidad del GMP se deriva del considerable número de grupos hidroxilos de los glúcidos y de los hidroxiaminoácidos presentes [Alais, 1997].

Pinto y colaboradores mostraron (1991) que es posible utilizar al GMP como un índice de suero de queserías adicionado en leche. Este GMP puede detectarse de manera cualitativa por medio de la técnica de electroforesis [Pinto, 1991] y de manera cuantitativa por métodos espectrofotométricos [Fukuda *et al.*, 2004; Nakano y Ozimek, 1999] y mediante HPLC [Noa *et al.*, 2005].

En la ciudad de Aguascalientes se distribuyen principalmente ocho marcas de leche pasteurizada y es de suma importancia que se realice un estudio de control de calidad de las mismas; específicamente, por la posible adulteración con suero, ya que esta práctica fraudulenta es la más reciente de las conocidas, por tal motivo, las técnicas de detección son novedosas e implican conocimientos y equipos modernos. En la actualidad no existe un estudio que reporte la incidencia de adulteración, así como el porcentaje con que se falsea la leche pasteurizada con suero. Motivo por el cual, el objetivo de este trabajo fue determinar la adulteración de leche pasteurizada con suero de quesería comercializada —en la ciudad de Aguascalientes— mediante las técnicas siguientes: SDS-PAGE, HPLC y espectrofotometría de luz visible.

## Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la ciudad de Aguascalientes, México. Se colectaron, mediante el método no estadístico de conveniencia [Cochran, 85], ocho de las marcas comerciales más distribuidas; éstas fueron: “San Marcos”, “Lala”, “La Escondida”, “Al día”, “Sello rojo”, “D’lisa”, “Aguascalientes” y “Valley Foods”.

Las muestras se obtuvieron en puntos comerciales de venta como tiendas departamentales y de abarrotes. Se compró leche pasteurizada preferente en presentación de un litro, con fecha de caducidad vigente, condiciones de refrigeración usuales y sin detección de alteraciones físicas aparentes (color, aspecto, heterogeneidad del contenido, etcétera) en el transcurso de los tres primeros días de cada mes —del año 2005— las ocho marcas comerciales por triplicado, lo que acumuló un total de 288 muestras colectadas. Éstas fueron conservadas en refrigeración (4°C) y se analizaron en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

## Métodos analíticos

Se validaron las técnicas SDS-PAGE, espectrofotometría de luz visible y HPLC para la determinación de GMP, al construir una curva patrón mediante el método de regresión lineal simple a partir de los datos provenientes de leche con diferentes concentraciones de suero puro proveniente de la fabricación de queso en el taller de Lácteos de la UAA. Posteriormente, se realizaron las evaluaciones de las muestras-problema mediante los métodos descritos.

*Electroforesis para GMP (SDS-PAGE).* El procedimiento electroforético fue desarrollado de acuerdo al método de Pinto (1991), el cual, brevemente consistió en precipitar las proteínas de cada una de las muestras de suero por adición de ácido tricloroacético (TCA) al 24%; se agitaron y se dejaron reposar durante un mínimo de dos horas a temperatura ambiente; la mezcla se filtró y en el filtrado se agregó TCA al 50% y se refrigeró durante 24 horas para precipitar el GMP; éste, se recuperó por centrifugación con una fuerza relativa de 9,000 gravedades (xg) durante 10 minutos. El sedimento se lavó con etanol-éter (1:1) y se resuspendió en tris acetato etilendiaminotetracético (EDTA, pH 8.5) y buffer de azul de Bromofenol en sacarosa al 50%. Estas muestras se corrieron en electroforesis con geles continuos de poliacrilamida al 11% de un tamaño de 10 x 10 cm, a 100 volts y a un tiempo de corrida de 50 minutos. Los geles se tiñeron con azul de Coomassie y se destiñeron con metanol: ácido acético:agua (40:10:50) para visualizar la banda correspondiente al GMP.

*Espectrofotometría para GMP.* Siguiendo el método descrito por Fukuda *et al.* [2004], se les añadió TCA al 24% a las muestras. Después de un periodo de reposo, se filtraron y se les añadió ácido fosfotungstico. Se centrifugaron a 3,150 x g y los precipitados, se lavaron con metanol y se añadió ácido acético y ninhidrina. Las muestras se sometieron a baño maría (95°C) y se enfriaron rápidamente hasta temperatura ambiente (25°C). Se leyeron a 470 nm en un espectrofotómetro UV-VIS de doble haz, marca GBC, modelo Cintra 10e.

*HPLC para GMP.* Siguiendo la metodología propuesta por Fukuda *et al.* [2004], se les añadió a las muestras TCA al 24 % en agitación constante. Se reposaron las muestras y se filtraron. El filtrado se inyectó (20 µL) en un equipo Perkín Elmer series 200, con detector de arreglo de diodos, longitud de onda de 210 nm de la banda de luz visible, con una columna de exclusión en gel (4.6 mm por 25 cm). Se utilizó un flujo de 1.0 mL/minuto de la fase móvil (solución estándar de fosfatos; pH de 6.0 y 21.4 g/L de sulfato de sodio).

## Análisis de datos

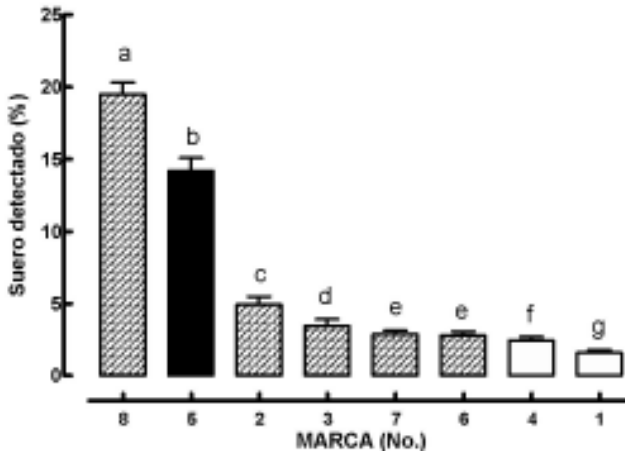
Los datos fueron capturados en una hoja electrónica de cálculo y se analizaron mediante el módulo de modelos lineales generales del software *Statistical Analysis*

System [SAS, 1999] empleando estadística paramétrica para los resultados de espectrofotometría, y de HPLC la cantidad de suero añadido por marca de leche, mes y estación del año; mientras que con los resultados de la técnica de electroforesis se construyó un índice porcentual de adulteración y se consideró también como variable aleatoria paramétrica. Las curvas de calibración se sometieron a un análisis de regresión lineal considerando la concentración de suero de quesería añadido como la variable independiente y la lectura del espectrofotómetro y del cromatógrafo, se consideraron como variable respuesta. Se construyó una recta de regresión en el rango de concentración de GMP esperado y con la fórmula se estimó la concentración de suero presente en las muestras-problema.

## Resultados

La evaluación de la adulteración de la leche con suero de quesería en Aguascalientes mediante la identificación del compuesto glucomacropéptido, derivado de la liberación de una fracción soluble de la caseína durante el proceso de fabricación del queso, mostró que todas las marcas comerciales de leche pasteurizada emplearon este procedimiento, al menos una vez durante el año (Figura 1). Sin embargo, en cinco de las ocho marcas analizadas la adición detectada fue reducida (1.58-4.9 %), mientras que dos de ellas la concentración estimada de suero añadida fue muy alta ( $19.5 \pm 0.85$  y  $14.2 \pm 0.91$ ) a lo largo del periodo anual observado.

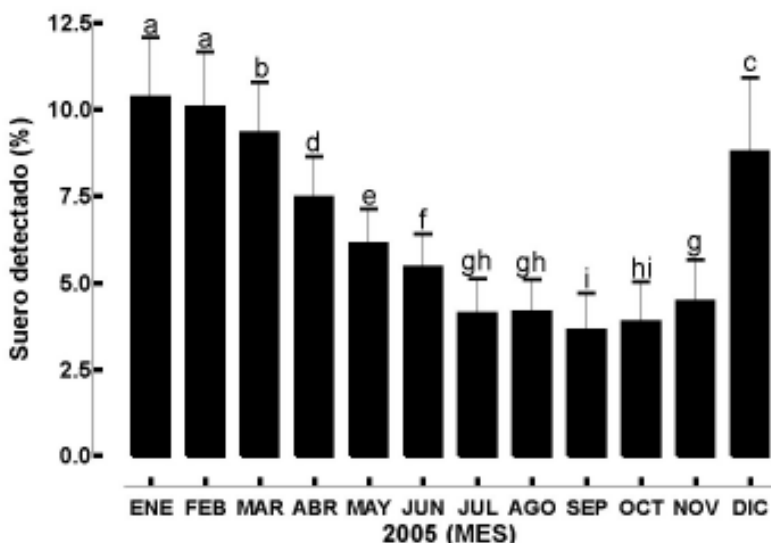
Figura 1. Estimación de la concentración de suero de quesería en ocho marcas comerciales de leche pasteurizada expendida en la ciudad de Aguascalientes.



Detección por espectrofotometría. Media  $\pm$  EE. Barras con literales diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas a la prueba de rango estudentizado de Tukey ( $P < 0.05$ ).

La adulteración de la leche pasteurizada con suero de quesería varió a lo largo de las estaciones del año (Figura 2), encontrando que en invierno la concentración de suero fue más alta que en el verano, ya que septiembre fue el mes con menos adulteración detectada ( $3.6 \pm 1.10 \%$ ), mientras que enero mostró la concentración más alta ( $10.3 \pm 1.75 \%$ ). Se observó una cantidad de suero añadido muy diverso entre las marcas, lo cual ocasionó un aumento del coeficiente de variación que alcanzó  $64.6 \%$  en el año.

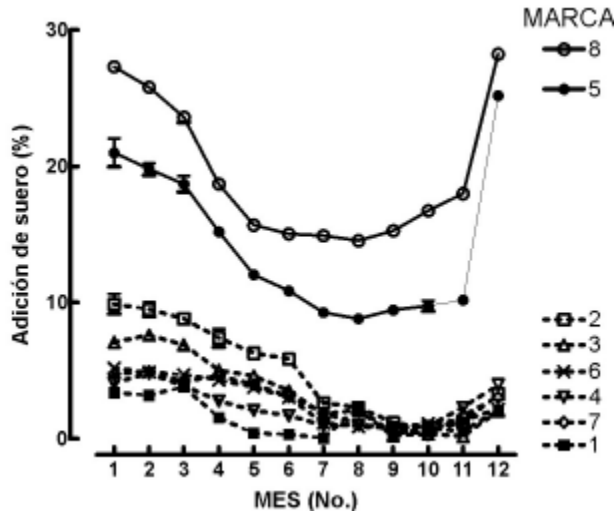
Figura 2. Estimación de la concentración de suero de quesería en leche pasteurizada expendida en la ciudad de Aguascalientes durante el año 2005.



Detección por espectrofotometría. Media  $\pm$  EE. Barras con literales diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas a la prueba de rango estudentizado de Tukey ( $P < 0.05$ ).

Esta variación mensual de la concentración de suero de quesería, añadido a la leche pasteurizada para su adulteración, se redujo cuando se analizó de manera separada la variación estacional entre las marcas de leche (Figura 3). La mayor adulteración se observó en las marcas Cinco y Ocho, las cuales presentaron concentraciones de suero añadido hasta de un  $28.2 \pm 0.09 \%$ . Las demás marcas presentaron adulteraciones menores, aunque también considerable ( $0.08 \pm 0.04$  a  $9.9 \pm 0.73$ ).

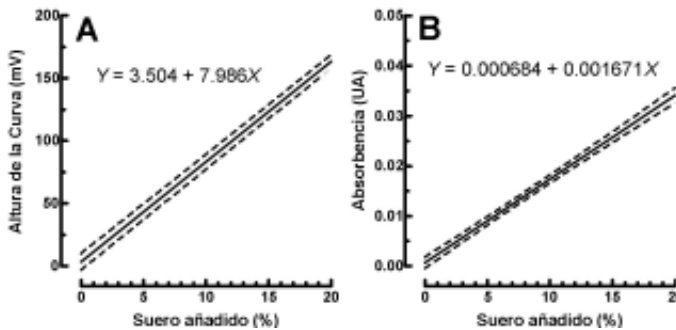
Figura 3. Estimación mensual de la concentración de suero de quesería en leche pasteurizada de ocho marcas expandidas en la ciudad de Aguascalientes durante el año 2005.



Detección por espectrofotometría. Media  $\pm$  EE.

Las técnicas utilizadas para la detección de la adulteración de la leche pasteurizada mediante la adición de suero de quesería tuvieron buena concordancia (92.5%) para descubrir muestras con concentraciones superiores al 2%. Especialmente la espectrofotometría y la cromatografía de líquidos de alta eficiencia fueron útiles al arrojar resultados cuantitativos. No obstante, debido a que el mínimo nivel de sensibilidad (HPLC) se ubicó en 0.75 %, las muestras que estuvieron por debajo de este rango fueron consideradas como sospechosas. En la Figura 4 se observan las curvas de calibración por HPLC y cromatografía; la espectrofotometría tuvo un nivel de detección del 1.85% de suero añadido (Cuadro 1), mientras que la electroforesis detectó muestras con concentraciones iguales o superiores a 5.0 %. La detección de GMP por estas técnicas permitió calcular la cantidad de suero añadido a las diferentes marcas de leche pasteurizada. Se encontró que el promedio general de suero añadido de las ocho marcas de leche pasteurizada —durante el año 2005— fue de 6.5 %, presentando una alta dispersión. La técnica de SDS-PAGE mostró que la cantidad de muestras positivas fue en promedio del  $36.5 \pm 41.3$  % del total de marcas de leche analizadas.

Figura 4. Curvas de calibración de la concentración de suero de quesería en leche pasteurizada mediante A: cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) y B: espectrofotometría.



Se muestra la recta de regresión (línea sólida) y el intervalo de confianza al 95 % (línea punteada). Condiciones cromatográficas: Inyección de 20  $\mu$ L, columna de exclusión en gel (4.6 mm por 25 cm), flujo de 1.0 mL/minuto de la fase móvil (solución estándar de fosfatos; pH de 6.0 y 21.4 g/L de sulfato de sodio), detector de arreglo de diodos, longitud de onda de 210 nm de la banda de luz visible. mV = milivolts; UA = Unidades de absorbancia.

Cuadro 1. Concentración y frecuencia de suero de quesería (media  $\pm$  EE) en ocho marcas de leche pasteurizada preferente, estimado por tres técnicas analíticas.

Marca comercial de leche	Espectrofotometría (% Concentración)	Cromatografía de líquidos (% Concentración)	Electroforesis en gel (% Muestras)
1	1.58 $\pm$ 0.22	1.35 $\pm$ 0.37	5.6 $\pm$ 3.9
2	4.90 $\pm$ 0.56	2.20 $\pm$ 0.48	16.7 $\pm$ 6.3
3	3.50 $\pm$ 0.45	1.11 $\pm$ 0.42	8.3 $\pm$ 4.7
4	2.50 $\pm$ 0.24	3.10 $\pm$ 0.39	0.0 $\pm$ 0.0
5	14.20 $\pm$ 0.91	13.70 $\pm$ 0.90	100.0 $\pm$ 0.0
6	2.80 $\pm$ 0.28	1.77 $\pm$ 0.19	11.1 $\pm$ 5.3
7	2.90 $\pm$ 0.27	2.40 $\pm$ 0.31	11.1 $\pm$ 5.3
8	19.50 $\pm$ 0.85	20.00 $\pm$ 0.95	100.0 $\pm$ 0.0
Promedio	6.50 $\pm$ 0.47	5.70 $\pm$ 0.50	31.6 $\pm$ 3.2
Probabilidad > F	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
R-cuadrada (%)	99.8	88.9	87.1
Coefficiente de Variación (%)	63.0	67.5	64.6
Nivel de detección (%)	1.85	0.75	5.0

## Discusión

En este estudio se detectó que la leche pasteurizada preferente que se comercializa en la ciudad de Aguascalientes contenía una adulteración con suero de quesería en concentración promedio de 5.7 a 6.5 % y con una frecuencia promedio de muestras positivas de 31.6 %. El hecho de que las marcas comerciales de leche preferente pasteurizada, en nuestro conocimiento, es la primera vez que se reporta en esta ciudad; sin embargo, ya ha sido señalada la adulteración en otros lugares. Por ejemplo, Galindo-Amaya *et al.* [2006] demostraron, mediante electroforesis en gel de poliacrilamida duodecil sulfato de sodio, la contaminación de leche pasteurizada en cinco de diez marcas comerciales de leche expendidas en Maracaibo, Venezuela.

También con esta técnica, Alácazar y colaboradores [2000] demostraron que en la ciudad de México se presenta la adulteración de leche con suero de quesería en tres marcas de leche deshidratada, dos de leche entera y una de leche descremada; ellos encontraron una frecuencia de 14.8 % de muestras positivas. Lo anterior sugiere que la adulteración de la leche es una práctica común que ocasiona un fraude al consumidor al no cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM-155-SCFI-2003, apartado 9.1.2) ni con la legislación sanitaria vigente (Ley General de Salud, 2007; artículo 206).

Este fraude al consumidor no implica necesariamente un daño a la salud, pues como lo ha señalado por Brody [2000], las proteínas lácteas y sus derivados poseen una gran variedad de funciones biológicas. De tal forma que su consumo parece no poner en riesgo la salud del consumidor; sin embargo, la adquisición y consumo de un producto alimenticio debe ser una decisión soberana del consumidor y no un engaño del fabricante que la etiqueta no ostenta en el contenido real del producto.

En el presente estudio se observó que la adulteración de la leche pasteurizada con suero de quesería presenta una tendencia estacional con mayor frecuencia y concentración en la temporada invernal así como los menores valores en el verano. La estacionalidad de la producción lechera ya ha sido demostrada en vacas Holstein [de Vries y Risco, 2005] en un estudio de larga duración (1976-2002), con 1552 hatos mostró que la producción se incrementa en primavera y desciende en el otoño, alcanzando los valores máximos en el verano y los mínimos durante el invierno. Ello permite suponer que en el invierno el precio de la leche se incrementa al disminuir la producción lechera pero se mantiene estable la demanda del alimento.

Palacios [2002] ha mostrado que la leche de vaca es un producto inelástico en cuanto a su precio, es decir, que la cantidad demandada no varía claramente en función del incremento o decremento de su precio. Por lo anterior, se puede suponer que en el invierno una alternativa para que la industria lechera pueda mantener fijos sus precios,



consiste en recurrir a utilizar el suero de quesería para completar los volúmenes de venta y aprovechar la dificultad instrumental que significa la detección de este tipo de adulteración.

Las técnicas de espectrofotometría, cromatografía de líquidos y de electroforesis utilizadas en este estudio, para detectar la adulteración de la leche con suero de quesería, se basan en el principio de que la leche recién ordeñada y adecuadamente pasteurizada no contiene el glucomacropéptido y que este compuesto se produce durante el proceso de coagulación de la leche, indispensable para la fabricación del queso [de Vries y Risco, 2005].

Algunos autores [Fukuda *et al.*, 2004; Pinto, 1991; Noa *et al.*, 2005] han mostrado que dichas técnicas instrumentales son apropiadas para detectar el GMP de origen lácteo y, por lo tanto, son útiles para identificar y cuantificar la adulteración de la leche con suero de quesería. En el presente estudio se observó una alta concordancia entre las técnicas (92.5 %), por lo que los resultados de la frecuencia y concentración de suero de quesería añadido a las diferentes marcas pudieran considerarse como indicativos del fraude al consumidor al venderle un preparado de origen lácteo en calidad de leche pura de vaca, como se ostenta en el etiquetado.

Aunque el GMP se produce solamente durante el proceso de desnaturalización de la proteína, se ha detectado la cantidad de grasa en la leche [Calvo, 2002] y las condiciones de pasteurización [Silva-Hernández *et al.*, 2004] pueden provocar la aparición de cantidades pequeñas de este compuesto, sin que exista necesariamente una adulteración. Por lo que existe la posibilidad que los valores pequeños (< 1.0 %), detectados en este estudio, en realidad estén reflejando la precisión de los procesos de recepción y pasteurización de la leche; por lo cual sería conveniente analizar la generación, *in situ*, de GMP durante todo el proceso, desde la ordeña hasta la conservación en el punto de venta.

