

## INDEX

---

The molasses in the feeding of the bovine livestock

*Martín, P. C. / 3*

Reproductive performance of the guppy  
fish *Poecilia reticulata* [Peters, 1859]  
fed with live *Artemia franciscana* [Kellog, 1906]  
cultured with inert and live diets

*García-Ulloa, M. and García-Olea, C. J. / 21*

Some reproductive characteristics of prolific Targhee  
breed and crossbred ewes

*Dally, M. R.; Orihuela, A. and Ponce, A. / 29*

Profitability of an intensive tropical ovine  
production system:

*Macedo, R. and Castellanos, Y. / 39*

Thesis abstracts in Animal Production and  
Biotechnology postgraduate programs / 51

# Editorial

---

**E**n esta ocasión quiero expresar mi reconocimiento al esfuerzo de los colaboradores de nuestra revista *Avances en Investigación Agropecuaria*, quienes desde diferentes perspectivas, han permitido darle vida nuevamente a este proyecto académico. Incluir a los autores, árbitros, consejo y comité editoriales, equipo de edición, publicación, a todos y cada uno que, de manera directa o indirecta, han apoyado el trabajo en este primer año de reinicio de actividades, ha resultado fundamental para la consecución de lo que nos hemos fijado para nuestra publicación.

En este número, la revista ofrece un espacio a la publicación de artículos tanto en español como en inglés, dando oportunidad a una mayor difusión del conocimiento, sin que sea la lengua una limitante para ello, preocupados porque los artículos tengan profundidad, originalidad, trascendencia, relevancia, pertinencia y que ello, conlleve a la calidad del material publicado y, por lo tanto, en la búsqueda del prestigio de la revista.

Asimismo, se crea un espacio para demostrar el trabajo de los posgrados del área agropecuaria: el Interinstitucional de Ciencias Pecuarias de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como el de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, por facilitar la publicación de algunos resúmenes de tesis tanto de Maestría como de Doctorado. Igualmente, evidenciar la gestión de los recursos económicos a través del Programa de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP), para hacer realidad esta publicación. En este sentido, la revista funciona como el medio que permite difundir parte de su producción científica y estar al tanto del quehacer de sus vecinos.

En la búsqueda de un proyecto de gran alcance y de largo plazo, no perdemos el objetivo de ser una revista que contribuya a una condición cultural y científica de mayor plenitud, en un proceso complejo y sustantivo, que adquiera visibilidad local, nacional e internacional.

**José Manuel Palma García**

Editor en Jefe, Revista AIA



# La melaza en la alimentación del ganado vacuno\*

---

## The molasses in the feeding of the bovine livestock

**Martín, P. C.**

Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.  
Correo electrónico: pedro.martin@infomed.sld.cu

\*Artículo invitado

### Resumen

El presente trabajo es una revisión sobre el uso de la melaza en la alimentación de ganado bovino, en él se discute sobre su calidad como alimento, en particular, como una fuente de azúcares, hasta su empleo como principal ingrediente en raciones para rumiantes. Se destaca la relevancia de incorporarla tanto con nitrógeno no proteico (NNP) como con proteína verdadera. Asimismo, se revisan los trabajos enfocados a la producción animal tanto de carne como de leche, en donde se mencionan diferentes trabajos que consideran un rango de condiciones y respuestas productivas variables en cuanto a la producción de carne. Finalmente, su empleo como suplemento en forma líquida o sólida a través de su incorporación en forma de bloques multinutricionales. El documento enfatiza la relevancia de la melaza en nuestros países como un subproducto agroindustrial de importancia para desarrollar diferentes estrategias de alimentación que permitan optimizar los sistemas productivos en el trópico.

### *Palabras clave*

Leche, carne, azúcares, suplemento, bovinos.

### Abstract

The present work is a review of the use of molasses in the feeding of bovine livestock; a discussion on its quality as feed, in particular, as a source of sugars even its use as the main ingredient in ruminant rations; and takes into consideration the relevance of incorporating it with non protein nitrogen (NNP) as well as with true protein. Also, works which enfocus on animal production of meat as well as of milk are reviewed where different works are mentioned that consider a range of conditions and variable productive solutions for the meat production. Finally, its use as a supplement in liquid or solid form through its incorporation into multi nutritional blocks is discussed. The document emphasizes the relevance to our countries of molasses as an important agro industrial by-product to develop different feeding strategies that allow the optimization of productive systems in the tropics.

### *Key words*

Milk, meat, sugars, supplement, bovines.

## Introducción

Existen diferentes melazas: desde la que contiene todo el azúcar (rica), hasta la que resulta al completar el proceso de extracción en el ingenio (final). Hay una gran diferencia en la composición química de estas melazas. A manera de ejemplo, en el Cuadro 1 se presentan los análisis de más de 130 muestras en Cuba [Figueroa y Ly, 1990].

Cuadro 1. Composición de melazas en Cuba [Figueroa y Ly, 1990].

Indicador, %	Rica	Final
Materia seca	85.00	83.50
Nitrógeno	0.26	0.44
Cenizas	2.80	9.80
Azúcares totales	86.10	58.30
Sacarosa	28.60	40.20
Glucosa	29.30	8.90
Fructosa	28.20	9.20
Extracto libre de nitrógeno	95.60	87.40
Sustancias orgánicas no identificadas	9.50	29.10

La melaza más utilizada en la alimentación animal en general y, especialmente, en el ganado vacuno en particular, es la final. Por razones obvias, reviste gran interés para el fabricante extraer la mayor cantidad de azúcar posible, de ahí que en la fábrica se trate de agotar su contenido en la melaza.

### *Producción de carne*

A pesar de contener todas estas ricas propiedades, no es hasta la década de los años 60, a partir de las investigaciones realizadas en Cuba, que la melaza final se consideró como una fuente de energía importante. Con anterioridad sólo había sido utilizada para mejorar la palatabilidad y pulverulencia de los alimentos.