En este estudio, dos marcas comerciales de leche mostraron una concentración muy alta de suero de quesería (> 10%) durante todo el año y no hay duda de su etiquetación fraudulenta; sin embargo, todas las marcas comerciales mostraron valores superiores a los límites de detección al menos en el periodo invernal, por lo que los resultados permiten suponer que la adulteración de la leche con suero de quesería es una práctica común en la agroindustria nacional que distribuye leche pasteurizada en la ciudad de Aguascalientes.

## Conclusiones

Se encontró adulteración en las ocho marcas comerciales de leche pasteurizada preferente, lo que sugiere acción fraudulenta en contra del consumidor. La

magnitud de tal acción contra el consumidor puede expresarse en términos de que el  $31.6 \pm 3.2$  % de las muestras de leche pasteurizada preferente, comercializadas en la ciudad de Aguascalientes presentaron adulteración con suero de quesería en una concentración promedio de  $6.5 \pm 0.47$  %. Las técnicas de HPLC y electroforesis (SDS-PAGE) utilizadas son útiles para detectar la adulteración de la leche; aunque es más recomendable —para la mayoría de los casos— la espectrofotometría, ya que tiene las ventajas de que es una técnica cuantitativa, rápida (15 horas), sencilla, económica y su nivel de detección es adecuado (1.85 %).

## Literatura citada

- Alais, C. 1997. *Ciencia de la leche*. Primera edición, México: CECSA. 594.
- Alcázar-Montañés, C. D.; Rosas-Ramírez, J.; Jaramillo-Arango, C. J. y Peña-Betancourt, S. D. 2000. *Detección de glucomacropéptido (GMP) como indicador de adulteración con suero de quesería en leche deshidratada*. Veterinaria México. 31: 217-222.
- Brody, E. P. 2000. *Biological activities of bovine glycomacropeptide*. British Journal of Nutrition. 84 Suppl. 1: S39-S46.
- Calvo, M. M. 2002. *Influence of fat, heat treatments and species on milk rennet clotting properties and glycomacropeptide formation*. European Food Research and Technology. 214: 182-185.
- Cochran, W. G. 1985. *Técnicas de muestreo*. 5ta. Edición. Ed. México: Continental. 513.
- De Vries, V. A. y Risco, C. A. 2005. *Trends and seasonality of reproductive performance in Florida and Georgia dairy herds from 1976 to 2002*. Journal of Dairy Science. 88: 3155-3165.
- Fukuda, P. S.; Roig, M. S. y Prata, L. 2004. *Correlation between acidic ninhydrin and HPLC methods to evaluate fraudulent addition of whey in milk*. Lait. 84: 501-512.
- Galindo-Amaya, L.; Valbuena-Colmenares, E. y Rojas-Villarreal, E. 2006. *Standardization of glycomacropeptide detection with SDS-PAGE as a milk adulteration index*. Revista Científica-Facultad de Ciencias Veterinarias. 16: 308-314.
- Nakano, T. y Ozimek, L. 1999. *Determination of sialic acid by the thiobarbituric acid reaction in sweet whey and its fractions*. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 47: 2613-2616.
- Noa, M.; Pérez, N.; Díaz, G. y Vega, S. 2005. *Análisis de Glicomacropéptido (GMP) de suero de quesería en leche por HPLC*. Cromatografía de Gases y de Líquidos de Alta Resolución: Aplicación en el análisis de alimentos. Serie Académicos CBS No. 57. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Palacios, V. H. 2002. *La industria cárnica y láctea en México*. Problemas del desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía. 33: 91-112.
- Pinto, C. M.; Casadini, V. S.; Brito, C. C.; Molina, C. H. e Israel, A. L. 1991. *Detección de sólidos totales de suero de quesería en leche pasteurizada y leche en polvo por electroforesis en gel de poliácridamida-SDS*. Alimentos. 16:23-31.
- SAS. Institute Inc. 1999. SAS/STAT-MR, Release 8.0. *Procedures guide*. Cary, N. C.: SAS Institute, Inc. 1643 p.
- Secretaría de Economía. 2003. *Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Denominaciones, especificaciones físicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación, 11 de agosto de 2003: 7-44.
- Secretaría de Salud. 1998. *Ley General de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario, de actividades, establecimientos, productos y servicios*. 15ª Ed. México: Porrúa, p. 173-238.

Secretaría de Salud. 2007. *Ley General de Salud*. Reforma al texto del 7 de febrero de 1984. Diario Oficial de la Federación, 19 de junio de 2007: 87.

Silva-Hernández, E. R.; Nakano, T.; Verdalet-Guzmán, I. and Ozimek, L. 2004. *Comparison of glycomacropeptide isolated from raw and pasteurized goat milk*. *Milchwissenschaft-Milk Science International*. 59:27-31.

Recibido: Junio 13, 2006

Aceptado: Agosto 20, 2007

# Respuesta productiva de una pastura de gramas nativas bajo pastoreo rotacional intensivo en clima cálido húmedo

Productive response of a native pasture under intensive rotational grazing on a hot and humid climate

**Alonso-Díaz, M. A.; Castillo-Gallegos, E.\* Basurto-Camberos, H.; Jarillo-Rodríguez, J. y Valles-de la Mora, B.**

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Carretera Federal Martínez-Tlapacoyan km. 5 1/2. Apartado postal 136, Martínez de la Torre, Ver. México, C. P. 93600.

\*Correspondencia: pime11302002@yahoo.com.mx

## Resumen

En el trópico húmedo de Veracruz se estimó la respuesta productiva de una pastura de gramas nativas bajo pastoreo rotacional intensivo, con ganado Cebú Brahman, de junio de 1994 a mayo de 1997, con periodos variables de ocupación (1-3 días) y recuperación (10-151 días). Se muestrearon seis divisiones ( $3.0 \pm 0.5$  ha/división). La MS presente, antes y después del pastoreo en sequía (marzo-junio; 2,135 y 1,402 kg/ha), fue inferior a “nortes” (noviembre-febrero; 2,846 y 1,909 kg/ha) y lluvias (julio-octubre; 2,844 y 1,864 kg/ha), sin diferencia entre sí. Se encontraron diferencias para peso vivo del becerro en sequía, lluvias y “nortes” (71, 142 y 161 kg/cabeza). La carga animal en sequía (2.0 unidades animal [UA = 450 kg de peso vivo]/ha) fue inferior a la de “nortes” (2.4 UA/ha) y lluvias (2.3 UA/ha) que no difirieron entre sí. La época no afectó el contenido de: proteína cruda de la MS presente antes del pastoreo ( $9.3 \pm 1.7\%$ ), los días de recuperación ( $50 \pm 26$ ), el

## Abstract

In the humid tropic of Veracruz state the productive response of a native pasture under intensive rotational grazing was estimated, using Zebu Brahman cattle, during the period of June 1994 to May 1997, with variable grazing (1-3 days) and recovery (10-151 days) periods. Six paddocks, ( $3.0 \pm 0.5$  ha/division) were sampled. The standing DM before and after grazing for the dry season (March-June; 2,135 and 1402 kg/ha) were lower than those of the northern wind (November-February; 2,846 and 1,909 kg/ha) and rainy (July-October; 2,844 and 1,864 kg/ha) seasons, which did not differ between them. The live weight of the calf differed between seasons: 71 (dry), 142 (rainy) and 161 (northern wind) kg/head. The stocking rate in the dry season (2.0 animal units [AU = 450 kg of LW]/ha) was lower than those of northern wind (2.4 UA/ha) or rainy (2.3 UA/ha) seasons, which did not differ among them. The season did not affect crude protein of the standing DM before grazing ( $9.3$

peso vivo de la vaca ( $397 \pm 11$  kg/cabeza), la tasa absoluta de crecimiento ( $41 \pm 33$  kg MS/ha/día), la disponibilidad de MS ( $5.8 \pm 2.6$  kg MS/100 kg PV), el consumo de materia seca ( $2.3 \pm 1.5$  kg MS/100 kg PV) y grado de uso de la MS disponible ( $40 \pm 22\%$ ). La carga animal media del presente estudio duplicó la tradicional de 1.0 UA/ha para gramas nativas, lo que sugiere un potencial productivo mayor de estas pasturas en la región.

### Palabras clave

Manejo del pastoreo, capacidad de carga, calidad del forraje, consumo de forraje.

$\pm 1.7\%$ ), days of recovery per division ( $50 \pm 26$ ), live weight of the cow ( $397 \pm 11$  kg/head), absolute crop growth rate ( $41 \pm 33$  kg DM/ha/day), available DM ( $5.8 \pm 2.6$  kg DM/100 kg LW), dry matter intake ( $2.3 \pm 1.5$  kg DM/100 kg LW), and degree of use of available DM ( $40 \pm 22\%$ ). The mean stocking rate of the present study was twice the traditional (1.0 AU/ha), suggesting a higher productive potential for native grass pastures in this region.

### Key words

Pasture management, stocking rate, forage quality, forage intake.

## Introducción

Las gramas nativas de la llanura costera del Golfo de México comprenden alrededor del 70% de toda la vegetación de pastoreo, mientras que el resto de la superficie dedicada a la ganadería está ocupada por pastos naturalizados o introducidos como Guinea (*Panicum maximum*) y estrella de África (*Cynodon plechtostachyus*) [Ramos, 1983], así como otros de introducción reciente de los géneros *Brachiaria* y *Panicum* producidos en Colombia; por CIAT los primeros, y en Brasil —por EMBRAPA— los segundos, los cuales se están popularizando rápidamente [Enríquez y Castillo, 1996].

Existe la noción generalizada de que las gramas nativas tienen un bajo valor nutricional [Valles *et al.*, 1982], pero esto se encuentra altamente influenciado por el manejo que reciben. Por ejemplo, una pastura de grama nativa con 20 días de recuperación presentó 9.8% de proteína cruda y 72% de digestibilidad de la MS, valores altos para pastos tropicales [Sosa *et al.*, 2001]. Lo que es un hecho, es su respuesta modesta a la fertilización nitrogenada, en comparación con pasturas de gramíneas introducidas [Fisher *et al.*, 1992].

La producción y calidad de la MS de las gramas nativas es fuertemente estacional, debido a los patrones estacionales de lluvia y temperatura que presenta la región costera Veracruzana [García, 1988], que presenta tres épocas definidas: lluvias, de julio a octubre, con alta precipitación (60% del total anual de 1,991 mm) y alta temperatura;

los “nortes”, de noviembre a febrero, presentan 30% de la lluvia anual, además de temperaturas relativamente bajas en enero y febrero, que retrasan considerablemente el crecimiento del pasto, siendo éste periodo el más crítico; la sequía, de marzo a junio, presenta sólo 10% de la precipitación pluvial, pero altas temperaturas, por lo que cuando hay buena distribución de lluvias, no hay escasez de forraje. Este ciclo causa altibajos en la productividad del ganado, cuyas consecuencias no han sido del todo investigadas [IMTA-UNAM, 1992].

En el caso de animales cuyo único alimento es el forraje cosechado en el pastizal, es preciso conocer la disponibilidad de MS y la tasa de crecimiento del pasto durante el año, con el fin de efectuar ajustes en carga animal que sean congruentes con los cambios estacionales en el crecimiento del pasto [Hodgson, 1990].

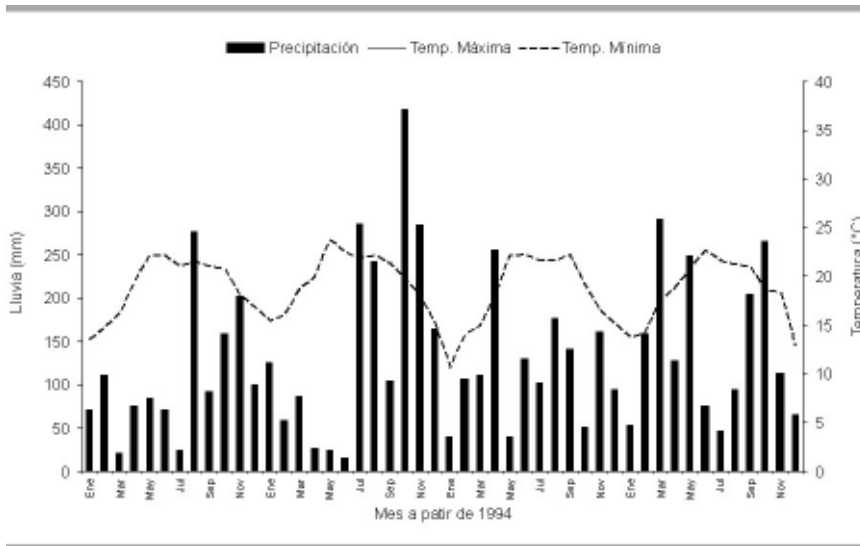
El objetivo del presente estudio fue estimar la tasa absoluta de crecimiento, el contenido de proteína cruda del forraje disponible para pastoreo y el consumo de MS de gramas nativas que permitan estimar la capacidad de carga anual y estacional de las gramas nativas y que, finalmente, esto sirva de guía de decisión para asignar la carga animal apropiada a este tipo de vegetación en la región centro-norte del estado de Veracruz.

## Materiales y métodos

*Sitio del estudio.* El estudio se efectuó en el Módulo de Producción de Vaquillas F1 (Holstein x Cebú) del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. El sitio se localiza en el km 3.5 del camino vecinal Congregación Independencia-Novara, en el municipio de Atzalan, en el estado de Veracruz (19° 50' de latitud norte, 97° 1' de longitud oeste; a una altura de 150 msnm).

*Clima y suelo.* El clima es cálido y húmedo Af (m)w”(e) (García, 1988). La oscilación térmica es extremosa: 7 a 14°C, y la precipitación media anual es de 1,991 mm  $\pm$  392 mm. El alto coeficiente de variación para la precipitación mensual (50%) indica poca confiabilidad en la lluvia (Figura 1). La región presenta las tres épocas climáticas (“nortes”, sequía y lluvias) descritas en la sección anterior. Los suelos son arcillosos y de reacción neutra, que tienden a inundarse temporalmente en las zonas bajas.

Figura 1. Precipitación mensual y temperaturas máximas y mínimas entre enero de 1994 y diciembre de 1997.



**Superficie y manejo del área de estudio.** El área total del módulo comprendió 114 ha de gramas nativas, con dominancia de los géneros *Paspalum*, *Axonopus*, *Cynodon*, *Desmodium* y *Calopogonium*. El terreno no se fertilizó por lo menos en los cinco años previos al estudio ni durante éste. El pastoreo fue rotacional intensivo, con tiempos variables de ocupación que nunca excedieron los 3 días y periodos de recuperación, cuyo rango fluctuó entre los 10 y los 151 días; se procuró que a medida que el tiempo avanzara de la época de lluvias hacia las de “nortes” y sequía, los tiempos de ocupación se fueran prolongando para incrementar la longitud de la recuperación, tratando de compensar la reducción en tasa de crecimiento en el periodo crítico.

**Ganado y su manejo.** Las vacas fueron Cebú Brahman, que parieron becerros F1 Holstein x Cebú. Se usó empadre estacional por inseminación artificial, pretendiendo que los partos coincidieran con la época de mayor disponibilidad de forraje para asegurar los requerimientos de MS del ganado. El número de vacas aumentó inmediatamente antes del empadre (junio a agosto), al incorporarse algunos reemplazos y se mantuvo hasta noviembre. Los nacimientos se iniciaron a fines de febrero y concluyeron a fines de mayo, destetando a los becerros a los seis meses de edad, entre agosto y noviembre. En noviembre se verificó la preñez, desechando las vacas vacías. El peso promedio por

vaca se incrementó de 370 kg al inicio del estudio, a 425 kg al final. Los becerros destetados salieron del Módulo en enero o febrero de cada año, y durante su permanencia en el Módulo pesaron, en promedio, 75 kg. Esto hizo que la carga animal disminuyera durante la época crítica. El ganado no se suplementó durante el estudio.

*Periodo de evaluación.* Se efectuaron mediciones de junio de 1994 a mayo de 1997 (36 meses). Durante este tiempo se realizaron un total de 167 muestreos de materia seca presente, 85 para *antes* del pastoreo y 82 para *después*. En 1994 se realizaron 15 muestreos antes y 14 después del pastoreo; en 1995 y 1996 se efectuaron 25 y 31 muestreos tanto antes como después, respectivamente; en tanto que en 1997 se muestreó 14 veces antes y 12 veces después. Por época del año, en lluvias se muestreó 31 veces tanto antes como después; en “nortes”, fueron 26 veces para antes y 25 para después; finalmente para sequía, las cifras respectivas fueron 28 y 26. Durante el periodo experimental se midieron las temperaturas máxima ( $T_{max}$ , °C), mínima ( $T_{min}$ , °C) y la precipitación (PP, mm).

Las variables de respuesta medidas en la pastura fueron la MS presente antes y después del pastoreo, así como el contenido de PC de la primera, el peso de los animales y los días de recuperación de la división. Éstas y otras variables de respuesta derivadas de las mismas, se describen a continuación.

*Materia seca presente.* Los muestreos se realizaron antes (MSPAP, kg/ha) y después (MSPDP, kg/ha) del pastoreo en seis divisiones cuya área (por división) estaba en un rango de 2.5 a 3.9 ha, con una media de 2.98 ha y una desviación estándar de  $\pm 0.52$  ha; en total las seis divisiones comprendieron 17.88 ha que representó el 15.7% de las 114 ha usadas para el pastoreo. Esta variable se estimó en cada división, por medio de la técnica del rendimiento comparativo [Haydock y Shaw, 1975], usando cinco puntos para la ecuación de calibración de calificación visual *vs.* RMS, y ochenta calificaciones visuales del RMS por división. El área del cuadrante utilizado para elaborar la ecuación de calibración y las calificaciones visuales fue de  $0.25 \text{ m}^2$  (0.5 m x 0.5 m).

*Contenido de PC.* Del material colectado antes del pastoreo (MSPAP), se tomaron muestras para determinar el contenido de materia seca y proteína cruda. El forraje fue secado a  $60^\circ \text{ C}$  hasta peso constante, se pesó y molió ( $\approx 2 \text{ mm}$ ), para luego ser analizado por duplicado para proteína cruda ( $\text{PC} = \text{N} \times 6.25$ , % de la MS).

*Días de recuperación de la pastura.* Los días de recuperación (DRE) se registraron según se desarrolló el pastoreo de cada división durante el año.

*Peso vivo de los animales.* Los animales fueron pesados aproximadamente cada mes. El peso de vacas y becerros se abrevió como PVV y PVB, respectivamente.

*Tasa absoluta de crecimiento.* La tasa absoluta de crecimiento (TAC, kg MS/ha/día) se calculó considerando la MS acumulada desde el final de un pastoreo (MSP-



DP, inicio de recuperación o descanso) hasta el inicio del siguiente (MSPAP, final de recuperación o descanso), de acuerdo con la fórmula:

$$\text{TAC} = \frac{\text{MSPAP}_{\text{final de recuperación}} - \text{MSPDP}_{\text{inicio de recuperación}}}{\text{Días de recuperación}}$$

*Disponibilidad de materia seca.* La cantidad de forraje disponible antes del pastoreo, se expresó en kg MS/100 kg PV; se abrevió como DMS y se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MSPAP} \times \text{hectáreas pastadas}}{\text{Peso total del hato} \times \text{número de días pastando}} \times 100$$

*Consumo de materia seca.* Esta variable se expresó en kg de MS/100 kg de PV, abreviándose como CMS, y se calculó de la siguiente forma:

$$\text{CMS} = \frac{(\text{MSPAP} - \text{MSPDP}) \times \text{ha pastadas}}{\text{Peso total del hato} \times \text{número de días pastando}} \times 100$$

*Uso de la pastura.* El grado de utilización de las gramas (USO, %) se estimó considerando a la materia seca presente después del pastoreo (MSPDP, kg/ha) como un porcentaje (%) de la materia seca presente antes del pastoreo (MSPAP, kg/ha), para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Uso (\%)} = \frac{\text{MSPDP}}{\text{MSPAP}} \times 100$$

*Carga animal.* La carga animal (CA, UA/ha), se estimó dividiendo el peso total del hato (vacas + becerros) entre 450 kg, que es el peso de una unidad animal (UA) y luego dividiendo el resultado entre 114 ha (área de pastoreo de la explotación).

*Análisis estadístico.* Las variables de respuesta se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) a través del procedimiento GLM del SAS [SAS, 1979], aplicando el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + M_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ =	i-ésimo valor de cualquier variable de respuesta correspondiente al j-ésimo año de evaluación, realizada en el k-ésimo mes del año
$\mu$ =	media general
$A_j$ =	efecto del j-ésimo año de muestreo ( $j = 1994-1997$ )
$M_k$ =	efecto del k-ésimo mes del año ( $k = \text{enero-diciembre}$ )
$\xi_{ijk}$ =	residual, considerado como error experimental

El mismo procedimiento GLM se usó para calcular las medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar. Se realizaron comparaciones entre épocas por medio de contrastes ortogonales, considerándose para la época de “nortes” los meses de noviembre a febrero; de sequía, de marzo a junio; y de lluvias, de julio a octubre. El análisis utilizó sumas de cuadrados tipo III, pues ninguna variable de respuesta presentó el mismo número de observaciones por subcelda. Se usó un modelo similar al mencionado, pero con el efecto de época sustituyendo al de mes, para estimar las medias de cuadrados mínimos por época y sus errores estándar. Se dio prioridad a las comparaciones entre medias de épocas, porque éstas y las medias generales aportan información de más relevancia práctica para la zona de estudio.

## Resultados

### *Variables medidas*

Tanto la temperatura máxima como la mínima siguieron un patrón estacional regular. De las primeras, los valores máximos ocurrieron entre mayo y julio, en tanto que los mínimos fue cero en enero de todos los años. Con respecto a las segundas, los valores máximos se presentaron en mayo o junio, y los mínimos también en enero (Figura 1). La precipitación total anual fue de 1,290, 1,837, 1,409 y 1,747 mm para los años 1994 a 1997, siendo estos valores menores a la media histórica, de 1,991 mm para el periodo de 1980 a 1997. En el mismo tenor, las precipitaciones por época fueron altamente variables; por ejemplo, las temporadas de sequía de 1994 y 1995 fueron las de menor lluvia en el periodo de evaluación; sin embargo, la precipitación total de la sequía de 1997, superó ampliamente a las de las temporadas de lluvia de 1994, 1996 y 1997 (datos no presentados). En promedio, la temperatura media máxima  $\pm$  error estándar ( $n = 16$ ), fue de  $24.7 \pm 0.5$ ,  $30.8 \pm 0.8$  y  $31.9 \pm 0.4^\circ\text{C}$  para las épocas de “nortes”, sequía y lluvias, respectivamente. En ese mismo orden, las temperaturas

medias mínimas fueron de  $15.2 \pm 0.5$ ,  $20.1 \pm 0.6$  y  $21.0 \pm 0.3$  °C, en tanto que la lluvia acumulada promedio para las mismas épocas fue de 478, 423 y 693 mm.

El efecto del año fue altamente significativo sobre la MSPAP, la PC, el PVV y el PVB, en tanto que su efecto sobre MSPDP y DRE no fue significativo (Cuadro 1). La época del año afectó a nivel altamente significativo a la MSPAP y al PVB; en tanto que su efecto fue significativo sobre la MSPDP y no significativo sobre el resto de las variables (Cuadro 1). Con respecto a la MSPAP, la época de sequía fue estadísticamente menor a la de “nortes” y a la de lluvias, sin que hubiera diferencia significativa entre estas últimas; en cuanto a la MSPDP, las diferencias entre épocas fueron similares a las observadas para MSPAP. No se presentaron diferencias entre épocas en las variables PC y DRE. En cuanto al PVV, éste sólo presentó diferencias entre “nortes” y sequía, sin que las hubiera en las otras dos comparaciones. Por su parte, el PVB fue distinto, a nivel altamente significativo, entre épocas (Cuadro 1).

Los meses contiguos con mayor MSPAP ocurrieron de mayo a octubre, periodo en el que junio fue el mes con el mayor valor. La tendencia fue muy similar en la MSPDP, pero en ese caso, el mes con el valor más alto fue julio (Figura 2a). Los valores medios mensuales de PC fueron muy similares mes con mes, presentándose el mayor valor en enero, y el menor en noviembre; por su parte, hubo una gran variabilidad entre meses con respecto a los DRE y aquellos en los que se dieron periodos de recuperación más cortos fueron: febrero, en los “nortes”; marzo, en la sequía y agosto-septiembre en las lluvias (Figura 2b). No hubo relación aparente entre la PC y los DRE, aún cuando es bien conocida la relación negativa entre los días de rebrote y la calidad nutricia del pasto [Milford y Minson, 1966]. El PV de las vacas varió muy poco a través del año, pero no así el de los becerros, que se incrementó linealmente entre marzo y diciembre, para disminuir ligeramente en enero y febrero (Figura 3).

Cuadro 1. Efecto de año y época sobre variables medidas en gramas nativas del trópico húmedo veracruzano, y medias de cuadrados mínimos de las mismas para año y época.

Efecto	Nivel	Variable <sup>†,‡</sup>					
		MSPAP	MSPDP	PC	DRE	PVV	PVB
<b>Año</b>		<b>0.0042<sup>§</sup></b>	<b>0.2203</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.2456</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>
	1994	2042	1558	6.8	40	391	96
	1995	2744	1772	8.7	57	409	129
	1996	3210	2106	9.8	52	391	140
	1997	2911	1789	11.8	40	396	132
<b>Época<sup>‡</sup></b>		<b>0.0035<sup>§</sup></b>	<b>0.0388</b>	<b>0.7522</b>	<b>0.5910</b>	<b>0.1118</b>	<b>0.0001</b>
	Nortes	2846 a	1909 a	9.4 a	42 a	394 a	161 a
	Sequía	2135 b	1402 b	9.4 a	51 a	400 b	71 b
	Lluvias	2844 a	1864 a	9.1 a	48 a	396 ab	142 c
Coefficiente de determinación		0.2496	0.1279	0.4740	0.0922	0.3900	0.7943
Media general		2824	1852	9.3	50	397	129
Desviación estándar		± 923	± 828	± 1.7	± 26	± 11	± 20
Coef. de variación		33%	45%	19%	52%	3%	16%

<sup>†</sup> MS presente antes (MSPAP, kg/ha) y después (MSPDP, kg/ha) del pastoreo, contenido de proteína cruda (PC, %), días de recuperación de la pastura (DRE, días), peso vivo de la vaca (PVV, kg/vaca), y peso vivo del becerro (PVB, kg/becerro).

<sup>‡</sup> En negrita cursiva la significancia del año y de la época, sobre la variable de respuesta que encabeza la columna.

<sup>§</sup> Medias de época dentro de cada columna seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ).

Figura 2. Materia seca presente antes y después del pastoreo (a); y proteína cruda de la MS presente antes del pastoreo y días de recuperación de la división muestreada (b) por mes, en gramas nativas del trópico húmedo veracruzano.

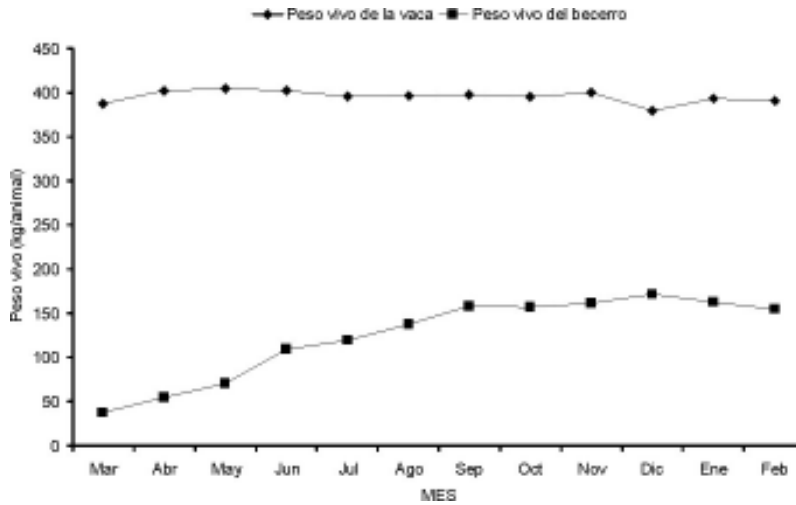
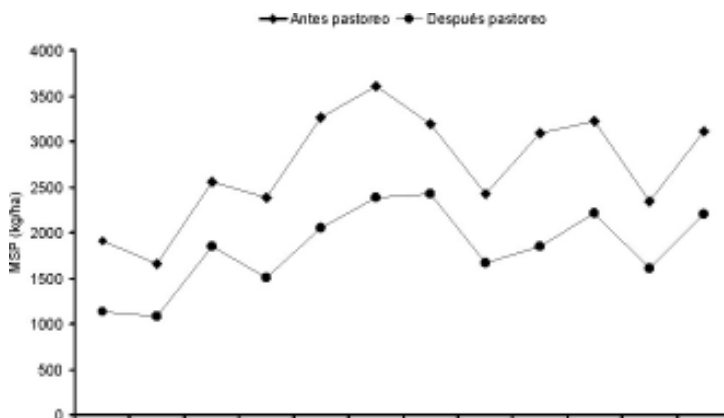
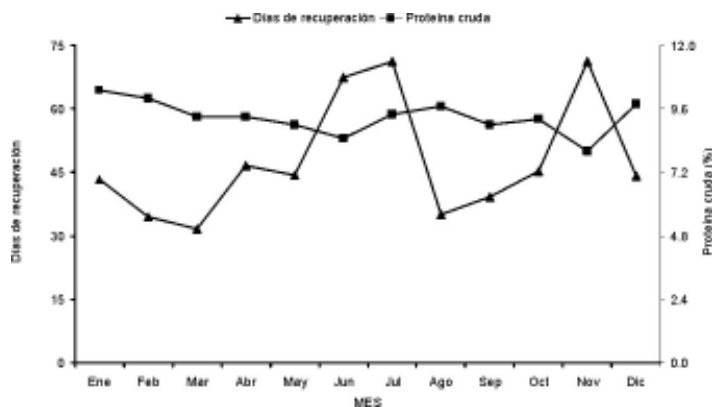


Figura 3. Efecto del mes sobre el peso vivo de vacas Brahman y becerros F1 Holstein x Cebú que pastaron gramas nativas en el trópico húmedo veracruzano.

a)



b)



### Variables calculadas

El efecto del año fue altamente significativo sobre la DMS y la CA, en tanto que su efecto no fue significativo para las demás. Por otro lado, el efecto de la época del año sólo fue significativo sobre la CA, sin afectar las demás variables (Cuadro 2). En cuanto a la época, “nortes”, sequía y lluvias fueron similares en cuanto a TAC y DMS. Para CMS y USO, las comparaciones de medias indicaron que “nortes” y sequía fueron similares, pero ambos superiores a lluvias. Por otra parte, la CA fue estadísticamente distinta en las tres épocas, siguiendo el orden nortes > lluvias > sequía (Cuadro 2). Para la TAC, el coeficiente de determinación del modelo indicó

que los efectos de año y época sólo contribuyeron en 3.6% a la varianza total. La situación fue similar en USO, ya que el año y la época sólo explicaron el 8.0% de la variación total (Cuadro 2). El periodo con la CA mayor comprendió de abril a octubre, mismo en el que se presentaron las TAC más bajas, correspondientes a junio y julio (Figura 4a). Esto llevaría a pensar que, en promedio, el aumento en CA afectó negativamente el crecimiento de la pastura; sin embargo, las medias de época indican que los “nortes” y lluvias con mayor CA, coincidieron con las más altas TAC (Cuadro 2).

No hubo una relación directa aparente entre el CMS y la DMS, pues meses con valores altos de DMS no necesariamente llevaron a valores altos de CMS (marzo y junio; Figura 4b). El CMS promedio para lluvias fue estadísticamente inferior a los promedios de “nortes” y sequía, los cuales fueron iguales entre sí (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de año y época sobre variables calculadas a partir de las variables medidas en gramas nativas del trópico húmedo veracruzano, y medias de cuadrados mínimos de las variables calculadas para año y época.

Efecto	Nivel	Variable <sup>†‡</sup>				
		TAC	DMS	CMS	USO	CA
<b>Año</b>		<b>0.8536</b> §	<b>0.0005</b>	<b>0.1577</b>	<b>0.5718</b>	<b>0.0001</b>
	1994	48	2.5	1.4	50	2.7
	1995	35	4.7	2.1	41	2.3
	1996	42	8.2	3.0	36	2.1
	1997	45	7.1	2.1	31	1.8
<b>Época</b> §		<b>0.6746</b> §	<b>0.3188</b>	<b>0.1083</b>	<b>0.1840</b>	<b>0.0001</b>
	Nortes	46 a	5.5 a	2.8 a	48 a	2.4 a
	Sequia	36 a	6.5 a	2.2 ab	42 ab	2.0 b
	Lluvias	46 a	4.9 a	1.4 b	30 b	2.3 c
Coeficiente de determinación		0.0360	0.5137	0.3317	0.0803	0.8612
Media general		41	5.8	2.3	40	2.2
Desviación estándar		±33	±2.6	±1.5	±22	±0.2
Coeficiente de variación		80%	46%	66%	56%	7%

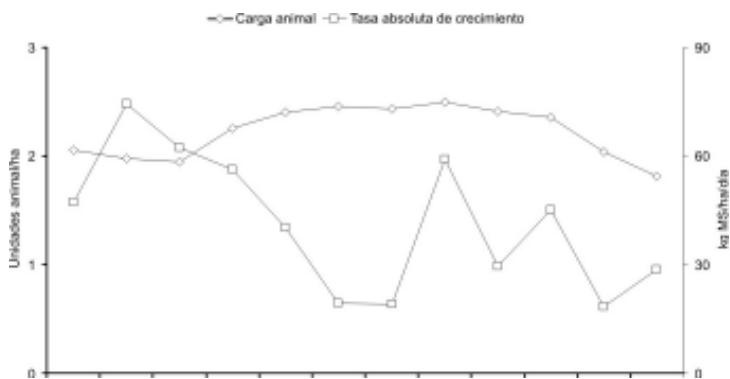
† Tasa absoluta de crecimiento (TAC, kg MS/ha/día), disponibilidad de materia seca (DMS, kg MS/100 kg PV), consumo aparente de materia seca (CMS, kg MS/100 kg PV), uso de la pastura (USO, porcentaje de la MSPAP) y carga animal (CA, unidades animal [UA]/ha).

‡ En *negrita cursiva* la significancia del año y de la época, sobre la variable de respuesta que encabeza la columna.

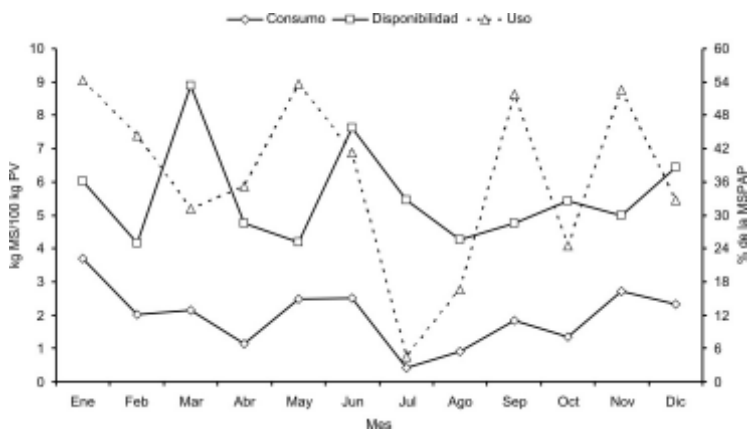
§ Medias de época dentro de cada columna seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).

Figura 4. Tasa absoluta de crecimiento y carga animal (a); y consumo, disponibilidad y uso de la MS disponible (b) por mes, en gramas nativas del trópico húmedo veracruzano.

a)



b)





## Discusión

### *Variables medidas*

*Materia seca presente antes (MSPAP) y después (MSPDP) del pastoreo.* El promedio general de MSPAP puede considerarse alto, en comparación con el de una investigación colombiana, en gramíneas nativas (*Axonopus* spp, *Paspalum* spp) bajo pastoreo, donde se informó que la disponibilidad de MS con periodos de recuperación de 30 días fluctuó entre 1,550 kg y 1,740 kg [Maldonado y Velásquez, 1994]. Los valores promedio máximos para MSPAP y MSPDP se registraron en junio y julio, respectivamente (Figura 2a), para posteriormente, en agosto, observarse una importante disminución en ambas variables, producto de la sequía intraestival que se presenta con regularidad entre julio y agosto en la república mexicana [García, 1988]. Enseguida, ambas variables vuelven a experimentar una considerable disminución, para repuntar en diciembre; y luego, caer en enero y febrero, meses que presentan bajas temperaturas que afectan negativamente el crecimiento de las gramíneas C4 [Ivory y Whiteman, 1978]. En resumen, para estas variables, la época de sequía fue la que presentó promedios significativamente inferiores a las otras dos épocas (Cuadro 1), lo cual sugiere que sólo en ese periodo se debe reducir la carga animal para adecuarla a la menor producción forrajera.

*Proteína cruda de la MSPAP.* El contenido promedio de PC del forraje presente antes del pastoreo mostró una moderada variación entre meses (Figura 2a). Así, las épocas de “nortes” y de sequía presentaron los valores más altos de PC de 9.4% (Cuadro 1). La Figura 2a muestra también una ligera tendencia de la PC a disminuir durante los meses de la época seca, cuya media de 9.1% no es en la práctica, distinta al de las otras épocas. La PC se incrementó con los años de 6.8% en 1994 a 11.8% en 1997. Sin embargo, es difícil explicar dicho comportamiento a partir de las demás variables, ya que no tuvo relación con las medidas ni con las calculadas (Cuadros 1 y 2).

Los valores encontrados en el presente estudio para épocas del año, no difieren de los informes de otros investigadores para este tipo de pasturas. En el Piedemonte amazónico de Colombia se encontró un promedio de 7.8% de PC en gramíneas de los géneros *Paspalum* y *Axonopus* [Maldonado y Velásquez, 1994]. También en Colombia, en las sabanas de los Llanos Orientales, se informó de valores de 8% a 9% para la época lluviosa y de 6% para sequía [Álvarez y Lascano, 1987]. Lo anterior confirma la tendencia de las pasturas tropicales de presentar los bajos tenores de calidad, sobre todo en la sequía, lo cual está asociado a la alta temperatura ambiental que origina una lignificación de los tejidos y, por consecuencia, disminución del contenido de PC y

digestibilidad [Humphreys, 1991]. Lo contrario sucede durante la temporada de lluvias o incluso en la de “nortes”.

Los valores de PC del presente experimento son iguales o superiores a los de varias gramíneas introducidas. Minson [1981], mostró que la PC de un gran número de pastos tropicales cayó en un rango de 6% a 9%. Por otra parte, evaluaciones realizadas en el CEIEGT en 12 pastos tropicales mostraron que la PC estaba en un rango de 5% a 8% [CIEEGT, 1983]. Datos no publicados de Valles (Comunicación Personal), obtenidos de más de 600 muestras analizadas para PC, indicaron que las gramas nativas presentaron un rango de valores similar al aquí registrado. En un sitio cercano al del presente ensayo, se encontró que la extrusa esofágica de vacas F1 (Holstein x Cebú) que pastaron gramas nativas tenía 9.8% de PC y una digestibilidad *in situ* de 72%, valores asociados no sólo al rebrote joven de la pastura de sólo 20 días, sino a la selectividad de los animales por las partes más nutritivas de la pastura (Sosa *et al.*, 2001). Esto indica que en el trópico húmedo raras veces es el contenido de PC un factor que limite el nivel productivo del animal que paca. Más bien, es la cantidad de energía digestible consumida por las vacas la principal limitante de la productividad animal en forrajes tropicales [Zemmelink, 1980].