Definitivamente, es a partir de los trabajos en Cuba donde se comienza a probar antes que en otros lugares, los altos niveles de melaza en la dieta. Muchos de los trabajos realizados en este país fueron posteriormente reproducidos en México, Jamaica y Santo Domingo con resultados variables en el comportamiento de animales en crecimiento-ceba. Algunos de los resultados en esta categoría se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Comportamiento de animales en crecimiento-ceba consumiendo raciones altas en melaza. Varios experimentos.**

P.V.	Ganancia g/día	Consumo melaza kg/d	Consumo urea g/d	Fuente
299	640	1.6	0	Preston <i>et al.</i> , 1967
608	890	2.2	71	"
307	940	1.6	99	"
306	960	1.0	96	"
295	720	7.8	260	Elías <i>et al.</i> , 1968
319	830	6.9	240	"
300	760	5.4	193	Martín <i>et al.</i> , 1968
292	690	5.7	205	"
302	630	3.2	117	"
293	680	3.6	132	"
284	640	5.8	240	Preston <i>et al.</i> , 1968
286	700	6.4	210	"
287	720	6.4	201	"
290	780	6.1	200	"
289	760	6.0	250	"
285	730	6.2	240	"
289	820	6.6	230	"
285	810	6.1	214	"
285	790	6.6	230	Elías <i>et al.</i> , 1969
291	770	6.8	240	"
289	810	6.7	240	"
291	800	6.4	230	"
324	950	-	-	Preston <i>et al.</i> , 1970
324	940	-	-	"
285	690	-	-	"
285	700	-	-	"
297	567	5.8	115	Poillot <i>et al.</i> , 1976
350	1000	7.5	-	Elías y Delgado, 1976
346	1020	7.7	-	"
349	1020	7.5	-	"
349	920	7.2	-	"
180	367	3.8	107	Fernández y Preston, 1978
185	472	3.6	103	"
201	607	3.6	104	"
191	908	4.3	122	"
183	684	3.6	104	"
196	710	4.3	122	"

*Continúa en la página siguiente. >*

< Continuación de la página anterior.

157	208	4.7	110	Gay <i>et al.</i> , 1979
172	396	5.4	125	"
172	444	5.3	125	"
174	500	5.3	126	"
180	514	5.4	126	"
-	306	4.5	128	Lamela <i>et al.</i> , 1981
-	572	6.3	179	"
-	675	6.6	188	"
-	77	1.3	37	"
-	376	2.2	63	"
-	355	2.1	60	"
189	380	5.0	0	Yee Tong Wah <i>et al.</i> , 1981
195	480	5.8	70	"
200	560	5.9	150	"
190	450	5.4	200	"
184	380	4.5	230	"
118	293	3.0	89	"
104	468	2.6	78	Teeluck <i>et al.</i> , 1981
152	454	3.7	69	Gay <i>et al.</i> , 1981
182	414	4.7	90	"

---

Al analizar los datos del Cuadro, se observa que no es hasta el trabajo de Elías *et al.* [1968], que la melaza constituyó la principal fuente de energía. Sólo existe un trabajo anterior donde la melaza-urea se ofertó a voluntad, pero la mayor proporción de la dieta estuvo por concentrados; de hecho, no se puede considerar esta dieta como de alto nivel de melaza. Las ganancias de peso en ese experimento se corresponden con el consumo de concentrado que realizaron los animales.

Elías *et al.* [1968], establecieron el elemento más importante desde el punto de vista energético en este sistema, que es la relación melaza/forraje. Las alternativas en una dieta con esos componentes son, en todo caso:

1. Forraje y melaza, ambos a voluntad.
2. Forraje a voluntad y melaza restringida.
3. Forraje restringido y melaza a voluntad.



Esos autores restringieron el forraje, suministraron la melaza-urea a voluntad y ofrecieron un suplemento proteico para compensar el déficit de proteína de la melaza. En ese trabajo se obtuvieron consumos entre 7 y 8 kg de melaza/día, que son los más altos encontrados en este tipo de dietas. Las ganancias variaron entre 720 y 839 g/día.

Otros de los aspectos fundamentales en este tipo de dietas —que tiene relación con el anterior— es cómo suministrar el nitrógeno necesario para el animal (que la melaza no aporta) y el forraje lo hace cuantitativamente en poca proporción. Una de las posibilidades es el NNP.

Al utilizar urea como fuente de NNP, Preston *et al.* [1967], estudiaron el nivel de urea en la melaza cuando la mezcla se ofreció a voluntad, pero acompañada de concentrados *ad libitum*.

Los niveles empleados por estos autores fueron 0, 3, 6 y 9 % de urea en la melaza; no encontraron diferencias para la ganancia de peso en función del nivel de urea, aunque sí entre darla o no. En los sistemas de forraje restringido, melaza a voluntad y suplemento proteico, de acuerdo a los consumos de melaza con 3 % de urea, un animal de 300 kg de peso vivo consume más de 200 g de urea diarios. Esta cantidad puede no ser utilizada toda, de ahí la importancia del trabajo de Yee Tong Wah *et al.* [1981].

Los autores probaron concentraciones más bajas de urea en la melaza (0, 1.25, 2.50, 3.75 y 5.00 %). También encontraron diferencias entre dar o no urea, pero no encontraron entre los diferentes niveles de urea.