*Días de recuperación de la pastura.* En términos generales, el promedio de DRE registrado de  $50 \pm 26$  días puede considerarse largo para producir forraje de alta calidad, aunque esto no se reflejó en los tenores medios de PC que superaron ampliamente los valores críticos del 7%. Un informe brasileño indicó que la PC de *Paspalum notatum* decreció a razón de una unidad porcentual cada 7 a 8 días, entre los 20 y los 55 días de edad [Bueno *et al.*, 1999] y que a los 55 días el valor medio observado fue de 7.1% de PC, en promedio 2.2 puntos porcentuales menor al obtenido en el presente estudio. Otro estudio de Florida, EUA, informó que la especie amacollada *Paspalum atratum* tuvo 7.3, 5.7 y 4.9% de PC a los 21, 42 y 63 días de rebrote, respectivamente, calculándose una concentración de PC de 5.4% a los 50 días [Kalmbacher *et al.*, 1997].

*Peso vivo de la vaca y del becerro.* El cambio de peso de las vacas fue mínimo durante el periodo evaluado. No obstante, entre abril de 1995 y febrero de 1996, las vacas perdieron en promedio 58 kg de peso, de 427 a 369 kg/vaca (16% del peso en abril). Sin embargo, el peso individual se mantuvo con pocos cambios a partir de marzo de 1996, lo cual fue consecuencia de la mayor disponibilidad de forraje en los últimos dos años, producto de la disminución en la carga animal (Cuadro 1; Figura 3).

Respecto a los becerros, el peso inicial fue de 50 kg, mientras que el peso máximo de salida (considerado éste como peso al destete) registrado fue de 180 kg, a una edad aproximada de seis meses. El aumento de peso del becerro a través del año fue prácticamente lineal. El PVB se incrementó con los años (Cuadro 1), lo que indica que la

disminución de la carga animal benefició también a la producción individual del becerro. Las diferencias en PVB entre épocas fue producto del crecimiento mismo de los becerros durante el año, pues la mayoría nace durante los meses de sequía, dando su mayor crecimiento durante las temporadas inmediatas de lluvias y “nortes”.

### *Variables calculadas*

*Tasa absoluta de crecimiento.* La lluvia y la temperatura son los principales responsables del crecimiento de las plantas de la pastura. Sin embargo, en el presente estudio, su efecto representado por el año y la época del año no afectaron a la TAC. Por ejemplo, la TAC para 1994 fue de 48 kg MS/ha/día y para 1995, de 35 kg MS/ha/día (Cuadro 2), una diferencia del 37% que no fue estadísticamente significativa. Un dato interesante fue que las épocas de lluvias y “nortes” presentaron la misma TAC, de 46 kg MS/ha/día. Se esperaba una mayor TAC de la primera, porque la mayor cantidad de lluvia y elevadas temperaturas favorecen el crecimiento del forraje con respecto a la época de “nortes”, cuyas bajas temperaturas mínimas y alta nubosidad tienden a retrasar el crecimiento de las gramíneas [Ivory y Whiteman, 1978], principal componente botánico de la pastura.

Por otro lado, las épocas de “nortes” y lluvias superaron por 28% a la TAC de la época de sequía. Aquí debe precisarse que la precipitación y la temperatura de la época “seca” no fueron tan desfavorables para el crecimiento del forraje, considerando que, en promedio, la lluvia acumulada entre marzo y junio fue de 423 mm y la temperatura mínima media fue de 20.1°C. En tales términos, puede decirse que la región presenta una temporada seca, corta y benigna. La TAC promedio registrada en el presente estudio, es parecida a la obtenida para gramas nativas en un sitio cercano a donde se realizó el presente estudio [Valles *et al.*, 1982], cuyo valor promedio en 24 meses de evaluación fue de 42 kg/ha. Con fines de una primera aproximación al cálculo de capacidad de carga de las gramas nativas, se podría proponer una tasa de crecimiento de 40 kg MS/ha/día para todo el año, lo que daría una producción anual de MS de:  $40 \times 365 = 14,600$  kg de MS/ha/año.

*Disponibilidad de MS.* La DMS fue numéricamente inferior en la época de lluvias y mayor en la época de sequía. La única explicación para esto fue el aumento en la carga animal durante las lluvias, debido al nacimiento de los becerros y su crecimiento subsiguiente; y luego, la disminución de la carga animal durante la sequía, periodo en que las vacas aún no parían y no había becerros. No obstante, la alta variabilidad llevó a que no se registraran diferencias significativas entre épocas. La DMS varió considerablemente durante el año, pero su promedio general de 5.8 kg MS/100 kg PV y el promedio general del CMS de 2.3 kg MS/100 kg PV indicó que la disponibilidad fue 2.5 veces el consumo, por lo que concuerda con la afirmación de que para que el

rumiante en pastoreo consume al máximo de su capacidad, es necesaria una DMS 2 a 3 veces mayor al consumo [Matches *et al.*, 1981].

*Consumo de MS.* El CMS se comportó de manera muy variable a través del periodo experimental (Figura 4b), presentando el promedio de 2.3 kg MS/100 kg PV, un coeficiente de variación de 66%, de ahí que no se encontraran efectos significativos del año y la época. La alta variación tuvo su origen en el método de diferencia utilizado para el cálculo del CMS. No se encontró, además, ninguna relación entre esta variable y la MSPAP. Así, hubo meses en los cuales el CMS fue alto y la MSPAP fue baja (enero y febrero), el CMS y la MSPAP alta (mayo-junio) o el CMS baja y la MSPAP alta (julio-agosto).

El rango de CMS aquí encontrado, es superior al observado en un sitio cercano pero con gramas nativas asociadas a un pasto introducido (estrella de África —25%— o *Brachiaria sp* -14%): 0.71 a 1.60 kg MS/100 kg PV [Barragán, 1996]. Informes de estudios efectuados en este mismo sitio [CIEEGT, 1988] indicaron consumos de materia seca entre 1.35 a 2.06 kg MS/100 kg PV. En lo general, los CMS aquí informados son ligeramente mayores a los publicados para otras pasturas tropicales basadas en gramíneas nativas [Fisher *et al.*, 1992].

La media general del CMS aquí presentada, no es numéricamente muy diferente de valores obtenidos con hembras Criollas que pacieron pangola (*Digitaria decumbens*, 2.5 kg MS/100 kg PV) o guinea (*Panicum maximum*, 2.9 kg MS/100 kg PV) en el trópico húmedo de Costa Rica [Anrique, 1969] y en las que se usó la técnica del doble marcador. Con base en lo anterior, puede proponerse el CMS de 2.3 kg MS/100 kg PV aquí informado, como un valor de primera aproximación para gramas nativas basadas en *Paspalum spp* y *Axonopus spp*, y pastadas por ganado cebú o sus cruza, en el trópico húmedo veracruzano.

*Uso de la MSPAP.* El nivel de USO difirió entre épocas, siendo la de lluvias en la que se utilizó la MSPAP en menor grado, lo cual fue debido a una considerable reducción en el CMS en esa época (Cuadro 2), lo cual contrasta con la alta cantidad de MSPAP y carga animal para dicha época (Cuadro 1). Una probable causa podría ser que el contenido de agua del forraje fue mayor en lluvias. Es un fenómeno conocido la producción frecuente de heces líquidas por el ganado que pasta forraje tierno al inicio de las lluvias; se puede especular que con el pastoreo rotacional intensivo utilizado, en el que casi a diario se ofreció un nuevo potrero al ganado, tal condición fue frecuente y por ende, el CMS se redujo, llevando a una menor utilización de la pastura. Como consecuencia del bajo consumo previo, se acumuló MS de menor calidad, la cual no fue consumida por el ganado, y así sucesivamente, teniendo como consecuencia un menor USO.

En un experimento efectuado en un sitio localizado a 4 km de donde se llevó a cabo el presente estudio, en pasturas de grama nativa, pero con ganado Holstein x Cebú —en el cual se empleó el mismo método para estimar el USO— se encontró que en promedio, éste no llegó al 20% a lo largo de 10 meses de pastoreo. Sin embargo, en el presente caso, la media general en tres años de evaluación fue de  $40 \pm 22\%$ , lo que representa un avance satisfactorio en la utilización de los pastos tropicales; de los cuales se informan niveles de uso típico entre 10 y 30% [Thomas, 1992]. Por otro lado, puede decirse que el remanente de 60% de la MSPAP en el potrero, más que un desperdicio del forraje producido, podría representar reservas de energía y nutrientes para garantizar la sostenibilidad del sistema de producción de pastura [Smetham, 1990].

*Carga animal.* La época con la CA menor fue la sequía (Cuadro 2), aunque en la Figura 4a se puede observar que los dos meses responsables de tal comportamiento fueron marzo y abril, ya que a partir de mayo la carga permaneció alta hasta disminuir de nuevo en noviembre y diciembre. Esa disminución en el periodo crítico del año, obedeció más que nada a que el plan reproductivo se diseñó para tener una carga alta cuando el crecimiento del forraje fuese alto y una carga reducida para los periodos críticos de baja producción forrajera. De ahí la menor CA en la época de sequía. La carga animal disminuyó de 2.7 UA/ha 1994 a 1.8 UA/ha en 1997 (Cuadro 2). Esto tuvo su origen en la ausencia de reposición de vacas que salieron de la explotación por muerte o no se preñaron en el empadre anual de julio a septiembre.

Al considerar el peso promedio de la vaca de 397 kg y el CMS promedio de 2.3 kg/100 kg PV, el consumo aparente calculado sería de 9.1 kg/UA/día; entonces, de acuerdo a la TAC promedio, la capacidad de carga estimada sería de:  $41/9.1 = 4.5$  UA/ha, prácticamente el doble del promedio de CA del presente estudio, que fue de 2.2 UA/ha (Cuadro 1).

En otro experimento realizado en un sitio cercano al del presente estudio, se probaron en gramas nativas, el primer año [Hernández *et al.*, 1998], cargas animales de 1.6, 2.6 y 2.9 vacas/ha y el segundo año [Alarcón *et al.*, 1999], las dos primeras cargas, utilizando vacas cebú de raza Brahman seleccionadas por buen desempeño reproductivo; en ambos experimentos se encontró que no hubo efecto de la carga animal ni sobre la tasa de pariciones (60%), ni sobre el peso al destete de los becerros (140 kg), lo que llevó a concluir que la capacidad de carga de las gramas nativas parecía ser superior a la tradicionalmente empleada en la región de una UA/ha/año [Aluja y Mc Dowell, 1984].

Durante los tres años de mediciones en el presente estudio, la lluvia anual fue menor a la media histórica, lo cual pudo tener un efecto negativo sobre la producción de forraje. Por lo tanto, la afirmación de una capacidad de carga mayor es plausible. En suma, los resultados apuntan hacia la posibilidad de aumentar los niveles de carga animal, y el nivel de producción animal por hectárea en las gramas nativas del trópico

húmedo de Veracruz. Entonces, estos antecedentes, permiten afirmar que las pasturas de grama nativa podrían tener una capacidad de carga potencial de hasta 4 UA/ha, lo que en sí justifica la realización de estudios para explorar la respuesta a cargas animales mayores en gramas nativas que crecen en climas cálido húmedos del estado de Veracruz, cuyos principales componentes botánicos sean *Paspalum* spp y *Axonopus* spp.

Este es el primer estudio publicado sobre el tema en México y por eso se debe considerar como una primera aproximación a la obtención de índices de pastoreo que permitan diseñar un plan integral del manejo de la alimentación de ganado de cría en pastoreo en el trópico húmedo, empleando principios de la presupuestación forrajera.

## Conclusiones (e implicaciones)

Con base en los resultados y la anterior discusión se concluyó lo siguiente:

1. Durante las épocas de “nortes” y sequía, el nivel de USO de la MSPAP superó por 10 unidades al valor máximo típico de 30% para pasturas tropicales; en tanto que dicho valor fue igualado en la época de lluvias.

2. El contenido de PC de la MSPAP no indicó una deficiencia de este nutriente, dado que siempre superó al valor crítico que fluctúa entre 6% y 8%. Además, la PC fue insensible a cambios en la longitud de los días de recuperación de la pastura.

3. El nivel de tasa absoluta de crecimiento, así como los datos de carga animal y consumo de MS indicaron una carga animal potencial de 4 unidades animal/ha, prácticamente el doble de la carga animal aplicada en el estudio, que promedió 2.2 UA/ha.

4. El sistema de pastoreo rotacional intensivo con control del tiempo, como el utilizado en el presente estudio, tendió a mejorar el nivel de USO de la pastura, lo que implicó una mejor eficiencia en la cosecha de MSPAP.

5. La información obtenida fue altamente variable, lo que implica que se deben contemplar más muestreos por división durante el año, así como muestrear un número mayor de divisiones, para aumentar la precisión de los resultados, además de mayor representatividad de la variación climática local.

## Literatura citada

- Alarcón, R. F.; Castillo, G. E.; Rubio, G. I. y Galina, H. C. 1999. *Efecto de dos cargas animal sobre la productividad de vacas Brahman en un sitio con clima Af(m), y suelos ultisoles*. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Mérida, Yucatán, 1999. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Mérida, Yucatán, México. 95 pp.
- Aluja, A. and Mc Dowell, R. E. 1984. *Decision making process of livestock/crop small holders in the state of Veracruz, México*. International Agriculture Mimeograph 105. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, New York, USA.

- Álvarez, A. y Lascano, C. 1987. Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 9(3): 9-17.
- Anrique, G. R. 1969. Consumo de pasto guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis maestría. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Barragán, G. J. 1996. Composición botánica y crecimiento de un pastizal tropical bajo pastoreo de alta densidad de carga y corta duración. Tesis de licenciatura. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Estado de México, México.
- Bueno, V. J. M. B.; Haddad, C. M.; Castro, F. G. F.; Campmany, V. A.; Peralta, H. O. R. and Monteiro, T. L. F. 1999. Dry matter yield, in vitro digestibility, and chemical composition of 'Tifton 9' bahiagrass (*Paspalum notatum*) at six ages. *Sci. Agric.* 56(3): 637-644.
- CIEEGT. 1983. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. *Evaluación de especies forrajeras: Jardín de introducción*. Boletín Informativo 1983. Martínez de la Torre, Ver.
- CIEEGT. 1988. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. *Evaluación del consumo voluntario en vacas 3/4 Holstein-1/4 Cebú bajo pastoreo en el trópico*. Boletín Informativo 1987-1988. Martínez de la Torre, Ver.
- Enríquez, Q. J. F. y Castillo, G. E. 1996. *Pastos de reciente introducción al trópico de México*. Memorias del Curso de Producción de Leche en Climas Tropicales. Altamira, Tamps., marzo de 1996. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 4, DGETA, SEIT, SEP. Altamira, Tamps. p. 42-59.
- Fisher, M. J.; Lascano, C. E.; Vera, R. R. and Rippstein, G. 1992. *Integrating the native resource with improved pastures*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT editor. Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contribution. Cali, Colombia. CIAT: 75-100.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Cuarta edición. México, D.F. Instituto de Geografía, UNAM.
- Haydock, K. P. and Shaw, N. H. 1975. *The comparative yield method for estimating dry matter of pasture*. *Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb.* 15: 169-171.
- Hernández, S. I.; Castillo, G. E.; Rubio, G. I. y Galina, H. C. 1998. *Carga animal y edad al destete del becerro: Su efecto sobre la productividad de vacas Brahman en un clima Af(m)*. Memorias de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Querétaro, Querétaro, 1998. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D. F. 70 pp.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management: Science into practice*. Longman Group Ltd. United Kingdom. 203 pp.
- Humphreys, L. R. 1991. *Tropical pasture utilization*. United Kingdom. Cambridge Univ. Press. 206 pp.
- IMTA-UNAM. 1992. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-Universidad Nacional Autónoma de México. *Diagnóstico y estrategias de desarrollo de la producción bovina lechera en la región Veracruz Centro*. México, D. F. 114 pp.
- Ivory, D. A. and Whiteman, P. C. 1978. *Effect of temperature on growth of five subtropical grasses. I. Effect of day and night temperature on growth and morphological development*. *Aust. J. Plant Phys.* 5: 131-148.
- Kalmbacher, R. S.; Brown, W. F.; Colvin, D. L.; Dunavin, L. S.; Kretschmer, A. E.; Martin, F. G.; Mullahey, J. J. and Rechcigl, J. E. 1997. *Suerte Atra Paspalum: Its Management And Utilization*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville. Circular S-397. May 1997. <http://rcrec-ona.ifas.ufl.edu/cirs-397.html>. (Consultado el 15 de octubre 2001).
- Maldonado, G. y Velásquez, J. E. 1994. *Determinación de la capacidad de carga y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo de gramíneas nativas en el Piedemonte amazónico de Colombia*. *Pasturas Tropicales*. 16(2):2-8.

- Matches, A. G.; Martz, F. A.; Sleper, D. A. and Kryswaty, M. T. 1981. *Selecting levels of herbage allowance to compare forages for animal performance*. In: Wheeler, J. L.: R.D. Mochrie editors. *Forage evaluation: Concepts and techniques*. Melbourne, Victoria, Australia: CSIRO. p. 331-340.
- Milford, R. and Minson, D. J. 1966. *The feeding value of tropical pastures*. In: Davies, W. and C. L. Skidmore editors. *Tropical Pastures*. Faber and Faber Ltd. London. p. 106-114.
- Minson, D. J. 1981. *Nutritional differences between tropical and temperate pastures*. In: Morley, F.H.W. Editor. *Grazing animals*. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Scientific Publishing Co. p.143-157.
- Ramos, V. A. 1983. *Sistemas de producción bovina en cuatro municipios del estado de Veracruz*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- SAS. 1979. *SAS User's Guide: Statistics*. Cary, NC. USA; SAS Inst. Inc. 497 pp.
- Smetham, M. L. 1990. *Pasture management*. In: Langer, R.H.M. editor. *Pastures. Their ecology and management*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press. p. 197-240.
- Sosa, A. C.; Castillo, E.; Jarillo, J.; t'Mannetje, L.; Aluja, A. and Monsalve, A. R. 2001. *Ruminal degradation and crude protein content on native pastures with or without Arachis pintoi, in the humid tropics of México*. Liv. Res. for Rural Dev. 13: 4.
- Thomas, R. J. 1992. *The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures*. Grass and Forage Sci. 47: 133-142.
- Válles, B.; de Lucía, G. y Fernández, J. 1982. *Curvas de producción de pastos en clima tropical húmedo*. En: González, P. E.; C. R. Flores, R. H. Quiroz, V. F. de la Vega, T. C. M. Appendini y B. E. Hernández editores. *Reunión de investigación pecuaria en México 1982*. México, D. F. p. 369-372.
- Zemmelink, G. 1980. *Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forages*. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen, the Netherlands.

Recibido: Febrero 20, 2007

Aceptado: Agosto 14, 2007





Título: *Cielos entre sueños*

Técnica: Esgrafiado, Chapopote sobre estireno

Autor: Adoración Palma "2manoS"

Año: 2007

# Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas

Biological control of weeds on guava (*Psidium guajava*) plantations through covers of leguminous

Negrín, B. A.;\* Pérez, R.; Mazorra, C. y Gutiérrez, I.

Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA).  
Carretera a Patria Km 1<sup>1/2</sup>. Morón, Ciego de Ávila. Cuba.

\*Correspondencia: negrin@ciba.fica.inf.cu

## Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia del uso de coberturas de leguminosas (*Lablab purpureus* L. Sweet y *Neonotonia wightii* AM. Lackey) en el control de arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.) var. Enana, en un clima tropical, se realizó un estudio en un frutal de seis meses de edad, plantado a una densidad de 6 m x 2 m, en un suelo ferralítico rojo, con pH de 5.7 y un contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de 0.76 y 21.53 mg100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloque al azar con cuatro tratamientos (cobertura natural, suelo desnudo y coberturas de ambas leguminosas) y cuatro réplicas. Cada parcela tuvo un área de 80 m<sup>2</sup> y estuvo conformada por las franjas alledañas a las plantas del frutal evaluadas. Las leguminosas se sembraron, en línea, a una densidad de 6 kg ha<sup>-1</sup>, para lo cual se utilizó el método de laboreo mínimo. Se obtuvo una reducción significativa (P<0,001) en la cantidad de malezas en los tratamientos con leguminosas y donde se aplicó herbicida, con relación a la cobertura natural. Las leguminosas redujeron, especialmente, el número de plantas y de especies pertenecientes a la clase dicotiledó-

## Abstract

With the objective of determining the influence of the use of a covering vegetation (*Lablab purpureus* L. Sweet y *Neonotonia wightii* AM. Lackey) in the control of arvenses in a guava plantation (*Psidium guajava* L.) var. Enana, in a tropical climate, a study was done in fruit of 6 months of age, planted with a density of 6 m x 2 m, planted in a red ferralitic soil, with pH of 5.7 and value of both, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O of 0.76 and 21.53 mg100g<sup>-1</sup>, respectively. We used a randomized block design with four treatments (natural cover, bare soil, and cover of both leguminous) and four replicas. Each lot had 80 m<sup>2</sup> of area and it was shaped for adjacent stripes of trees evaluated. The legumes were seeded, on line, with a density of 6 kg ha, for minimum tillage. Results indicated a significant reduction (P<0,001) on amount of weeds in legume treatments and those where we apply herbicide, in relation to natural coverage. Legumes especially reduced both, the number of plants and number of species of class dicotyledonous. The weed biomass was significant (P<0,05) highest in natural cover than in legume covers; nevertheless, both, legumes bio-

nea. La producción de biomasa de las arvenses resultó significativamente superior ( $P < 0,05$ ) en la cobertura natural, mientras la de leguminosas y la biomasa total fueron mayores en el tratamiento de *L. Purpureus*. Se recomienda evaluar el efecto de los diferentes tratamientos sobre el suelo y la plantas de guayaba.

### Palabras clave

Malezas, coberteras, agricultura sustentable, frutales.

mass and total biomass were higher in *L. Purpureus* treatment. We recommend evaluate the effects of different treatments on soil properties and trees phenology of guava crop.

### Key words

Weeds, Cover crops, sustainable agriculture, fruits.

## Introducción

El término arvenses o “maleza” se refiere al efecto nocivo, hacia el cultivo, de las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas. Estas plantas, si no se manejan, pueden reducir el rendimiento e influir en la calidad del cultivo, lo que causa grandes pérdidas económicas al agricultor [Espinosa y Sarukhan, 1997].

En los frutales, las especies arvenses compiten por agua, nutrientes y luz, especialmente en las plantaciones nuevas. Estas plantas dificultan las labores culturales y de cosecha, y además, hospedan plagas que provocan daños al cultivo principal [Filho, 2001]. Dicha competencia, al inicio del ciclo de vida del cultivo, causa una reducción en el rendimiento, mientras en la fase productiva dificulta la cosecha y reduce la calidad de los frutos [Rubio, 1994].

En las regiones tropicales, frecuentemente, las especies arvenses ocasionan pérdidas en la producción, no solamente por competencia sino también por la presencia de plantas volubles que dificultan la cosecha. En las plantaciones de guayaba existen dos formas tradicionales para controlar los arvenses, el control químico y el mecánico; el primero, se realiza mediante herbicidas, entre los cuales se destaca el Glifosato, por ser considerado un sistémico no selectivo [González *et al.*, 2002]. El segundo, utiliza una grada ligera, semiabierta, con la cual se controlan las malezas a intervalos de 30 días, aproximadamente. Ambas prácticas perjudican la sostenibilidad del sistema, ya que inciden, de forma negativa, sobre las propiedades físico-químicas del suelo y, por consiguiente, en su biología [Ruiz *et al.*, 2005].

Opciones más sostenibles, utilizadas para controlar especies invasoras en los cultivos perennes, incluyen el pastoreo de especies de animales que pueden aprovechar en su alimentación las plantas de cobertura. Como ejemplo, se pueden referir los trabajos que lograron integrar caballos a cítricos [Simón *et al.*, 2005], y ovinos a cítricos [Borroto, 1988; Mazorra, 2006], cafetos [Torres, 2005] y peras [Sánchez y Oje-

da, 2004]; no obstante, se debe señalar que, en Cuba, estos sistemas no han sido acogidos por los productores, en parte, porque los animales pueden afectar, en alguna medida, el rendimiento de los árboles frutales [Simón y Esperance, 1997]; y por otra, porque el manejo del sistema se hace más complejo [Sánchez, 1995].

Otras alternativas de control de “malezas”, que poseen mayor aceptación por los productores, incluyen el establecimiento de coberturas de leguminosas en los cultivos [Hartwig y Ammon, 2002]. Esta práctica constituye un importante rol en la agricultura sustentable porque, además de reducir la erosión del suelo e incrementar el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes, permite la reducción de “malezas” [Bárberi y Mazzoncini, 2001].

En cultivos perennes, las leguminosas de coberteras se introdujeron, con esta finalidad, en plantaciones de cocoteros [Pérez *et al.*, 1998] y cítricos, de Cuba [Gutiérrez, 2003; Fontes *et al.*, 2004], con excelentes resultados en las investigaciones; sin embargo, no se refieren estudios anteriores en cultivos de guayaba; por tal razón, el objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de coberturas vivas de las leguminosas *Lablab purpureus* L. Sweet y *Neonotonia wightii* AM. Lackey en el control de arvenses de este frutal.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó entre marzo de 2003 y marzo de 2006, en una plantación de guayaba (*Psidium guajava* L.) de seis meses de edad, plantada con una densidad de 6 m x 2 m, que pertenece a la empresa “Cítricos Ciego”, del municipio Ciego de Ávila, en Cuba. El clima de la región es tropical, con dos periodos bien delimitados (el lluvioso, que comprende los meses de abril a octubre y se producen más del 75% de las precipitaciones; y el poco lluvioso, entre noviembre y marzo), y temperaturas máxima y mínima promedio anual de 30.6 °C y 20.4 °C, respectivamente [Bidot, 2004]. Durante el estudio, el mes más seco fue febrero, con una precipitación promedio anual de 20 mm, y el más lluvioso, mayo, con 350 mm.

Los rasgos físico-geográficos de la zona distinguen un relieve llano, poco accidentado y de escasa pendiente, y su mayor extensión está formada por llanuras abrasivo-erosivas, que se erigen sobre depósitos cuaternarios de arcillas y arenas rojas (formación Villaraja del Pleistoceno húmedo). El suelo del área se clasifica como ferralítico rojo [Hernández *et al.*, 1999], con pH de 5.7 y un contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de 0.76 y 21.53 mg/100g, respectivamente.

### Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos se enuncian a continuación:

1. Suelo desnudo.
2. Cobertura natural.
3. Cobertura de *Neonotonia wightii*.
4. Cobertura de *Lablab purpureus*.

### *Procedimiento experimental*

Siembra y establecimiento de las coberturas de leguminosas.

Las semillas se escarificaron por el método físico, recomendado por Paretas *et al.* [1989]; y se sembraron en línea, mediante la práctica de laboreo mínimo, con un pase de grada del tipo ligera (555.6 kg) y a una densidad de 6 kg de semilla pura germinable por hectárea (SPG ha<sup>-1</sup>). Cada parcela contó con un área de 80 m<sup>2</sup>, con dimensiones de 4 x 20 m y estuvo conformada por ambas franjas aledañas a las plantas del frutal, que fueron evaluadas.

Control químico y mecánico

El tratamiento de control químico recibió la aplicación de Glifosato a razón de 2.5 l ha<sup>-1</sup>, cada 60 días; y el de cobertura natural recibió chapeas manuales cada 30-45 días, con el propósito de mantener la hierba a una altura inferior de 20 cm.

### *Determinaciones*

Un marco de 0.50 x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>), se lanzó, al azar, 10 veces en cada unidad experimental, en cada periodo de muestreo realizado.

Se determinó:

*Cantidad de arvenses y leguminosas*

Se contabilizaron las plantas de las diferentes especies de arvenses y leguminosas que existieron dentro de los marcos. Con estos datos se calculó la cantidad de individuos por m<sup>2</sup> (ind/m<sup>2</sup>). Adicionalmente, las plantas arvenses encontradas se clasificaron en monocotiledóneas y dicotiledóneas (Gutiérrez, 2003).

*Frecuencia relativa*

Se determinó el número de veces que apareció cada especie en el marco y se calculó la Frecuencia relativa (Fr) mediante la siguiente fórmula:

$$Fr(\%) = \frac{\# \text{ de veces que aparece la especie}}{\# \text{ de muestra totales}}$$

### Biomasa de arvenses

Se realizó en todos los tratamientos, exceptuando el de suelo desnudo. El contenido de cada marco se cortó a una altura de 10 cm del nivel de suelo y se clasificaron las especies presentes en arvenses y leguminosas. Posteriormente, se determinó el peso seco de cada grupo, según AOAC (1995).

### Procesamiento de la información

Los datos se procesaron mediante el programa estadístico computarizado SPSS versión 10 [Visauta, 1998]. Se utilizó el Modelo Lineal Univariante (MLU) para comparar más de tres tratamientos, y en los casos que se detectaron diferencias significativas entre las medias, se discriminó con la prueba de Duncan [Steel y Torrie, 1988]. Al realizar la comparación entre dos tratamientos, se utilizó la prueba de “t” para muestras independientes.

## Resultados

El Cuadro 1 muestra el comportamiento de las especies arvenses en los diferentes tratamientos, durante el periodo evaluado. Se evidenciaron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) en el número de individuos de las malezas entre la cobertura natural y el resto, en todos los periodos de muestreo (filas); sin embargo, entre los periodos de un mismo tratamiento (columnas), se mostraron reducciones significativas ( $P < 0.05$ ) en este indicador, únicamente en *N. wightii*, a los 24 meses de establecida.

Cuadro 1. Comportamiento de las arvenses (ind/m<sup>2</sup>) en los diferentes tratamientos.

Periodos (meses postsiembra)	Suelo desnudo	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>	ES	Sig
6	2.0 <sup>b</sup>	98.5 <sup>a</sup>	12.0 <sup>ba</sup>	10.5 <sup>b</sup>	10.3	***
10	2.5 <sup>b</sup>	75.8 <sup>c</sup>	11.5 <sup>ba</sup>	8.5 <sup>b</sup>	8.0	***
16	2.3 <sup>b</sup>	74.8 <sup>a</sup>	7.2 <sup>ba</sup>	6.3 <sup>b</sup>	7.8	***
24	2 <sup>b</sup>	69.3 <sup>a</sup>	3.7 <sup>bb</sup>	3.0 <sup>b</sup>	7.7	***
ES	0.3	5.5	1.6	1.4		
Sig	NS	NS	*	NS		

\*\*\*  $P < 0.001$ ; \*  $P < 0.05$ , según MLU.

Superíndices con letras minúsculas (a,b) en la misma fila, o letras mayúsculas (A, B) en la misma columna, difieren significativamente, según prueba de Duncan.

Adicionalmente, se encontró un mayor ( $P < 0.05$ ) número de individuos de la clase dicotiledónea en la cobertura natural que en las coberturas de leguminosas; sin embargo, no se pudieron hallar diferencias significativas entre los tratamientos para las especies de la clase monocotiledónea (Cuadro 2). Dentro de un mismo tratamiento, se encontraron diferencias ( $P < 0.001$ ) entre el número de individuos, pertenecientes a monocotiledóneas y dicotiledóneas, únicamente en la cobertura de *L. Purpureus*; por su parte, el número de especies registradas en cada una de las clases fue diferente ( $p < 0.01$ ) solamente en el tratamiento de cobertura natural (Cuadro 3).

Cuadro 2. Comportamiento de las arvenses agrupadas en monocotiledóneas y dicotiledóneas (ind/m<sup>2</sup>) en los diferentes tratamientos.

Clase	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>	ES	Sig
Dicotiledóneas	25.5 <sup>a</sup>	6.8 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	3.6	**
Monocotiledóneas	14.8	17.0	18.8	2.8	NS

\*\* $P < 0.01$  según MLU; a,b, superíndices no comunes en filas difieren ( $P < 0.05$ ), según Prueba de Duncan.

Cuadro 3. Comparación entre monocotiledóneas y dicotiledóneas en cada tratamiento.

Indicadores	Tratamiento	Dicotiledóneas	Monocotiledóneas	ES	Sig
# de individuos/ por m <sup>2</sup>	Cob. natural	25.5	14.8	3.8	NS
	<i>N. wightii</i>	6.8	17.0	3.6	NS
	<i>L. purpureus</i>	1.5	18.8	4.2	*
# de especies/ m <sup>2</sup>	Cob. natural	5.0	2.8	0.4	***
	<i>N. wightii</i>	2.3	2.3	0.4	NS
	<i>L. purpureus</i>	0.8	1.8	0.4	NS

\*  $P < 0.05$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ , según prueba t para muestras independientes.

En los Cuadros 4 y 5, se agrupan las principales especies encontradas durante los muestreos en monocotiledóneas y dicotiledóneas y se presentan datos de la frecuencia relativa de cada una de ellas al inicio y final de la evaluación. Los valores de la frecuencia relativa indican que las especies monocotiledóneas (Cuadro 4) que mayor índice tuvieron durante el experimento, independientemente del tipo de cobertura, fueron

*Rottboellia exaltata* y *Sorghum halepense* L., aunque se debe destacar que la tendencia de ambas especies fue diferente: la primera disminuyó sus valores de frecuencia al final del experimento, mientras la segunda los incrementó.

Con relación a las especies clasificadas como dicotiledóneas (Cuadro 5), se manifestaron comportamientos diferentes en los tratamientos. La cobertura natural generalmente mantuvo todas las especies que se encontraron al inicio, excepto *Aeschynomene americana* y *Cassia tora*; la cobertura de *N. wightii*, fue capaz de controlar a *Chamaesyce hyssopifolia* e *Ipomea spp*, pero en ésta aparecieron nuevas especies como *Bidens pilosa* y *Euphorbia heterophylla*; por su parte, la cobertura de *L. Purpureus* logró controlar las especies de esta clase que se muestrearon al inicio del experimento e impidió que se establecieran otras nuevas.

Cuadro 4. Frecuencia Relativa (Fr) de las principales especies (monocotiledóneas) encontradas en los tratamientos de cobertura natural, *N. wightii* y *L. purpureus*.

Especies	Evaluación					
	Inicio			Final		
	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>
<i>Rottboellia exaltata</i>	62.5	62.0	50.0	12.5	20.0	25.0
<i>Andropogum pertusus</i> Wild	50.0	75.0	50.0	0.0	0.0	0.0
<i>Achyranthes aspera</i> L. var. Indica	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Echinochloa crusgalli</i> L.	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
<i>Sorghum halepense</i> L.	0.0	0.0	37.5	12.5	12.5	75.0
<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Digitaria dactyloides</i> Stewart	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0



Cuadro 5. Frecuencia Relativa (Fr) de las principales especies (dicotiledóneas) encontradas en los tratamientos de cobertura natural, *N. wightii* y *L. purpureus*.

Especies	Evaluación					
	Inicio			Final		
	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>
<i>Melochia pyramidata</i> L.	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> L.	50.0	12,5	12.5	25.0	0.0	0.0
<i>Bidens pilosa</i> L.	12.5	0.0	0.0	41.6	12.5	0.0
<i>Ipomea spp</i>	12.5	12.5	12.5	12.5	0.0	0.0
<i>Aeschynomene americana</i>	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	50.0	0.0	0.0	12.5	25.0	0.0
<i>Cassia tora</i> L.	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Por otra parte, durante el periodo en estudio se registró mayor ( $P < 0.001$ ) producción de biomasa de arvenses en la cobertura natural, con relación a la encontrada en ambas leguminosas; por su parte, la biomasa de leguminosas, resultó significativamente ( $P < 0.05$ ) superior en la cobertura de *L. Purpureus* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción de biomasa de arvenses y leguminosas (t de MS ha<sup>-1</sup>).

Especies	Cob. natural	<i>N. wightii</i>	<i>L. purpureus</i>	ES	Sig
Arvenses	4.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	0.2	***
Leguminosas	-	3.0	4.6	0.4	*

\*\*\* $P < 0.001$  según MLU; a,b, superíndices no comunes en filas difieren ( $P < 0.05$ ), según prueba de Duncan.

\*  $P < 0.05$ , según prueba "t" para muestras independientes.

## Discusión

La cantidad de especies arvenses, en ambas coberturas de leguminosas, fue inferior (en más de un 80%) a la encontrada en la cobertura natural (Cuadro 1), lo que demuestra la capacidad de estas plantas para controlar las arvenses en las plantaciones de guayaba, de similares condiciones edafoclimáticas. Otros estudios [Ruffo, 2003] evidenciaron también que las leguminosas de cobertura tienen efectos a corto y largo plazo sobre las especies arvenses e incluso sobre el suelo, e indican que la función principal de estas plantas asociadas a los cultivos comerciales no es económica sino ecológica, especialmente encaminada a la protección del suelo, la disminución de las especies arvenses y la reducción de las poblaciones de plagas [Hartwig y Ammon, 2002].

Se debe destacar también que, aunque los valores medios más bajos de arvenses se registraron en el suelo desnudo, éstos no resultaron significativamente diferentes a los alcanzados en las coberturas de leguminosas. Los resultados de este experimento, al enfatizar en la capacidad de estas plantas para controlar las malezas, indican una alternativa para sustituir el control químico por el biológico en estas plantaciones, lo cual permite que se mantenga estable el índice de cobertura en la plantación, a través del tiempo, y con pocos efectos de condiciones extremas de humedad [Barrios *et al.*, 2004]. Otros autores también señalan reducciones significativas de la cantidad de malezas al utilizar coberturas de leguminosas en otros frutales, como los cítricos [Gutiérrez *et al.*, 2002; Fontes *et al.*, 2004].

En este experimento, se utilizaron como coberturas vivas, especies de leguminosas rastreras [Ruiz y Febles, 2006] que se pueden considerar también volubles, porque para su crecimiento, desarrollo y colonización utilizan a las demás plantas del ecosistema como tutores [Hernández *et al.*, 2001]; esto hace que se reduzcan las posibilidades de germinación y proliferación de las semillas de arvenses en el suelo, ya que el principal mecanismo de acción de las coberturas sobre las arvenses está relacionado con el bloqueo de la luz, factor indispensable para la germinación de muchas especies de malezas [Gudiño, 1995].

Sin lugar a dudas, en este experimento se evidenció un control efectivo de las coberturas de leguminosas sobre el crecimiento y desarrollo de los arvenses, lo que en condiciones de producción evitaría el uso indiscriminado de labores agresivas al medio (aplicación de herbicidas y la utilización del gradeo). En este sentido, se señala [Labrada, 2004] que la ausencia de labranza, por sí misma, reduce la emergencia de las malezas porque las semillas que requieren una breve exposición a la luz no son inducidas a germinar; adicionalmente, se ha indicado que la deposición de residuos sobre la superficie del suelo puede suprimir, directamente, la emergencia de las especies arvenses.

Por otro lado, en este trabajo se pudo percibir un comportamiento diferente del control de malezas, que realizaron los tratamientos con leguminosas sobre los individuos arvenses de diferentes clases (Cuadro 2). Las coberturas de leguminosas redujeron de modo significativo, únicamente, los individuos de la clase dicotiledónea, lo que pudo estar relacionado con posibles diferencias en el hábito de crecimiento y la forma del tallo, que tal vez existan entre los individuos de ambas clases. Durante el experimento prevalecieron las especies monocotiledóneas *Sorghum halepense* L. y *Rottboellia exaltata* L. (Cuadro 4), las que se deben controlar, adicionalmente, con chapeas altas. Resultados similares en otros frutales, se obtuvieron por Casamayor y Pérez [1971], FAO [1987].

Relacionado con las especies dicotiledóneas se aprecia (Cuadro 5) un eficiente control de estas plantas, especialmente en el tratamiento con *Lablab purpureus*, en el cual su frecuencia relativa se redujo a valores cero, mientras que en el tratamiento de *Neonotonia wightii*, las especies *Bidens pilosa* L. y *Euphorbia heterophylla* L. lograron emerger al paso del tiempo y colonizar, al final del experimento, el 12.5 y 25% de la cobertura, respectivamente. Este comportamiento se puede relacionar con la mayor producción de biomasa del *L. purpureus* en comparación con *N. Wightii* (Cuadro 6); estudios realizados en cultivos de maíz [Bárbery y Mazzoncini, 2002] evidencian que el efecto de supresión de la “maleza” por la leguminosa es mayor en la medida que se incrementa la biomasa de esta última. Trabajos realizados en diferentes localidades de Nigeria [Ekeleme *et al.*, 2003], que evaluaron diferentes leguminosas en la supresión de “malezas”, resaltan a *L. purpureus* entre las especies que mayor contribución realizaron en el manejo de las arvenses.