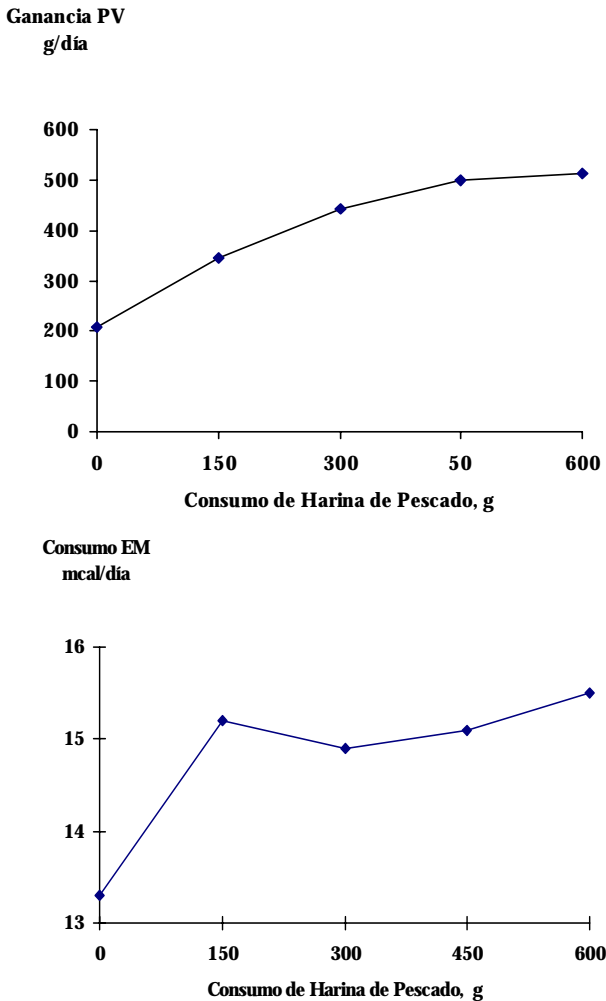
Es de esperarse que el suplemento de proteína natural que se ofrezca, tenga una influencia grande. Este efecto debe ser a causa tanto de la cantidad, calidad y características (solubilidad, entre otras) de la proteína, como por los demás componentes del suplemento o harina proteica de que se trate.

Más tarde Gay *et al.* [1979], reportaron una respuesta significativa en la ganancia de peso a medida que se aumentaron los consumos de harina de pescado. Por su parte, Lamela *et al.* [1981], también encontraron que cuando aumentaron el suministro de levadura torula, la ganancia de peso aumentó de forma lineal.

El reporte ya citado de Gay *et al.* [1979], ilustra muy nítidamente el efecto del nivel de proteína natural suplementada. La Figura 1, preparada a partir de esos datos, presenta la respuesta en ganancia de peso y consumo al aumento de harina de pescado en la ración.



Figura 1. Relación entre la ganancia de peso vivo y el consumo de melaza con el consumo de harina de pescado [a partir de Gay *et al.*, 1979].



Estos autores encontraron un efecto interesante. Nótese que a medida que fue mayor el consumo de harina de pescado, la ganancia de peso se incrementó en cada nivel; sin embargo, el consumo de energía metabolizable se mantuvo constante. Esto indica que la proteína natural ejerció un efecto *per se* sobre la ganancia de peso.

Tal vez el trabajo más completo donde se comparan fuentes de proteína en dietas de melaza/urea sea el de Veitía [1974]. En éste, se compararon cinco fuentes de proteína: harinas de soya, pescado, algodón, girasol y colza. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.



Cuadro 3. Ganancia diaria de peso, consumo y conversión de toros cebados, con melaza/urea a voluntad, forraje restringido y cinco fuentes proteicas [según Veitía, 1974].

Indicador	Pescado	Soya	Girasol	Algodón	Colza
Peso inicial, kg	186.0	184.0	181.0	193.0	189.0
Peso final, kg	413.0	350.0	373.0	379.0	380.0
Ganancia, g/d	850.0	450.0	510.0	490.0	540.0
Consumo diario					
Melaza, kg	5.7	4.6	4.4	4.4	4.5
Urea, g	126.0	99.0	97.0	97.0	97.0
Forraje, kg	8.9	8.1	8.2	8.5	8.5
E.M, Mcal	18.0	14.9	14.7	14.6	16.4
Proteína, g	835.0	710.0	701.0	704.0	719.0
Conversión					
Melaza, kg/kg	6.8	10.0	8.7	9.0	8.5
E.M., Mcal/kg	21.6	33.5	28.9	30.3	30.7
Proteína, kg/kg	1.0	1.6	1.4	1.4	1.4

Conviene resaltar como primer comentario que la harina de pescado sostuvo mejores ganancias de peso vivo que cualquiera de las demás fuentes de proteína vegetal. Esto coincide con la indicación anterior de que una harina de pescado superó diferentes fuentes vegetales [Ekern, 1967]. Resulta de interés también que la mayor ganancia de peso de los animales que consumieron harina de pescado estuvo motivado por un mayor consumo de proteína total y de energía metabolizable que los de los demás tratamientos. Obsérvese que el consumo de melaza/urea fue bastante superior en el tratamiento con harina de pescado que en los de harinas vegetales (26 %), y ello condujo a más energía y nitrógeno para la economía del animal.

Asimismo, las mejores conversiones se obtuvieron con la harina de pescado. De interés resultó también que la peor fuente de proteína vegetal fuera la harina de soya. Este resultado no coincide con otros obtenidos posteriormente por Elías [1986], quien no encontró diferencias entre la soya, girasol y algodón.

### *Producción de leche*

La posibilidad de incluir la melaza en altas proporciones en las raciones para vacas lecheras también ha sido estudiada. Con este objetivo, Rodríguez y Preston [1969]

probaron dos relaciones forraje de napier:melaza con 3% de urea en comparación con esas mismas relaciones forraje de napier:concentrado a base de maíz (3.03 Mcal EM/kg MS y 12.6 % de PB). Los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento y composición de la leche, consumo y conversión en vacas alimentadas con altos niveles de melaza [Rodríguez y Preston, 1969].

Reglón	Miel		Concentrado	
	65:35	50:50	65:35	50:50
Rendimiento, kg/d	8.3	9.4	11.0	11.3
Composición, %				
Grasa	3.4	3.3	3.1	3.2
Proteína	3.2	3.1	3.1	3.2
Sólidos tot.	12.0	12.0	11.4	11.7
Sólidos no grasos	8.6	8.8	8.3	8.6
Consumo				
MS, kg/d	14.3	15.4	15.5	16.7
EM, Mcal/d	31.5	35.1	38.1	42.7
Conversión, McalEM/kg	4.6	4.5	5.4	4.8
Cambio de peso en 42 d, kg	-0.8	-5.9	7.3	37.5

Los resultados de este trabajo evidencian por primera vez la posibilidad real de utilizar la melaza como fuente principal de energía (> 40 % del total de EM consumida) para producir leche.

### *Suplementación con melaza*

Por diferentes causas y conveniencias, el uso más extendido de la melaza ha sido suplementar a los animales que básicamente consumen otras raciones, principalmente de pastos y forrajes.

En un experimento realizado en Australia [Morris y Gulbransen, 1970], cuando se ofertó melaza o melaza con urea a toros que pastaban sobre pastos de buena calidad, no se encontró un efecto importante de la suplementación. En este caso, el contenido de proteína bruta de la hierba varió entre 8.1 y 13.1 %, sin embargo, cuando el contenido de proteína bajó a un rango entre 5.0 y 6.1 %, la suplementación con melaza y con urea tuvo una respuesta significativa (Cuadro 5).

Cuadro 5. Respuesta a la suplementación con melaza o melaza/urea en pastos de mala calidad [Morris y Gulbrandsen, 1970].

Indicador	Sin suplemento	Melaza/Minerales	Melaza/Urea
Peso inicial, kg	151	149	152
Peso final, kg	176	193	200
Ganancia diaria, g/d	400	480	540

Esta tendencia en cuanto a la diferencia que existe entre dar o no melaza cuando el pasto es de mala calidad y dar melaza con urea o sin ésta, se ha mantenido desde entonces, siendo corroborada por numerosos experimentos con animales en crecimiento-ceba. De forma similar, cuando el pasto es de buena calidad y con disponibilidad abundante, el efecto es bastante diferente. En esta dirección, Veitía *et al.* [1972], al utilizar pasto pangola fertilizado con 400 kg N/ha/año y durante la época de máximo crecimiento, no encontraron diferencias entre los niveles de urea (desde 0 hasta 5 %) de la melaza suplementada. Estos mismos autores [Veitía *et al.*, 1974] encontraron que sobre pastos de mediana a buena calidad y con cargas de 4.2 y 7.1 toros de 215 kg/ha, no se afectaba el consumo de forma tal que fuera ventajoso suplementar miel con 3 % de urea. Todo ello en la época de máximo crecimiento de la hierba (estación lluviosa).

Cuando se trata de la estación poco lluviosa, donde la calidad y disponibilidad de pasto decrece significativamente, sí hay respuesta a la suplementación con alimentos energéticos y proteicos (como es la melaza/urea), puesto que ambos nutrientes no son obtenidos por el animal a partir del pasto en la misma medida de su capacidad fisiológica de ganar de peso o producir leche.

Específicamente: suplementando melaza/urea Pérez [1969], reportó 35 % más de ganancia de peso, cuando manejó 3 toros/ha.

Con carga menor (1 toro/ha) Mott *et al.* [1967], al trabajar con un pastizal de Guinea Colonial de baja calidad, en Brasil, encontraron respuesta a la suplementación con melaza y a cantidades crecientes de urea dentro de ésta (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Efecto de la suplementación con melaza sola o con urea en un pasto de mala calidad y baja disponibilidad [Mott *et al.*, 1967].**

Tratamiento	Ganancia de PV, g/día
Pasto solo	-60
Pasto + melaza (1.3 kg/día)	170
Pasto + melaza (1.3 kg/día) + 81 g urea	200
Pasto + 945 g de mazorca de maíz + 69 g urea	240

Aunque en este trabajo las ganancias de peso fueron muy bajas, indicativo de que el consumo de pasto fue muy insuficiente (a tal punto que los animales a pasto sólo perdieron peso), se evidencia el efecto del componente energético aportado por la melaza o por la harina de mazorca de maíz y del nitrógeno aportado por la urea.

Cuando hay una gran disponibilidad de hierba de mala calidad, entonces la suplementación con melaza sin urea puede no dar respuesta. Esto se debe a que no es la energía la primera que limita en esas condiciones, sino el nitrógeno. Ello quedó demostrado en el trabajo de Delgado [1978]. Los resultados se presentan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Respuesta a la suplementación con melaza, urea y proteína en pastos de muy mala calidad con alta disponibilidad [según Delgado, 1978].**

Indicador	Forraje				
	Solo	+ Melaza	+ Melaza Urea	+ Melaza Urea Girasol	+ Girasol
Peso inicial, kg	164	141	154	160	161
Peso final, kg	149	135	207	241	244
Cambio de peso, g/día	-46	-150	303	551	572
Cons. diario, kg MS/d					
Forraje	4.53	3.04	4.60	4.75	5.88
MS total	4.53	4.55	6.27	6.69	6.85

En este trabajo se refleja una situación muy frecuente en el periodo poco lluvioso de numerosos países. Usualmente la disponibilidad de pasto y su calidad caen dramáticamente en esa estación. En correspondencia con ello el ganadero ajusta la carga fundamentalmente por la cantidad de hierba que aprecia en el potrero. Sin embargo, la calidad es muy insuficiente y el animal no logra cubrir sus requerimientos. En esas condiciones la suplementación con melaza sola no resuelve el problema, sino que puede



agudizarlo, pues al deprimir la digestibilidad de la celulosa del pasto, deprime el consumo que de éste hace el animal y en total hace más fuerte el déficit de proteína del animal. En esas circunstancias, como ha apreciado este autor, son típicas de muchas regiones de México, Cuba, Panamá, Nicaragua, Colombia, Venezuela y República Dominicana, resulta imprescindible mezclar la melaza con 2-4 % de urea, lo cual equivale incluso a aportar una fuente de proteína natural. Diferente es la situación cuando la disponibilidad de material fibroso es insuficiente. En ese caso la suplementación con melaza y urea puede no soportar ganancias adecuadas muy cercanas al mantenimiento. Dass *et al.* [1996], informan ganancias de sólo 57 g/día en novillas lecheras bajo esas condiciones.