Adicionalmente, tanto el número de individuos como de especies, pertenecientes a la clase monocotiledónea fueron significativamente diferentes a los identificados como dicotiledónea, únicamente en la cobertura de *L. Purpureus* y en la cobertura natural, respectivamente (Cuadro 3); sin embargo, los valores medios de ambos indicadores en los diferentes tratamientos muestran, de forma general, una tendencia a encontrar un mayor número de individuos y de especies de la clase monocotiledónea en las coberturas de leguminosas y dicotiledóneas en la cobertura natural. Todo parece indicar que las especies de leguminosas evaluadas se asocian mejor con malezas monocotiledóneas que con aquellas dicotiledóneas, a las cuales, como clase, las leguminosas también pertenecen.

Por otro lado, la producción de biomasa (t de MS ha<sup>-1</sup>) de las leguminosas fue alta en ambos tratamientos (Cuadro 6) aunque se destacó, de modo significativo, *L. Purpureus* con valores de 4,6 t de MS ha<sup>-1</sup>. Resultados similares se obtuvieron por Hutchinson y McGiffen [2000] en *Vigna unguiculata* (L.) Walp quienes, además, señalaron que este indicador permitió evaluar la función de las coberturas, a partir de su

relación con la acumulación de hojarasca en la superficie y la incorporación de materia orgánica en el suelo, lo que finalmente posibilita sustituir los elementos inorgánicos en el suelo.

En el Cuadro 6 también se señalan valores de producción de biomasa de arvenses, significativamente superiores en la cobertura natural con respecto a las leguminosas; sin embargo, la producción de biomasa total (arvenses + leguminosas) en un mismo tratamiento fue superior en *L. purpureus* seguido de *N. wightii*. Teasdale [2005] indicó que, a menudo, una combinación de gramíneas y leguminosas forma mezclas de gran efectividad en cultivos de cobertura, lo que también puede justificar la utilización de leguminosas en los campos de guayaba.

## Conclusiones

Las coberturas de las leguminosas *Lablab purpureus* y *Neonotonia wightii* lograron reducir, significativamente, en más del 80%, las especies arvenses existentes en la plantación de guayaba, especialmente, aquellas pertenecientes a la clase dicotiledónea.

Ambas leguminosas controlaron las especies de arvenses monocotiledóneas, excepto *Rottboellia exaltata* y *Sorghum halepense*; del mismo modo, *L. purpureus* pudo controlar todas las dicotiledóneas; sin embargo, las especies *Bidens pilosa* L. y *Euphorbia heterophylla* L. se incrementaron en la cobertura de *N. wightii*.

Las mayores cantidades de biomasa de malezas se alcanzaron en la cobertura natural, mientras las de leguminosas y de biomasa total se registraron en el tratamiento de *L. Purpureus*.

## Recomendaciones

Evaluar el efecto de los tratamientos, incluidos en este experimento, sobre las propiedades del suelo y las características fenológicas y productivas de las plantas de guayaba.

## Literatura citada

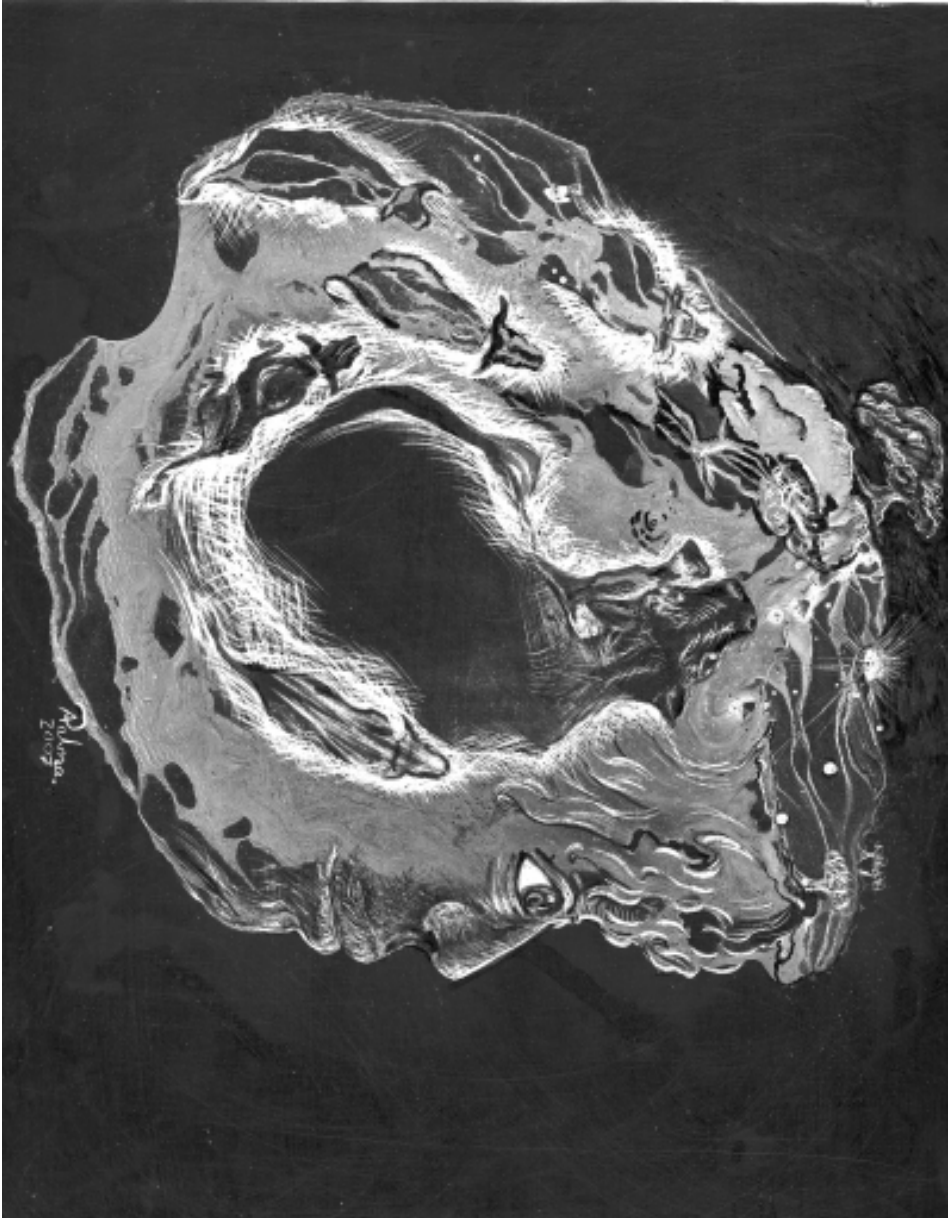
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemist). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemist. AOAC International. Washington, D C.
- Bárbery, P. y Mazzoncini, M. 2001. *Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn*. *Weed Science*, 49: 491-499.
- Bidot, A. 2004. *La situación de la producción ovino-caprina en Cuba*. En: Memorias Curso-Taller Iberoamericano Sistemas de Alimentación Sostenible para ovinos y caprinos. Ciego de Ávila. Cuba. p. 4-16. (ISBN: 968-02-0114-7).
- Borroto, Á. 1988. *Potencial forrajero de los subproductos citrícolas para la producción de carne*. Tesis de C. Dr. En Ciencias. ISACA-ICA, Cuba. 195 pp.

- Barrios, R.; Fariñas, J.; Díaz, A. y Barreto, F. 2004. *Evaluación de 11 accesiones de leguminosas utilizadas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Monagas). Apdo. 184. Maturín, estado Monagas. ISSN 1316-3361 Versión impresa. [http-equiv=Content-Type content="text/html](http://equiv=Content-Type content=). (Consultado el 30 de mayo de 2007.)
- Casamayor, R. y Pérez, C. 1971. *Control químico de las malas hierbas en plantaciones jóvenes de cítrico*. 2da. Reunión nacional de cítrico. La Habana. p. 105-127. Cuba.
- Ekeleme, F.; Akobundu, I. O.; Fadayomi, O.; Chikoye, D. y Abayomi, Y. 2003. *Characterization of legume cover crops for weed suppression in the Moist Savanna of Nigeria*. Weed Technology. 17: 1-13.
- Espinosa, G. F. J. y Sarukhan, J. 1997. *Manual de malezas del valle de México*. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 407 pp.
- FAO. 1987. *El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina*. Roma, Italia. 253 pp.
- Filho, V. R. 2001. *Manejo de plantas daninhas em citros no Brasil*. Memorias del curso sobre manejo de Malezas en Frutales y Hortalizas. XXII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. ASOMECEMA. Colima. México.
- Fontes, D.; Cubillas, N.; Lazo, M.; Gutiérrez, I.; Sotolongo, A.; Hernández, N.; Rodríguez, L.A.; Rodríguez, I.; Cabrera, S.; Lezcano, Y.; Díaz, J. A.; Pantoja, M.; Cole, V.; Lacar, K.; Lavilla, N.; Hernández, D. y Rodríguez, O. 2004. *Potencialidades del Teramnus labialis como cobertura en sistemas integrados en áreas de Naranja Valencia Late*. Propuesta para premio anual de la Academia de Ciencias de Cuba. 16 pp.
- González, E. y Padilla, J. 2002. *Tecnología para producir guayaba en Calvillo*. No. 28. <http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/28.htm>. (Consultado el 20 de febrero de 2007).
- Gudiño, G. F. A. 1995. *Efecto de coberturas verdes y muertas sobre el control de malezas en los cultivos de maíz (Zea mays L.) y Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en rotación bajo dos sistemas de labranza*. Tesis de M. C. en protección Vegetal. UACH. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Estado de México. 131 pp.
- Gutiérrez, I. 2003. *Efectos de coberturas vivas de leguminosas en una plantación de Naranja Valencia Late*. Tesis presentada para la obtención del título de Master en Citricultura Tropical. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 93 pp.
- Gutiérrez, R. I.; Borroto, M.; Pérez, G. y Gomes, D. 2002. *Influencia de una cobertura de Neotonnia wightii en los cambios florísticos en una plantación de Naranja valencia (Citrus cinensis L. Beck)*. Cultivos Tropicales. 23 (3). 5-9. Ed.
- Hartwig, N. L. y Ammon, H.U. 2002. *Cover crops and living mulches*. Weed Sci. 50: 688-699.
- Hernández, A. J.; Pérez, M.; Bosch, D. y Rivero L. 1999. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Edit. AGRINFOR. Ciudad de la Habana. 64 pp.
- Hernández, D.; Carballo, M.; González, A.; Sánchez, T., Reyes, F.; Castellón, J. L. y Zaragoza, J. L. 2001. *Composición botánica de gramíneas y leguminosas seleccionadas por vacas que pastorearon en un sistema silvopastoril multiasociado*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35 (3): 221-228.
- Hutchinson, C. M. y McGiffen, M. E. 2000. *Coupea cover crop mulch for weed control in desert pepper production*. HortScience 35: 196-198.
- Labrada, R. 2004. *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0d.htm> (Consultado el 23 de enero de 2006).
- Mazorra, C. 2006. *Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana. Cuba. 121 pp.
- Paretas, J. J.; Suárez, J. J. y Valdés, L. R. 1989. *Gramíneas y leguminosas comerciales y promisorias para la ganadería en Cuba*. Chong, O. (Ed.). Ministerio de la Agricultura-IIPF. 112 pp.

- Pérez, R.; Borroto, M.; Mazorra, C.; Borroto, A.; Cubillas, N.; Rodríguez, L.; Fontes, D.; Rodríguez, I.; Álvarez, A.; Abreu, D.; García, J. y Sánchez, M. 1998. *Potencialidad de un sistema silvopastoril en áreas de cocoteros con coberturas de leguminosas*. En: III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería” (Memorias). EEPF “Indio Hatuey”. p. 263-268. Cuba.
- Rubio, C. R. 1994. *Dinámica de la maleza en cultivos de coberturas*. Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Parasitología agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. de México. 68 pp.
- Ruiz, T. E.; Aloma, J.; Febles, G. y Lock, S. 2005. *Las leguminosas para la producción de biomasa en el trópico*. Conferencia. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. (CD-ROM). La Habana, Cuba.
- Ruiz, T. y Febles, G. 2006. *Principios agronómicos para la producción de pastos*. Parte II. Agrotecnia para el fomento de sistemas con leguminosas. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Edit. Milagros Milera. p. 103-133. Guatemala.
- Ruffo, M. L. 2003. *Protocolos para la determinación de bancos de semillas de malezas en los agrosistemas*. Actas XI Congreso de AAPRESID. Tomo I, p. 171-176.
- Sánchez, M. D. 1995. *Integración del ganado con cultivos perennes*. Revista Mundial de Zootecnia. 82(1): 50-57.
- Sánchez, V. y Ojeda, F. 2004. *Comportamiento etológico de ovinos en un sistema agropastoril aplicado a un cultivo de peras*. Pastos y Forrajes. 27 (3): 259-265.
- Simón, L. y Esperance, M. 1997. *El silvopastoreo: una alternativa para mejorar la eficiencia del uso de la tierra en los cítricos*. Agricultura Orgánica. Año 3(1): 14-15.
- Simón, L.; Sánchez, M. D.; Hernández, M.; Sánchez, S. y Mendoza, C. 2005. *Integration of horses to orange tree plantations*. In: Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Mosquera-Losada, M. R.; McAdam, J. y Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds.). p. 200-201. CABI Publishing.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1988. *Bioestadística, principios y procedimientos* (2da. Ed., 1ra. Ed. en español). McGraw-Hill (Ed.). Internamericana. México. 622 pp.
- Teasdale, R. J. 2005. *Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas*. [http-equiv=Content-Type content="text/html](http-equiv=Content-Type content=). (Consultado el 2 de junio de 2007).
- Torres, J. A. 2005. *Effect of sheep grazing on coffee quality*. In: Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Mosquera-Losada, M. R.; McAdam, J. y Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds.). p. 204-206. CABI Publishing.
- Visauta, B. 1998. *SPSS para Windows. Estadística multivariada*. Vol. II. Mc Graw-Hill. Interamericana de España. S.A.V. 358 pp.

Recibido: Junio 18, 2007

Aceptado: Agosto 14, 2007



Título: *Toreando ideas*

Técnica: Esgrafiado sobre estireno

Autor: Adoración Palma "2manoS"

Año: 2007

# Crecimiento de crías de *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis mossambicus* cultivadas en un sistema de recirculación y alimentadas con un suplemento de quistes de *Artemia* en la dieta comercial

Growth of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis mossambicus* fry reared in a recirculating system and fed with a supplementary inclusion of *Artemia* cysts in the commercial diet

Gallo-García, M. C.\* y García-Ulloa, G. M.

Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, A. P. 3. Barra de Navidad, Jalisco, (C. P. 48987), México.

\*Correspondencia: carmengallo03@hotmail.com

## Resumen

Estudios previos demostraron que es posible optimizar la producción de crías de *Oreochromis mossambicus* en un sistema de recirculación mediante dietas suplementadas con quistes de *Artemia*. En el presente trabajo se reportan los rendimientos productivos de crías de *Oreochromis niloticus*, especie altamente cultivada en México y el mundo, y de *O. mossambicus* a fin de conocer posibles diferencias en el crecimiento y supervivencia. Los organismos, con un peso promedio inicial de  $0.017 \pm 0.005$  y  $0.011 \pm 0.002$  g (*O. niloticus* y *O. mossambicus*, respectivamente), fueron alimentados durante 30 días con una inclusión de 10% quistes decapsulados secos de *Artemia* (QDS) en un alimento comercial iniciador. La ración alimenticia fue del 25% de la biomasa con una frecuencia alimenticia de 4 veces al día. El cultivo de ambas especies se realizó en un sistema de recirculación a una densidad de 5 org/l (5000 org/m<sup>3</sup>). El peso promedio final

## Abstract

Previous studies demonstrated that it is possible to optimize *Oreochromis mossambicus* fry production in a recirculating system by means of supplemented diets with *Artemia*'s cysts. In the present work, productive yields of *Oreochromis niloticus*, species kind highly cultured in México and worldwide, and *O. mossambicus* fry are reported in order to know the possible differences on growth and survival. Tilapia fry with a mean wet weight of  $0.011 \pm 0.002$  and  $0.017 \pm 0.005$  g (*O. niloticus* and *O. mossambicus*, respectively), were fed with a dietary inclusion of 10% of decapsulated *Artemia* cysts (QDS) in a starter commercial diet, during the first month of exogenous feeding after yolk absorption. Fry were reared in a recirculating system at a stocking density of 5 org/l (5000 org/m<sup>3</sup>). Diet was given at a daily feeding rate of 25% of body biomass, four times a day. Final mean weight and survival for *O. niloticus* and *O. mossambicus* were  $1.31 \pm 0.15$  and  $1.60 \pm$



de *O. niloticus* y *O. mossambicus* fue de  $1.31 \pm 0.15$  y  $1.60 \pm 0.22$  g con supervivencias de 97.5 y 90%, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los rendimientos finales reportados en ambas especies (peso húmedo, longitud, biomasa/l, ganancia diaria de peso, crecimiento específico, conversión alimenticia y supervivencia). Los resultados sugieren que, bajo condiciones similares de manejo, la inclusión de 10% de QDS en el alimento de iniciación mejora los rendimientos de ambas especies en su etapa de crías. Consideraciones tecnológicas y económicas deben ser cuidadosamente revisadas antes de usar QDS a nivel comercial.

### Palabras clave

Crías de tilapia, parámetros de crecimiento, quistes decapsulados de *Artemia*, sistema de recirculación.

0.22 g, and 90 % y 97.5 %, respectively. There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) in final yields (mean weight, length, biomass/l, daily weight gain, specific growth, feed conversion and survival) between species. The results suggests that an inclusion of 10% of QDS in the hatchery diet may improve growth performance of both *Oreochromis* species under similar management conditions. Technical and economic considerations should be carefully reviewed before using QDS at commercial level.

### Keywords

Tilapia fry, growth parameters, decapsulated *Artemia* cysts, recirculated water system.

## Introducción

Una de las limitantes en la expansión del cultivo de la tilapia ha sido la baja capacidad de producción de crías destinadas a engorda, a pesar de que en los últimos años se ha observado una tendencia a la intensificación del cultivo, con sistemas de producción que básicamente persiguen mayores producciones incrementando las densidades de siembra por unidad de área. Tal es el caso de los sistemas de recirculación que permiten un mayor control de los compuestos nitrogenados que podrían ser tóxicos para los animales mediante la filtración biológica y/o química. La eficiencia en el funcionamiento del sistema está en función a la densidad del cultivo, la calidad de la dieta (contenido en N) y a las buenas prácticas de manejo en la alimentación [Timmons *et al.*, 2002].

En este tipo de sistemas, los animales dependen totalmente de dietas comerciales de alta calidad que satisfagan todos sus requerimientos nutricionales, ya que no está considerado el aporte nutricional de la productividad primaria [Olvera-Novoa y Olivera-Castillo, 1996]. A pesar de que las dietas comerciales para la crianza de tilapia son consideradas nutricionalmente completas, existe la posibilidad de suplementarlas

con ingredientes de alta calidad a fin de optimizar los rendimientos. Se ha comprobado que la inclusión de componentes alimenticios de alta calidad como los quistes de *Artemia*, mejora la calidad de crías de tilapia [García-Ulloa *et al.*, 2005] y especies de ornato [García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005] reflejada en mejores crecimientos, buena pigmentación y una apariencia general sana y resistente [García-Ulloa, 2004]. Como alimento de iniciación larvario, los quistes han sido probados experimentalmente en crustáceos [Sorgeloos *et al.*, 1977] y peces [Sorgeloos *et al.*, 1977; Léger *et al.*, 1986; Verreth y Den Bieman, 1987; Verreth *et al.*, 1987; Vanhaecke *et al.*, 1990; Pector *et al.*, 1994; Weirich *et al.*, 2000; Lim *et al.*, 2002].