### *Bloques de melaza*

De acuerdo con Sansoucy *et al.* [1988], el objetivo de los bloques multinutricionales con melaza es “proveer al pequeño agricultor con un suplemento para sus rumiantes que incremente la eficiencia en la utilización de la dieta basal a un costo aceptable”.

En años recientes el uso de bloques multinutricionales (BMN), se ha ido extendiendo por A. Latina, Asia y África. Uno de sus principales usos ha sido en ganado en crecimiento-ceba. En el Cuadro 8 se presentan algunos resultados.

**Cuadro 8. Efecto de los bloques multinutricionales (BMN) sobre la ganancia de peso en condiciones comerciales.**

Condiciones	Ganancia g/d	Consumo BMN kg/d	Fuentes
Pasto+ BMN	659	1.00	Araque, 1994
Pasto+ BMN	652	1.00	"
Pasto solo	309	0	"
Pasto solo	125	0	"
Pasto+ BMN	309	0.40	"
Pasto solo	60	0	Araujo <i>et al.</i> , 1994
Pasto+ BMN	197	0.11	"
Pasto solo	38	0	"
Pasto+ BMN (2 % urea)	261	2.04	"
Pasto+ BMN (5 % urea)	443	2.40	"
Pasto+ BMN (8 % urea)	404	1.33	"
Pasto+ BMN	849	0.25	Mancilla y García, 1994
Pasto+ BMN	685	0.18	"
Pasto+ BMN	697	0.30	"
Pasto+ Rastrojo	130	0	Álvarez y Combellas, 1994
Idem+ BMN	250	-	"
Pasto+ Rastrojo+ Min.	630	0	Ricca y Combellas, 1994
Pasto+ BMN+ Rastrojo	700	0.50	"
Pasto solo	250	0	Ríos y Combellas, 1994
Pasto solo	200	0	Seijas y Combellas, 1994
Pasto+ BMN	280	-	"
Caña, salvado, gliciridia	129	0	Molina <i>et al.</i> , 1994
Caña, salvado, gliciridia+ BMN	508	0.97	"
Caña+ BMN (10 % urea)	571	1.32	"
Caña+ BMN (20 %urea)	532	0.87	"

Como se observa en el Cuadro anterior, la respuesta es muy variable y depende tanto de la composición del bloque y su consumo, como de la disponibilidad y calidad del alimento base. En términos de porcentaje, la ganancia diaria de peso se mejora hasta un 15 % en muchos casos [Chen Yoshi *et al.*, 1993].

En ciertos bloques ricos en minerales principalmente, la respuesta en ganancia de peso se obtuvo después de 30 días bajo suplementación [Arriechi *et al.*, 2001].

En la respuesta al bloque multinutricional tiene mucho que ver la cantidad y calidad del alimento base, pues suele ocurrir que el bloque multinutricional se suministra a los animales como una vía para aliviar la falta de alimentos en la época seca, cuando los potreros disminuyen su disponibilidad de pasto. Como el bloque se diseña para que se

consuma poco, en ese caso, si la disponibilidad de pasto es pobre y del bloque se consume poco, el animal no logra consumir la cantidad de nutrientes necesarios para un buen comportamiento. Por ello es necesario que el bloque se suministre junto con suficiente material fibroso, aunque éste sea de baja calidad, pero que el animal, estimulado por el bloque, pueda consumir mucho de ese material fibroso, que puede ser, por ejemplo, una combinación de potrero y pacas de sorgo, maíz, arroz, etcétera. El efecto positivo de los bloques para aumentar el consumo y digestión del pasto de mala calidad fue reportado recientemente por Greenwood *et al.* [2000].

Estos autores encontraron un aumento de hasta 5 unidades porcentuales en la digestibilidad de la fibra del pasto base con el uso de los bloques. La digestibilidad de la materia orgánica se elevó hasta 54 %. Ello se corresponde con el aumento que se logró en la concentración de amoníaco en el rumen de los animales suplementados con bloques (4 veces superior a los no suplementados) y una significativamente mayor proporción de ácidos grasos volátiles, que son los productos finales de la digestión del alimento. Pero no siempre se ha obtenido una mayor digestibilidad y consumo de la ración básica [Schiere, 1989], existiendo en ello algunas discrepancias [Soetanto *et al.*, 1987; Hadjipanayiotou *et al.*, 1993].

Los bloques son una vía eficaz para el suministro de antiparasitarios. De esta forma, Sanyal y Singh [1995], aun en condiciones de época lluviosa, donde no es común encontrar efectos a la suplementación con melaza-urea, informan que la adición de bloques con fenbendazole condujeron a 60 g/día más de ganancia diaria en comparación con los animales que no consumieron los bloques.

Los bloques multinutricionales también han sido utilizados en vacas lecheras, aunque hay menos información disponible. Se reporta que la respuesta a los BMN en producción de leche varía entre 1.0 y 0.8 litros de leche/día en sistemas de doble propósito a base de pastos sin concentrados. Cuando se suministran concentrados balanceados, la presencia del BMN ha contribuido también a obtener producciones de hasta 9 litros de leche/día [An Xuan y Hiev Trong, 1993]. Existe, en todo caso, una fuerte sugerencia a tener más respuesta a los BMN cuando las raciones básicas son muy malas [Hadjipanayiotou *et al.*, 1993].

Recientemente se ha corroborado el efecto positivo de la suplementación con bloques multinutricionales sobre la reproducción; Birbe *et al.* [2001], encontraron una mayor actividad ovárica (90.48 % vs 66.67 %) en novillas mestizas de Gyr y Simmental. También Arriechi *et al.* [2001], obtuvieron un mayor porcentaje de preñez (80 % vs 20%) en hembras suplementadas con bloques en comparación con las no suplementadas. El grupo suplementado tuvo también su primer parto a una edad menor. Es decir: en los últimos años se ha estudiado el efecto del lugar donde se colocan los bloques sobre la utilización del pasto circundante a estos lugares. En 1999, Bailey



y Welling encontraron que cuando se llevaron bloques multinutricionales a áreas de pastoreo de difícil acceso, el ganado utilizó mejor esas áreas que cuando se ocupaban esos potreros sin suplementos. El consumo de sal también aumentó cuando en esos sitios se pusieron bloques multinutricionales. Esto ha sido confirmado más recientemente [Bailey *et al.*, 2001].

Como los bloques perderían parte de su ventaja si se fabrican con un bajo porcentaje de urea, es menester adicionarla siempre en niveles que pueden resultar tóxicos. En nuestra experiencia ése es uno de los inconvenientes, pues la compactación del bloque ha resultado difícil conseguirla en condiciones rústicas de producción. Y cuando el bloque no se compactó suficientemente, el consumo es alto, por consiguiente, también es alta la ingestión de urea por unidad de tiempo, produciéndose la intoxicación. En cualquier caso, el bloque es una opción que, como establecen sus promotores, se puede emplear con los cuidados necesarios y sí resulta económico. Esto no siempre ocurre [Boyles, 1990], pero el agricultor normalmente está preparado para darse cuenta de ello y selecciona una mejor opción.

En los años 90, la utilización de los bloques de melaza se ha extendido sobre todo en Asia y África. Algunos resultados obtenidos indican que la utilización de bloques permitió aumentar en 6.7 % el rendimiento lechero y en 15.5 % la ganancia de peso de novillas [Chen Yoshi *et al.*, 1993], o sustituir parte del cereal para niveles de producción de leche de 9 kg/día [An Xuan y Hieu Trong, 1993]. En general, el efecto de los bloques es mayor cuando las raciones básicas son muy malas [Hadjipaniyotou *et al.*, 1993]. Similares resultados informan Bandla *et al.* [1996], quienes encontraron que los bloques pueden sustituir parte del concentrado de vacas lecheras con un incremento de 62 % de la tasa de retorno. La inclusión de antihelmínticos en los bloques condujo a incrementos de 0.57 kg/día en el rendimiento de vacas lecheras con acceso a bloques multinutricionales [Sanyal *et al.* 1995].

Como ha sido revisado, la melaza continúa siendo un alimento de gran utilidad para la ganadería de nuestros países, tanto cuando es utilizada como fuente principal de energía en la ración, como cuando se utiliza como suplementos líquido o en bloques.

## Literatura citada

- Álvarez, R. y Combellas, J. 1993. Suplementación de becerros postdestete a pastoreo con bloques multinutricionales durante las épocas de seca y lluviosa. Informe Anual IPA 1992-1993, Facultad de Agronomía, Maracay.
- Arriechi, C.; Domínguez, C. y Ramos, G. 2001. Efecto de la suplementación con bloques mineral-nitrogenados sobre la ganancia de peso y talla en mautas en pastoreo. Memorias de la XVI Reunión de la ALPA, La Habana, noviembre de 2001, Cuba.
- An Xuan, B. and Hieu Trong, L. 1993. Effect of replacing concentrates by molasses ures blocks and Acacia mangium leaves for milking cows. *Livestock Research for Rural Development* 5:1.
- Araque, C. A. 1994. Resultados de investigación sobre bloques multinutricionales en bovinos. En: *Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference*, Guanare, Venezuela.
- Araujo, O.; Romero, M. y Pirela, G. 1994. Alimentación estratégica de mautas con bloques multinutricionales en bosque seco tropical. En: *Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference*, Guanare, Venezuela.
- Bailey, D. W. and Welling, G. R. 1999. Modification of cattle grazing distribution with dehydrated molasses supplement. *J Range Manage.* 52: 575.
- Bailey, D. W.; Welling, G. R. and Miller, E. T. 2001. Cattle use of foothills rangeland near dehydrated molasses supplement. *J. Range Manage.* 54:338.
- Bandla, S.; Verma, N.C. and Srinivas, B. 1996. Substitution of concentrate mixture with UMMB licks for milk production in crossbred cows. *Indian J. Dairy Sci.* 49:94.
- Birbe, B.; Herrera, P.; Jaimes, D.; Martínez, N. y Colmenares, O. 2001. Comportamiento de novillas doble propósito de tres años suplementadas con bloques multinutricionales con caña fistola (*Cassia moschata*). En Memorias de la XVI Reunión de la ALPA, La Habana, noviembre de 2001, Cuba.
- Chen, Y.; Weng, H.; Ma, X.; Li, Y.; Gao, Z. and Peterson, M. A. 1993. Multinutrient lick blocks for dairy cattle in Gansu Province, China. *Livestock Research for Rural Development* 5:59.
- Dass, R.S.; Verma, A.K. and Mehra, U.R. 1996. Compensatory growth and nutrient utilization in crossbred heifers during revival period fed urea molasses liquid diet. *Asian Australasian J. Anim. Sci.* 9:563.
- Delgado, A. 1978. Estudio sobre la producción de carne a base de pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent) con suplementación durante la estación seca. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana.
- Ekern, A. 1967. Comparison of herring meal and oil cake meal as protein supplementes for young cattle. *Ztschr. Tierphysicl. Tierernahrung. Futtermittelk* 22:220.
- Elias, A. 1986. Aplicación comercial de la melaza como alimento para ruminantes en la caña de azúcar como pienso. Estudio FAO No. 72. Roma.
- Eliás, A. y Delgado, A. 1976. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 12. Efecto de la suplementación con maíz-trigo a la dieta de miel/urea en la ceba de toros. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 10:155.
- Eliás, A.; Preston, T.R.; Willis, M.R. y Sutherland, T.M. 1968. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 4. La ceba de toros con miel/urea en sustitución del grano en dietas de poca fibra. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 2:59.
- Eliás, A.; Preston, T.R. y Willis, M.B. 1969. Subproductos de la caña de azúcar y producción intensiva de carne. 8. El efecto de la inoculación ruminal y de distintas cantidades de forraje sobre el comportamiento de toros Cebú cebados con altos niveles de miel/urea. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 3 : 19.
- Fernández, A. y Preston, T.R. 1978. Forraje de yuca como suplemento de fibra y proteína en dietas de melaza: efecto del nivel de forraje y suplementación con harina de soya. *Prod. Anim. Trop.* 3:11.