Hasta el momento, se han realizado experimentos para evaluar la inclusión de quistes decapsulados secos (QDS) en el alimento comercial de iniciación en la producción de crías de la tilapia roja, *Oreochromis mossambicus*, cultivadas en un sistema de recirculación [García-Ulloa y Hernández-Garciabada, 2003; García-Ulloa y Hernández-Garciabada, 2004; García-Ulloa *et al.*, 2004a; García-Ulloa *et al.*, 2005]. Los resultados indican que con la inclusión de 10% de QDS en la dieta comercial de iniciación, a una ración diaria del 25%, es posible obtener pesos mayores a un gramo a los 30 días con altas supervivencias [García-Ulloa *et al.*, 2006].

Aunque la tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*, es la especie de mayor preferencia al ser cultivada no solamente en México, sino en todo el mundo, no se habían realizado estudios análogos a nivel de laboratorio. El presente estudio reporta los rendimientos de crías de *O. niloticus* y *O. mossambicus* cultivadas bajo las condiciones de manejo propuestas en estudios previos con la tilapia roja. Los resultados fueron comparados a fin de detectar diferencias interespecíficas y se discuten las condiciones de manejo generales que contribuyeron a la obtención de los mismos.

## Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en las instalaciones del Laboratorio de Ciencias Marinas (LCM), de la Universidad Autónoma de Guadalajara, ubicado en Barra de Navidad, Jalisco, México. Las crías de *O. niloticus*, con un peso húmedo promedio de  $0.011 \pm 0.002$  g, se obtuvieron de la granja Industrias Acuícolas de Occidente, en la localidad de Buenaventuras, Colima, México. Las crías de *O. mossambicus* fueron obtenidas de huevecillos fertilizados y colectados de las hembras reproductoras mantenidas en el LCM. Para esta última, se utilizaron animales de 10 días de nacidos de un peso húmedo promedio de  $0.017 \pm 0.005$  g que ya hubiesen absorbido el saco vitelino.

El estudio de crecimiento de ambas especies fue realizado en un sistema de recirculación de agua, que consta de tanques de plástico de 10 l de capacidad (volumen de trabajo = 8 l), con un flujo continuo de agua de 0.25 l/min por tanque. En cada contenedor se ajustó una densidad de 5 org/l, estudiando cada especie por triplicado

[García-Ulloa *et al.*, 2006]. La temperatura y el oxígeno disuelto se controlaron mediante la introducción de un calentador de 100 Watts en el tanque de filtración biológica, y de una piedra difusora de aire en cada contenedor, respectivamente. Todos los días antes de la limpieza y alimentación fueron medidos los parámetros físico-químicos anteriormente mencionados, así como el pH del agua. Se proporcionó iluminación artificial con lámparas de luz fluorescente controladas mediante un temporizador, con un fotoperiodo de 11 horas luz por día y 13 de oscuridad.

La dieta suministrada hasta los primeros 30 días de alimentación exógena de ambas especies y consistió en una mezcla de quistes decapsulados secos procesados de origen (QDS) (Shell-Free, INVE Aquaculture Inc., Granstville, Utah, USA) y alimento comercial de iniciación (AC) (API-ABA® 40% proteína, Malta Texo de México, S.A. de C. V., México, D. F.), previamente molido y tamizado para obtener partículas de alimento de aproximadamente 600 a 800  $\mu\text{m}$  de diámetro, en una proporción de 10% QDS y 90% AC (10QDS/90AC) [García-Ulloa *et al.*, 2006]. La ración alimenticia diaria aplicada en ambas especies fue del 25% de la biomasa total considerando los pesos promedio por día para cada especie a la misma edad, reportados por García-Ulloa y Hernández-Garciabada [2004] y García-Ulloa *et al.* [2004b]. La frecuencia alimenticia manejada en ambas especies fue de 4 veces al día, con la ración diaria dividida en cuatro porciones y suministrada entre las 8:00 y 19:00 h. Antes de alimentar, los residuos orgánicos sedimentados en el fondo de las tinas fueron retirados mediante un sifón. Para conocer la composición bioquímica se analizaron tres muestras de la dieta estudiada en un laboratorio analítico. La proteína cruda se obtuvo utilizando el método Kjeldahl [APHA, 1989], el porcentaje de lípidos se obtuvo mediante el método de extracción de Soxhlet [Bligh y Dyer, 1959], la fibra cruda con el método de fenol-ácido sulfúrico [Myklestad y Haug, 1972] y las cenizas se determinaron por incineración en una mufla [AOAC, 1984].

Al final del estudio (día 30), todos los animales fueron pesados y medidos para obtener los promedios del peso húmedo y la longitud estándar, previa colocación sobre papel absorbente para retirar el exceso de agua. Los animales fueron contados para calcular la supervivencia con la fórmula  $S = 100 \times (\text{Número final de organismos} / \text{Número inicial de organismos})$  [Cortés-Jacinto *et al.*, 2003].

La biomasa final/l (B), representó la sumatoria del peso húmedo al final del experimento por réplica dividido entre el volumen de trabajo (8 litros). La ganancia diaria de peso por réplica (GDP) se calculó con la fórmula:  $\text{GDP} = (\text{Peso vivo final} - \text{Peso vivo inicial}) / \text{Días de tratamiento}$  [Mbahinzireki *et al.*, 2001]. El crecimiento específico (% de ganancia en peso/día) por réplica fue calculado  $\text{CE} = 100 \times [(\text{Ln del peso final} - \text{Ln del peso inicial}) / \text{Tiempo de cultivo}]$  [Ricker, 1979]. La conversión alimenticia por réplica se calculó como:  $\text{CA} = \text{Gramos de alimento consumido} / \text{Gramos de ganancia de peso}$  [Hepher, 1993].

Para el análisis estadístico comparativo de los datos se utilizó el paquete estadístico *Statgraphics Plus* versión 5.0 (Copyright 1994-2000 by Statistical Graphics Corp.). Los parámetros del crecimiento fueron comparados mediante la prueba no paramétrica U-Mann Whitney con un nivel de confianza del 95%. Los porcentajes de supervivencia fueron normalizados y comparados con una prueba *t* de Student.

## Resultados

Los parámetros de calidad de agua del sistema de recirculación se muestran en el Cuadro 1. Los resultados del análisis de la dieta (10QDS/90AC) y la composición proximal garantizada del AC de iniciación utilizado para la preparación de la dieta se muestran en el Cuadro 2. Los parámetros de crecimiento y el porcentaje de supervivencia obtenidos para cada especie se indican en el Cuadro 3. El crecimiento general obtenido para *O. niloticus* fue similar al registrado en la tilapia roja, y en ambas especies, se obtuvo una baja variabilidad en el peso y la longitud final. Las crías de *O. mossambicus* presentaron un peso húmedo, longitud estándar, biomasa/l, CE y GDP ( $1.60 \pm 0.22$  g,  $3.16 \pm 0.22$  cm,  $7.82 \pm 1.44$  g,  $16.54 \pm 0.23\%$  de ganancia en peso/d y  $0.0507 \pm 0.012$  g/d, respectivamente), ligeramente mayores que *O. niloticus*, con una mejor CA ( $1.47 \pm 0.29$ ), sin presentar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las especies. La supervivencia fue menor en *O. niloticus* ( $90.00 \pm 7.26\%$ ), en comparación a la registrada en *O. mossambicus* (97.50%) al día 30 de experimentación, sin mostrar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 1. Promedio final de los parámetros físico-químicos registrados en el agua del sistema de recirculación.

Parámetro	Promedio ±desviación estándar
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.33 ± 0.97
Temperatura (° C)	28.06 ± 0.64
pH	7.69 ± 0.23

Cuadro 2. Composición proximal de la dieta compuesta por 10% de quistes decapsulados secos de *Artemia* (QDS) y 90% de AC (10QDS/90AC) y análisis garantizado de la dieta comercial (AC) (API TILAPIA) alevinaje 40% de proteína ®.

Composición proximal (%)	10QDS/90AC	AC
Humedad	6.76 ± 0.31	12.0 (máx.)
Proteína cruda	51.05 ± 1.62	40.0 (mín.)
Lípidos	4.23 ± 0.51	4.0 (mín.)
Fibra cruda	3.07 ± 0.32	5.0 (máx.)
Cenizas	8.05 ± 0.29	12.0 (máx.)
Extracto libre de nitrógeno	33.6 ± 2.01	27.0 (mín.)

Cuadro 3. Parámetros de crecimiento y supervivencia de crías de *O. niloticus* y *O. mossambicus* cultivadas en un sistema de recirculación y alimentadas con una dieta suplementada al 10 % con quistes decapsulados secos de *Artemia*.

Parámetro de crecimiento y supervivencia*	<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossambicus</i>
Longitud estándar final (cm)	3.14 ± 0.15	3.16 ± 0.22
Peso húmedo final (g)	1.31 ± 0.15	1.60 ± 0.22
Biomasa/l (g)	5.68 ± 0.72	7.82 ± 1.44
CA	2.34 ± 0.27	1.47 ± 0.29
CE (%)	15.44 ± 0.43	16.54 ± 0.23
GDP (g)	0.0462 ± 0.005	0.0507 ± 0.012
Supervivencia (%)	90.00 ± 7.26	97.50 ± 2.5

\*Promedio final ± desviación estándar. Tres réplicas.

## Discusión

En las crías de ambas especies, el peso promedio fue mayor a un gramo, lo cual supera el peso promedio comercial de las crías a nivel mundial que oscila, normalmente, entre 0.2 y 0.6 g en el mismo periodo de cultivo [Phelps y Popma, 2000]. Los resultados obtenidos con *O. mossambicus* fueron semejantes a los reportados en estudios previos obtenidos con 10% de inclusión de quistes decapsulados [García-Ulloa *et al.*, 2006]. En lo que respecta a la posible diferencia de los rendimientos en función a la especie, en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas entre las dos especies de tilapia. Esto coincide con otros trabajos publicados en donde se compara el crecimiento inicial de las mismas especies. Por ejemplo, Landa *et al.* [1994], no encontraron diferencias entre los crecimientos obtenidos desde la engorda inicial hasta los 50 g entre *O. niloticus* y *O. mossambicus*. Por otro lado, Muñoz y Garduño [1994] tampoco reportaron diferencias en el crecimiento inicial de crías masculinizadas entre ambas especies [Muñoz y Garduño, 1994]. Por el contrario, se ha observado que desde la engorda de juveniles hasta la finalización del cultivo, la tilapia del Nilo presenta un crecimiento más acelerado que la tilapia roja [Garduño-Lugo, 1996]. Los resultados obtenidos en este estudio pudieron derivar de un efecto combinado de la calidad de la dieta, las estrategias de alimentación y la buena calidad del agua mantenida en un sistema de recirculación.

El manejo exitoso de altas densidades de cultivo no sólo depende de la tolerancia de la especie y la aplicación de nuevas tecnologías y equipos de producción, sino también de una buena nutrición [Alceste, 2004] y adecuadas estrategias de alimentación. Hasta el momento, el potencial de los quistes de *Artemia* como alimento único o como suplemento alimenticio de alta calidad para larvas de peces y crustáceos no ha sido considerado debidamente. Los quistes son ricos en ácidos grasos, vitamina C, aminoácidos y pigmentos [Léger *et al.*, 1986], y aparentemente con un contenido energético 30 a 57% más elevado que el de los nauplios de *Artemia* recién eclosionados [Wouters y Van Horenbeeck, 2003]. Actualmente, los quistes se comercializan enteros o decapsulados, lo cual aporta alternativas para su utilización directa como alimento larvario. Larvas de peces alimentados con quistes sin decapsular mostraron ser incapaces de digerir la quitina del corion, situación que genera mortalidad por bloqueo del tracto digestivo [Léger *et al.*, 1986].

Asimismo, los quistes decapsulados tienen un alto coeficiente de digestibilidad [García-Ortega, 2000], presentan un tamaño adecuado para larvas de boca pequeña [Léger *et al.*, 1986] con una buena textura, elasticidad y estabilidad en el agua [Verreth *et al.*, 1987]. Establecer la correcta cantidad de proteína cruda (PC) en la dieta es importante para maximizar el crecimiento de la tilapia, sobre todo en las primeras etapas del mismo [Alceste, 2004]. Una dieta comercial de iniciación suplementada

con tan sólo 10% de inclusión de quistes de *Artemia*, aumenta el contenido de PC de 40 a 50% aproximadamente (Cuadro 2). Olvera-Novoa y Olivera-Castillo [1996] señalan que los requerimientos de proteína son muy parecidos para las diferentes especies de tilapia, sin importar el medio en que viven. El requerimiento se ve afectado por el balance proteína:energía en la dieta, su perfil de aminoácidos, digestibilidad y por la cantidad de energía no proteica disponible.

Otros factores que afectan los requerimientos son la edad, estado fisiológico, hábitos alimenticios, calidad del agua y estado reproductivo del animal. Varios autores indican que los requerimientos de PC de las crías tempranas de *O. niloticus* y *O. mossambicus* cultivadas bajo condiciones controladas de laboratorio van en un rango de 40 a 45 %, a diferencia de otras especies como *Oreochromis aureus* o *Tilapia zillii* [Jauncey, 1982; Siddiqui *et al.*, 1998; El-Sayed y Teshima, 1992; Al Hafedh, 1999]. Por otro lado, la cantidad de alimento a suministrar a cualquier organismo acuático en crecimiento está en función de diversos factores; entre los que destacan: la densidad de siembra, la temperatura del agua y la calidad nutricional de la dieta. García-Ulloa y Hernández-Garciabada [2004] determinaron que para una dieta suplementada con QDS, una ración diaria de al menos 25% de la biomasa generaba los mejores crecimientos en la tilapia roja. Por otro lado, Olvera-Novoa y Olivera-Castillo [1996] refieren que aunque no hay reglas claras en cuanto a la frecuencia de alimentación, es conveniente dividir la ración en al menos cuatro porciones al día o mejor aún, alimentar tan frecuentemente como la economía lo permita para disparar el crecimiento.

En el presente ensayo, el suministro de dietas suplementadas con QDS, la ración alimenticia (25%) y la frecuencia alimenticia de 4 veces al día aparentemente mantuvieron saciadas a las tilapias de ambas especies; en consecuencia, se redujo el canibalismo y a la vez se aprovechó mejor el alimento reflejado en un mejor crecimiento y una menor dispersión en la talla final.

Las supervivencias obtenidas en ambas especies pueden explicarse no sólo por la dieta empleada, sino también en que los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de sus requerimientos óptimos debido al sistema de recirculación [Cuevas-Pérez y Delgado-Vidal, 2007]. En décadas pasadas, estos sistemas ya habían sido estudiados para el cultivo de tilapia en diferentes etapas del crecimiento [Naegel, 1977; Provenzano y Winfield, 1987; Suresh y Lin, 1992]. El diseño de cada sistema debe estar acorde a la talla y la densidad máxima, ya que varía la acumulación de desechos orgánicos en el agua en función a estos dos puntos.

En estudios previos realizados en el LCM en un sistema experimental de recirculación con crías de tilapia roja, alimentadas con dietas suplementadas con QDS, no se encontraron diferencias estadísticas en los crecimientos obtenidos a diferentes densidades (3 a 8 org/l) [García-Ulloa *et al.*, 2005].

En el presente estudio se manejó una densidad de 5 org/l (5000/m<sup>3</sup>), misma que aparentemente no afectó de manera negativa el crecimiento y supervivencia de las crías de tilapia del Nilo; no obstante, un aumento en la densidad podría disminuir los rendimientos de esta especie. El-Sayed [2001] realizó experimentos durante 40 días en un sistema de recirculación con crías de *O. niloticus* cultivadas a diferentes densidades (3, 5, 10, 15 y 20 crías/l) y obtuvo los mejores crecimientos a una densidad de 5 crías/l, con una correlación negativa entre la densidad de siembra y el crecimiento, supervivencia y eficiencia en la utilización del alimento.

Por otro lado, hasta el momento el sistema utilizado en el LCM ha resultado ser eficiente a pesar de su diseño sencillo, pero aún es necesario realizar algunas modificaciones para optimizar su funcionamiento. La conveniencia y el riesgo de un aumento en la densidad en el cultivo experimental de crías de tilapia, deberán ser estudiadas en trabajos posteriores.

Finalmente, con base a los resultados y experiencias obtenidos, sería conveniente realizar estudios posteriores con otras especies de tilapia, evaluar los efectos de la dieta durante la reversión sexual y evaluar la factibilidad económica de la utilización de dietas similares a nivel comercial. En estudios posteriores podrían desarrollarse estrategias alimenticias para evitar el desperdicio de alimento y disminuir la ración alimenticia.

## Conclusiones

Se obtuvieron pesos mayores a un gramo y altos rendimientos en crías de 30 días de *O. niloticus* bajo condiciones de alimentación y manejo similares a las utilizadas con las crías de tilapia roja.

No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los rendimientos obtenidos en crías de *O. niloticus* y *O. mossambicus* cultivadas bajo las condiciones de cultivo antes mencionadas.

La inclusión de quistes decapsulados de *Artemia* en la dieta suplementada a crías de *O. niloticus* y *O. mossambicus*, bajo los parámetros de cultivo y estrategias de alimentación de este estudio, resultó en mayor crecimiento y altos rendimientos.

## Literatura citada

- Al Hafedh, Y. S. 1999. *Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*. 30: 385-393.
- Alceste, C. C. 2004. *Alternative protein sources in tilapia feed formulation*. *Aquaculture Magazine*. 30(3): 42-45.



- AOAC. *Official methods for analysis*. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1984.
- APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14<sup>th</sup> ed. Washington, D. C.: American Public Health Association, 1989.
- Bligh, E. G. y Dyer, W. I. 1959. *A rapid method of total lipid extraction and purification*. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 37: 911-917.
- Cortés-Jacinto, E.; Villarreal-Colmenares, H. y Rendón-Rumualdo, M. 2003. *Efecto de la frecuencia alimenticia en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de langosta de agua dulce* *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Decapoda: Parastacidae). Hidrobiológica. 13(2): 151-158.
- Cuevas-Pérez, C. L. y Delgado-Vidal, F. K. 2007. *Manual de cultivo y alimentación de tilapia en la zona rural*. 1<sup>a</sup> Ed. Universidad del Mar-Fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT: Instituto de Industrias, Puerto Ángel, Oaxaca, México. 47 pp.
- El-Sayed, A. M. y Teshima, S. 1992. *Protein and energy requirements of Nile tilapia* *Oreochromis niloticus*, fry. Aquaculture. 103: 55-63.
- El-Sayed, A. M. 2001. *Intensive culture of Nile tilapia* *Oreochromis niloticus* fry: *Effects of stocking density and feeding levels on fish performance*. Aquaculture 2001: Book of Abstracts. 206 pp.
- García-Ortega, A. 2000. *Valor nutricional de los quistes de Artemia y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces*. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. En: Cruz-Suárez, L. E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M. A. y Civera-Cerecedo, R. Editores. p. 287-299.
- García-Ulloa, G. M. 2004. *¿Es posible mejorar la calidad de las crías de tilapia?* Nutrición larvaria. Parte 4. Panorama Acuícola Magazine. 9(4): 58.
- García-Ulloa, G. M. y Gómez-Romero, H. J. 2005. *Growth of angel fish* *Pterophyllum scalare* (Gunther, 1862) *juveniles fed inert diets*. Avances en Investigación Agropecuaria. 9(3): 49-60.
- García-Ulloa, G. M. y Hernández-Garciabada, G. F. 2003. *Effect of the dietary inclusion of decapsulated Artemia cysts on growth and survival of Red Tilapia* (*Oreochromis mossambicus*) fry and its subsequent fingerling production. Journal of Aquaculture in the Tropics. 18: 139-151.
- García-Ulloa, G. M. y Hernández-Garciabada, G. F. 2004. *Effect of the feeding ration on growth performance of Oreochromis mossambicus larvae using decapsulated Artemia cysts as dietary supplement*. Hidrobiológica. 2004; 14: 137-144.
- García-Ulloa, G. M.; García, O. C. y Sangha, R. 2004 a. *Crecimiento y sobrevivencia de crías de la tilapia roja* *Oreochromis mossambicus*, *alimentadas con diferentes dietas*. Memorias del Primer Foro de Egresados del Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias (material electrónico en CD). Universidad de Colima. Trabajo 11: s/p.
- García-Ulloa, G. M.; García, O. C.; González, O. A. y Sangha, R. 2004b. *Primer reporte sobre el uso de quistes decapsulados de Artemia en la producción comercial de crías de tilapia* *Oreochromis niloticus*. Memorias del Primer Foro de Egresados del Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias (material electrónico en CD). Universidad de Colima. Trabajo 12: s/p.
- García-Ulloa, G. M.; González-Ochoa, O.; Sangha, R.; Zavala-Aguirre, J. L. y Torres-Bugarín, O. 2005. *Stocking density effects on growth and survival of red tilapia* (*Oreochromis mossambicus*) fry fed a diet containing decapsulated *Artemia* cysts. Journal of Aquaculture in the Tropics; 20 (2): 139-150.
- García-Ulloa, G. M.; Gallo-García, M. C.; Avedaño-Astorga, N. y Ponce-Palafox, J. T. 2006. *Estudio complementario para reducir la inclusión de quistes decapsulados de Artemia en la dieta iniciadora comercial de crías de Tilapia Roja* *Oreochromis mossambicus*. Memorias del IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura CIVA 2006. En URL: <http://www.civa2006.org> p. 347-353.
- Garduño-Lugo, M. 1996. *Selección genética de Oreochromis niloticus para producir progenies monosexuales de color rojo*. Memorias del Primer Curso Internacional de Tilapia. En: Escamilla-Guerrero, M. M. y Raña-Garibay, A. P. Editores. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. p. 53-59.

- Hepher, B. 1993. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Editorial Limusa, México, D. F.
- Jauncey, K. 1982. *The effects of varying dietary protein level on growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (Sarotherodon mossambicus)*. *Aquaculture*. 27: 43-54.
- Landa, M.; Garduño, M. y Muñoz, G. 1994. *Crecimiento de las líneas rojas de dos especies de tilapia durante la etapa de crianza*. Resúmenes de trabajos de la Séptima Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. 166 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Veracruz, Ver.
- Léger, P.; Bengston, D. A.; Simpson, K. L. y Sorgeloos, P. 1986. *The use and nutritional value of Artemia as a food source*. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 24: 521-624.
- Lim, L. C.; Cho, Y. L.; Dhert, P.; Wong, C. C.; Nelis, H. y Sorgeloos, P. 2002. *Use of decapsulated Artemia cysts in ornamental fish culture*. *Aquaculture Research*. 33: 575-589.
- Mbahinzireki, G. B.; Dabrowski, K.; Lee, K. J.; El-Saidy, D. y Wisner, E. R. 2001. *Growth, feed utilization and body composition of tilapia (Oreochromis sp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system*. *Aquaculture Nutrition*. 7: 189-200.
- Muñoz, G. y Garduño, M. 1994. *Comparación del crecimiento entre Oreochromis niloticus, O. mossambicus y su híbrido bajo condiciones de cultivo*. *Veterinaria México*. 25(4): 323-326.
- Mykkestad, S. y Haug, A. 1972. *Production of carbohydrates by the marine diatom Chaetoceros affini var. wille (Gran) Husted. I. Effect of the concentration of nutrients in the culture medium*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 9: 125-136.
- Naegel, L. C. A. 1977. *Combined production of fish and plants in recirculating water*. *Aquaculture*. 10: 17-24.
- Olvera-Novoa, M. A. y Olivera-Castillo, L. 1996. *Nutrición y alimentación de tilapia*. *Memorias del Primer Curso Internacional de Tilapia*. En: Escamilla-Guerrero, M. M. y Raña-Garibay, A. P. Editores. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. pp. 158-180.
- Pector, R.; Tackaert, W.; Abelin, P.; Ollevier, F. y Sorgeloos, P. 1994. *A comparative study on the use of different preparations of decapsulated Artemia cysts as food for rearing African Catfish (Clarias gariepinus) larvae*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25(3): 366-370.
- Phelps, R. P. y Popma, T. J. 2000. *Sex reversal of tilapia*. *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 2. Baton Rouge, Louisiana: The World Aquaculture Society. pp 34-59.
- Provenzano, Jr. A. J. y Winfield, J. G. 1987. *Performance of a recirculating fish production system stocked with tilapia hybrids*. *Aquacultural Engineering*. 6: 15-26.
- Ricker, W. E. 1979. *Growth rates and models*. En: Hoar, W. S.; Randall, D. J. y Brett, J. R. (Eds.). *Fish physiology, Bioenergetics and growth*. Vol. 8. New York: Academic Press. pp. 599-675.
- Siddiqui, A. Q.; Howlader, M. S. y Adam, A. A. 1998. *Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 70: 63-73.
- Sorgeloos, P.; Bossuyt, E.; Laviña, E.; Baeza, M. M. y Persoone, G. 1977. *Decapsulation of Artemia cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture*. *Aquaculture*. 12: 311-315.
- Suresh, A. V. y Lin, C. K. 1992. *Effect of stocking density on water quality and production of red tilapia in a recirculated water system*. *Aquacultural Engineering*. 11: 1-22.
- Timmons, M. B.; Ebeling, J. M.; Wheaton, F.W.; Summerfelt, S. T. y Vinci, B. J. 2002. *Recirculating aquaculture systems*. 2a ed. Northeastern Regional Aquaculture Center. Editorial Cayuga Aqua Ventures New York, USA.
- Vanhaecke, P.; De Vrieze, L.; Tackaert, W. y Sorgeloos, P. 1990. *The use of decapsulated cysts of the brine shrimp Artemia as direct food for carp Cyprinus carpio L. larvae*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 21: 257-262.

- Verreth, J. y Bieman, D. H. 1987. *Quantitative feed requirements of African Catfish (Clarias gariepinus Burchell) larvae fed with decapsulated cysts of Artemia. I. The effect of temperature and feeding level.* Aquaculture. 63: 251-267.
- Verreth, J.; Storch, V. y Segner, H. 1987. *A comparative study on the nutritional quality of decapsulated Artemia cysts, microencapsulated egg diets and enriched dry feeds for Clarias gariepinus (Burchell) larvae.* Aquaculture. 63: 269-282.
- Weirich, C. R.; Reigh, R. C. y Glenn, III D.W. 2000. *Evaluation of decapsulated Artemia cysts in hatchery diets for channel catfish Ictalurus punctatus fry and effects on subsequent fingerling production.* Journal of the World Aquaculture Society. 31: 609-617.
- Wouters, R. y Van Horenbeeck, T. 2003. *New nursery diet for shrimp performs well at super-high stocking densities.* Global Aquaculture Advocate. 6:72-74.

Recibido: Junio 28, 2007

Aceptado: Agosto 20, 2007

## Indicaciones para los autores

---

Los autores que tengan interés en publicar algún artículo en *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA) deberán ajustarse a los siguientes lineamientos: publicarán artículos científicos originales e inéditos relacionados con las ciencias agrícolas o pecuarias, que de preferencia sean investigaciones inéditas en el trópic de aplicación práctica a la problemática.

Las contribuciones quedarán dentro de las categorías siguientes:

- Trabajos científicos originales
- Publicaciones por invitación
- Estudios recapitulativos o de revisión
- Notas técnicas

Se entiende como trabajo científico original aquella publicación redactada en tal forma que un investigador competente y suficientemente especializado en el mismo tema científico sea capaz, basándose exclusivamente en las indicaciones del texto, de:

- Reproducir los experimentos y obtener los resultados que se describen con un margen de error semejante o menor al que señala el autor.
- Repetir las observaciones y juzgar las conclusiones del autor.
- Verificar la exactitud de los análisis y deducciones que sirvieron al autor para llegar a conclusiones.

Se entiende como una publicación por invitación aquella producida por un científico que por su reconocimiento internacional sea invitado por el editor de la revista a presentar un tema de particular interés sobre sus experiencias en investigación original o sobre una o varias informaciones científicas nuevas. La redacción es responsabilidad exclusiva del autor, pero deberá pasar por el Comité Editorial de la revista. El trabajo no proporciona suficientes datos para que se puedan reproducir experimentos, observaciones y conclusiones.

Se entiende como estudio recapitulativo o de revisión el trabajo cuyo fin primordial es resumir, analizar o discutir informaciones ya publicadas, relacionadas con un solo tema.

Se entiende como notas técnicas a los escritos cuya redacción será de un máximo de seis páginas, así como no más de dos cuadros o gráficas. El texto no requerirá de separación en párrafos ni de subtítulos, aunque tendrá que estructurarse. Deberá contener: un resumen y un *abstract* de no más de cien palabras; una introducción breve en la que se resaltará claramente el objetivo del trabajo; se continuará con los materiales y métodos; en el caso de los resultados y discusión preferiblemente estarán combinados

para evitar repeticiones; las conclusiones o recomendaciones deberán estar consideradas en el texto, anotadas de forma clara y precisa. Las referencias en el texto y en la literatura citada no podrán ser excesivas, ya que la importancia de las notas técnicas son la originalidad y la síntesis.

## Criterios para la presentación de originales

1. La revista acepta trabajos en español o inglés, en el cual deberá presentarse un resumen no mayor de 250 palabras en inglés y español, así como un máximo de 12 cuartillas por artículo (incluido resumen y literatura citada).

2. Deberán enviar el original vía internet al correo electrónico [revaia@ucol.mx](mailto:revaia@ucol.mx) o [aiagropecuarias@yahoo.com.mx](mailto:aiagropecuarias@yahoo.com.mx), o bien en formato CD-ROM al domicilio de AIA; en ambos casos observando las siguientes características: en procesador de palabras *Word*, con tipografía Times New Roman 12 puntos, a espacio sencillo. El formato de los textos debe estar en .rtf o .doc. Es preferible evitar el uso de estilos confusos en *Word* (es decir, no darle características de diseño al texto, ni manipular fuentes o tamaños en forma manual). Igualmente, adjuntarán tanto vía electrónica como en CD-ROM, una carta de aceptación de la publicación del texto inédito, cediendo así los derechos de dicha publicación a AIA, así como responsabilizándose del contenido de su artículo. De preferencia deberá ser rubricado por el autor principal.

3. El Comité Editorial se reserva los derechos para la selección y publicación de los mismos.

4. El título de toda comunicación deberá ser tan corto como sea posible, siempre que contenga las palabras clave del trabajo, de manera que permita identificar la naturaleza y contenido de éste, aun cuando se publique en citas e índices bibliográficos. No se deben utilizar abreviaturas en el texto, a excepción de aquellas que se indiquen con paréntesis en la primera cita que se presente en el cuerpo del mismo. A continuación del título irá el nombre del autor(es).

5. En la redacción se respetarán las normas internacionales del *Comité Internacional para las Revistas Médicas*, relativas a las abreviaturas, o seguir la norma de los artículos publicados en *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA), tales como: literatura citada, símbolos, nomenclatura anatómica, zoológica, botánica, química, a la transliteración terminológica, sistemas de unidades, etcétera.

6. Todo trabajo se dividirá en las siguientes secciones:

- Título (en español e inglés, no mayor de 15 palabras)
- Autores (indispensable: el domicilio físico de la institución de donde provenga el autor, así como el correo electrónico del autor y el institucional)
- Resumen en español (un máximo de 250 palabras)
- *Abstract* (en inglés)

- Palabras clave (no incluidas en el título)
- Introducción (concisa, planteando los objetivos)
- Materiales y métodos (breve, pero con los detalles que permitan reproducir las experiencias)
- Resultados
- Discusión
- Conclusiones
- Literatura citada
- Cuadros, figuras y fotos (como se indica en los siguientes párrafos, cada uno por separado).

7. El formato de las ilustraciones debe ajustarse a las extensiones de archivo: “.tif” o “.jpg”.

En el caso de las fotografías (digitalizadas), deberán estar insertadas con claridad, con una resolución mínima de 300 ppp, en formato “.tif”, las cuales quedarán impresas en blanco y negro.

Los cuadros y gráficas deben trabajarse en *Excel* y enviarse también por separado, además de las insertadas en el texto, e igualmente numeradas. En el caso de las gráficas, preferentemente serán en blanco y negro o con tonalidades grises.

Las fórmulas y ecuaciones deben hacerse con un editor de ecuaciones y enviarlas también por separado, en el formato original, o como ilustración, pero con una buena resolución gráfica (300 ppp).

8. La literatura citada sólo deberá contener los trabajos mencionados en el texto y viceversa; se escribirá de la manera siguiente:

## Trabajos en revistas

- Apellido del primer autor(es). Se ordenarán alfabéticamente. En caso de que tengan preposiciones (von, van, de, di u otras) se citarán después del apellido y la primera letra de su(s) nombre(s); ejemplo: Berg van den, R. En caso de apellidos compuestos se debe poner un guión entre ambos; ejemplo: Elías-Calles, E.
- Cuando existan dos autores, se anotará la conjunción “y” para especificar que se trata de sólo dos autores; siempre se utilizará un solo apellido por autor. Ejemplo: García-Ulloa, M. y García, J. C.
- Cuando sean más de dos autores, se anotará una coma después de cada apellido, seguido de la(s) letra(s) iniciales de los nombres de los autores, así como un punto y coma entre cada autor; ejemplo: López, B.; Carmona, M. A.; Bucio, L. y Galina, M. A.

- Año de aparición del trabajo.
- El título del trabajo se anotará íntegramente, en letras cursivas. En el caso de trabajos en español, francés o inglés, los sustantivos se escribirán con minúsculas.
- Nombre de la revista en forma abreviada de acuerdo con el *Comité Internacional para las Revistas Médicas*.
- Número de volumen, número de revista entre paréntesis y enseguida dos puntos.
- Primera y última página del trabajo.
- Ejemplo: Palma, J. M.; Galina, M. A. y Silva, E. 1991. *Producción de leche con (Cynodon plecostachyus) utilizando dos niveles de carga y de suplementación*. Av. de Inv. Agropecuarias. 14(1): 129-140.

En el caso de citar varios trabajos del mismo autor se hará en orden cronológico.

- Cuando del mismo autor aparezcan varios trabajos publicados en el mismo año y con diferentes colaboradores, se citarán de acuerdo con el orden alfabético del nombre del segundo autor.
- Cuando sea el mismo autor y el mismo año se deberá incluir entre paréntesis las letras (a), (b), progresivamente.
- Si se tratara de publicaciones que estén en prensa, habrá de citarse la revista con la anotación (en prensa). Las comunicaciones personales (sólo escritas, no verbales) no deberán figurar en la lista de la literatura citada. Se mencionarán como nota de pie de página.

## Libros

Se citarán de igual forma que las publicaciones periódicas, pero se anotará la editorial y el país de publicación después del título. Ejemplo: Reyes, C. P. 1982. *Bioestadística aplicada*. Editorial Trillas. México. 217 pp.

Cuando se trate del capítulo de un libro de varios autores, se debe poner el nombre del autor del capítulo, luego el título del capítulo, después el nombre de los editores y el título del libro, seguido del país, la casa editorial, año y las páginas que abarca el capítulo.

## Tesis

Se anotarán igual que las publicaciones periódicas, señalándolo en particular el nivel, licenciatura, maestría o doctorado, la institución y el país. Ejemplos:

Rodríguez, J. P. 1992. *Evaluación del consumo voluntario aparente en ganado de engorda mediante un modelo de simulación*. Tesis de licenciatura. Fes-Cuautitlán, Universidad Autónoma de México. Cuautitlán, Estado de México. México.

Palma, J. M. 1991. *Producción de leche en el trópico seco utilizando pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) o ensilado de maíz*. Tesis de maestría. FMVZ. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.

En caso de libros que incluyan artículos de diferentes autores (anuarios, etcétera) se citará siempre el apellido e iniciales del (de los) autor (es) del artículo en referencia, año, título del trabajo, título de la obra, nombre del (de los) editor (es), número de volumen en caso de que la obra conste de varios volúmenes, páginas, editorial y lugar donde apareció.

Ejemplo: Hodgson, J. 1994. *Manejo de pastos: teoría y práctica*. Editorial DIANA. México, D. F. 252 pp.

## Conferencias

Conferencias o discusiones que únicamente se hayan publicado en las memorias del congreso se citarán como sigue:

- Apellido e iniciales del (de los) autor (es)
- Año de su publicación
- Título del trabajo en cursivas
- Nombre del congreso del que se trate
- Lugar donde se llevó a cabo el congreso
- Casa editorial
- Páginas

Ejemplo: Loeza, L. R.; Ángeles, A. A. y Cisneros, G. F. 1990. *Alimentación de cerdos*. Tercera reunión anual del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Veracruz, Veracruz. En: Zúñiga, J. L. y Cruz, J. A. Editores. pp. 51-56.

## Material electrónico

Cuando se emplee una referencia electrónica, se proporcionarán los siguientes campos: autor, fecha, título y anexar la dirección consultada (URL) y la fecha de la consulta.

Los artículos de una revista se anotarán de la siguiente forma: autor, fecha, título, revista, volumen, páginas. Obtenido de la red mundial en (fecha): dirección en la red (URL).

Ejemplo:

Sánchez, M. 2002. Potencial de las especies menores para los pequeños productores. <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote4.htm> (Consultada el 20 enero de 2003).



Los nombres científicos y otras locuciones latinas se deben escribir en cursivas.

## Abreviaturas

Las abreviaturas de uso más frecuente se anotarán de la forma siguiente:

cal	Caloría (s)
cm	Centímetro (s)
°C	Grado centígrado
g	Gramo
ha	Hectárea
h	Hora (s)
i. m.	Intramuscular (mente)
i. v.	Intravenosa (mente)
J	Joule
kg	Kilogramo (s)
km	Kilómetro (s)
l	Litro (s)
log	Logaritmo decimal
Mcal	Megacaloría (s)
MJ	Megajoule
m	Metro (s)
msnm	Metros sobre el nivel del mar
$\mu$ g	Microgramo (s)
$\mu$ l	Microlitro (s)
$\mu$ m	Micrómetro (s) micra(s)
mg	Miligramo (s)
ml	Mililitro (s)
mm	Milímetro (s)
min	Minuto (s)
ng	Nanogramo (s)
P	Probabilidad (estadística)
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
PCR	Reacción en cadena de polimerasa
pp.	Páginas
ppm	Partes por millón
%	Por ciento (con número)
rpm	Revoluciones por minuto
seg	Segundo (s)
t	Tonelada (s)
TND	Total de nutrientes digestibles
UA	Unidad animal

UI	Unidades internacionales
vs	Versus
xg	Gravedades

Cualquier otra abreviatura se pondrá entre paréntesis inmediatamente después de la(s) palabra(s) completa(s).

## Consideraciones finales

a) El editor someterá todos los trabajos a árbitros de reconocido prestigio en su área de especialidad, nacionales y extranjeros. Los trabajos deberán ser aprobados por dos árbitros. Los autores pueden sugerir al editor, lectores especializados que deberán tener las características señaladas con anterioridad.

b) Los trabajos no aceptados para su publicación se regresarán al autor, con un anexo en el que se explicarán los motivos por los que se rechaza o las modificaciones que deberán hacerse para ser reevaluados.





AIA

**Revista Avances en Investigación Agropecuaria**  
DES Ciencias Agropecuarias / CUIDA / FMVZ / FCBA  
Universidad de Colima

**Revista de  
investigación y  
difusión científica  
agropecuaria**

**Nombre del suscriptor(a):** \_\_\_\_\_

**Domicilio de entrega de la revista:**

**Teléfono(s):** \_\_\_\_\_

Calle y número: \_\_\_\_\_

(incluya clave de larga distancia)

R. F. C. (si desea factura) \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Estado: \_\_\_\_\_

**Suscripción anual:**

(incluye gastos de envío: correo)

País: \_\_\_\_\_

**Individual**

\$ 300.00 60.00 USD

**Institucional**

\$ 1,000.00 120.00 USD

México

Otros países

Código Postal: \_\_\_\_\_

Depósito en: **Banco SANTANDER – SERFIN**

A nombre de: **Rev. AIA - Universidad de Colima**

Cuenta: **No. 51500598691**

**TRANSMITA COPIA DEL DEPÓSITO POR CUALQUIERA DE ESTAS VÍAS:**

- Fax (al teléfono): **01 (312) 312 75 81**

- Correo electrónico (en forma escaneada): **revaia@ucol.mx**

- Correo postal: **Av. Gonzalo Sandoval 444, Col. Las Viboras, Colima, Col., México C P 28045 A P 22**