- Figueroa, V. y Ly, J. 1990. Alimentación porcina no convencional. GEPLACEA. PNUD. Serie Diversificación. C. de México.
- Gay, H.; Nasseeren, R.; Hulman, B. y Preston, T.R. 1979. Efecto del nivel de harina de pescado sobre crecimiento de bovinos alimentados con melaza/urea y cantidades restringidas de forraje. *Prod. Anim. Trop.* 4: 148.
- Gay, H.; Teelvek, J.P.; Nicoline, R. y Preston, T.R. 1981. *Leucaena leucocephala* como fuente combinada de proteína y forraje para el ganado en dietas basadas en melaza/urea; comparación de diferentes suplementos. *Prod. Anim. Trop.* 6: 208.
- Grenwood, R. H.; Titgemeyer, E. C. and Drouillard, J. S. 2000. Effect of base ingredients in cooked molasses blocks on intake and digestion of prairie hay by beef steers. *J. Anim. Sci.* 78:167.
- Hadjipanayiotou, M.; Verhaege, L.; Kronfoleh, A. R.; Labdan Amin, M.; Al- Wadi, M.; Baduan, A.; Dawa, K.; Shurbaji, A.; Hossein, M.; Malki, G.; Naigm, T.; Merowi, A. R. and Kader Harres, A. 1993. Urea blocks II-Performance of cattle and sheep offered urea blocks in Syria. *Livestock Research for Rural Development* 5:15.
- Lamela, L.; Valdés, L. R. y Campos, I. 1981. Niveles de torula, miel/urea y forraje verde en la producción de carne. *Pastos y Forrajes* 4: 97.
- Mancilla, L. E. y García, W. 1994. Evaluación de la ganancia de peso en bovinos bajo un sistema de pastoreo rotacional con bloques multinutricionales. En: *Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference*, Guanare, Venezuela.
- Molina, C. H.; Molina, E. J. y Molina, J. P. 1994. Evaluaciones sobre bloques multinutricionales realizadas en la granja El Hatico, Valle del Cauca, Colombia. En: *Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference*, Guanare, Venezuela.
- Martín, J.L.; Preston, T.R. y Willis, M.B. 1968. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 6. Napier y maíz como fuentes de forraje en dos niveles en las dietas basadas en miel/urea. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 2:175.
- Morris, J.C. and Gulbransen, B. 1970. Effect of nitrogen and energy supplements on the growth of cattle grazing oats or Rhodes grass. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Hubb.* 10:379.
- Mott, G.O.; Quinn, B.F.; Bisschoff, W.V.A. y Da Rocha, D.L. 1967. Citado por Molina. En: *Producción de carne en el Trópico*, Pág. 150. Edica, La Habana.
- Poillot, G. y Wong Yong Chang. 1976. Comportamiento de dos razas de ganado bovino alimentados con altos niveles de miel/urea.
- Preston, T.R.; Willis, M.B. y Elias, A. 1967. Subproductos de la caña de azúcar y producción intensiva de carne. 1. Efectos de diferentes niveles de urea en la miel final suministrada *ad libitum* a toros de ceba como suplemento del grano. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1: 33.
- Preston, T.R.; Elías, A. y Willis, M.B. 1968. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 7. El comportamiento de toros alimentados con altos niveles de miel/urea a distintas concentraciones. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 2: 263.
- Preston, T.R.; Willis, M.B. and Elías, A. 1970. The performance of two breeds given different amounts and sources of protein in a high molasses diet. *Anim. Prod.* 12: 457.
- Ricca, R. and Combellas, J. 1993. Influence of multinutrient blocks on live weight gain of bulls sorghum stubble during the dry season. *Livestocks Research for Rural Development* 5:31.
- Ríos, L. y Combellas, J. 1994. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales y rastrojo de sorgo tratado sobre el crecimiento de bovinos de doble propósito. Informe Anual IPA 1992-1993, Facultad de Agronomía, Maracay.
- Rodríguez, V. y Preston, T. R. 1969. El valor relativo de la miel final y el maíz con proteína verdadera a NNP para la producción de leche. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 3:155.
- Sansoucy, R.; Aarts, G. and Leng, R.A. 1988. Molasses-urea blocks as a multnutrient supplement for ruminants. In. *sugar careas Feed*. FAO. Animal Production and Health Paper No. 72, Rome.

- Sanyal, P.K. and Singh, D.K. 1995. Effects of administration of fenbendazole in urea molasses block on nematode infection and growth of crossbred dairy heifers. *J. Vet. Parasitol.* 9:79.
- Sanyal, P.K.; Srivastara, S.M.; Panchal, A.G. and Singh, D.K. 1995. Effect of feeding fenbendazole incorporated urea molasses block on nematode infection and milk yield of dairy cattle. *J. Vet. Parasitol.* 9:11.
- Schiere, J. B.; Ibralin, M. N. M.; Sewalt, U. J. H. and Zementink, G. 1989. Response of growing cattle given rice straw to lick blocks containing urea and molasses. *An. Ed. Tech.* 26 : 179.
- Seijas, J.; Arredondo, B.; Torrealba, H. and Combellas, J. 1994 Influence of *Gliricidia sepium*, multinutritional blocks and fishmeal on live weight gain and rumen fermentation of growing cattle in grazing conditions. *Livestock Research for Rural Development* (en imprenta).
- Soetanto, H.; Affandi, I.; Suciato, O. and Musofie, A. 1987. Performance of Madura cattle feed wafered sugarcane tops supplemented with molasses urea blocks. In *Ruminant feeding system utilizing fibrous agricultural residues*. Canberra. Australia.
- Teeluck, J. P.; Nicoline, R.; Hulman, B. and Preston, T.R. 1981. Apuntes sobre el uso de la urea (*Manikot esculenta*) como fuente combinada de proteína y forraje para el crecimiento de becerros alimentados con dietas de melaza/urea. *Prod. Anim. Trop.* 6:90.
- Veitia, J. L.; Preston, T. R. y Delgado, A.; 1974. El uso del pasto para la producción de carne. II- Efecto de la carga y suplementación con miel/urea sobre el comportamiento de toros durante la primavera. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 8:127.
- Veitia, J.; Preston, T. R. y Delgado, N. 1972. El uso del pasto para la producción de carne. 1. Distintas concentraciones de urea en la miel como suplemento al pastoreo para la ceba de toros durante la primavera. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 6:343.
- Yee Tong Wah, K.L.; Hulman, B. y Preston, T.R. 1981. Efecto del nivel de urea sobre el comportamiento del ganado bovino alimentado con melaza/urea y forraje restringido. *Prod. Anim. Trop.* 6:65.



# Reproductive performance of the guppy fish *Poecilia reticulata* [Peters, 1859] fed with live *Artemia franciscana* [Kellog, 1906] cultured with inert and live diets

## Comportamiento reproductivo del guppy *Poecilia reticulata* [Peters, 1859] alimentado con *Artemia franciscana* [Kellog, 1906] viva cultivada con dietas vivas e inertes

García-Ulloa, M.<sup>1\*</sup> and García-Olea, C. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, A. P. 3, Barra de Navidad, Jalisco, C. P. 48987, México. Tel. and Fax: 335 55130  
E-mail: manuelgu@uagunix.gdl.uag.mx

\*To whom the correspondence should be addressed.

### Abstract

The reproductive performance as fry number, standard length, wet and dry weight and fry sex ratio, was studied in the guppy fish, *Poecilia reticulata*, under the influence of different broodstock diets. Dietary treatments consisted in live *Artemia franciscana* biomass fed with live microalgae (*Tetraselmis suecica* and *Chaetoceros calcitrans*), *Spirulina* dry powder, soy meal, wheat meal, a mixture 50%/50% of each meal and a commercial diet as the control group. After 45 days at laboratory conditions, there were no significant differences ( $P > 0.05$ ) in the number of offspring born/female and individual standard length of fry among the treatments. Newborn fish from the control group were heavier than the rest of the treatments (4.14 and 1.06 mg wet and dry weight, respectively). In average, broodstock fed with brine shrimp cultured with *Spirulina* produced more male brood. The results point out towards the use of the commercial diet to fulfill the reproductive needs of *P. reticulata*.

### Resumen

El comportamiento reproductivo del guppy *Poecilia reticulata* —evaluado como número de crías, longitud estándar, peso húmedo y seco de las crías y su proporción sexual— fue estudiado usando varias dietas para los reproductores. Los tratamientos consistieron en adultos vivos de *Artemia franciscana* cultivada con microalgas vivas (*Tetraselmis suecica* y *Chaetoceros calcitrans*), harina de *Spirulina*, harina de soya, harina de trigo, una mezcla 50%/50% de dichas harinas y una dieta comercial como grupo control. Después de 45 días bajo condiciones experimentales de laboratorio, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el número de crías producidas por hembra y en la longitud estándar individual de las crías entre los tratamientos. Las crías producidas por el grupo control fueron más pesadas que las del resto de los tratamientos (4.14 y 1.06 mg de peso húmedo y seco, respectivamente). En promedio, el grupo de reproductores alimentado con *Spirulina* produjo mayor cantidad de machos. Los resultados destacan el uso de la dieta comercial

**Key words**

Reproduction, *Poecilia reticulata*, *Artemia franciscana*, live diets, inert diets.

para cubrir con los requerimientos reproductivos de *P. reticulata*.

**Palabras clave**

Reproducción, *Poecilia reticulata*, *Artemia franciscana*, dietas vivas, dietas inertes.

## Introduction

Since cultured fish and shellfish are continuously exposed to stress by stocking, handling, upgrading, feeding and harvesting, reproduction in captivity is commonly hindered and must be induced. There are several methods of management used to achieve the reproductive phase in aquatic organisms. Among them, the manipulation of the broodstock nutritional requirement plays a very important role for seed (gametes and fry) production [Bromage, 1995]. Varying egg and larval quality is one of the main factors interfering with the reliable performance of aquatic organisms. As larval performance during the first period largely depends on the availability of essential nutrients, the endogenous provision of these nutrients through the egg stages, and possibly parental diet, might be an important tool in improving reproductive performance [Lavens *et al.*, 1999]. Reproductive responses can vary between species and the nutritional element tested. For example, Dhert *et al.* [1995] demonstrated, that an extra dosage of ascorbic acid in the turbot *Scophthalmus maximus* (Linnaeus) broodstock diet did not show differences in the number of produced eggs compared with a control diet. For the white grouper *Epinephelus aeneus*, [Geoffroy Saint Hilaire, 1809] Hassin *et al.* [1997] evaluated a broodstock diet including dry pellets with 40% protein content, and frozen fish or squid to induce reproduction, but spawning was only observed when a hormonal injection was also administered. Berntsson *et al.* [1997] found that the content of the essential fatty acid 22:6 n-3 (docosahexaenoic acid) from broodstock groups of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, fed with different live algae diets, explained 50% of the variation in growth rate among broods.

In the case of freshwater ornamental fish culture, there is little information on the nutritional requirements to cover reproductive needs. Since common food source for ornamental species are live organisms such as *Artemia* and *Daphnia* [Godin and Dugatkin, 1996], its reproductive performance could vary depending on the culture conditions as the type of food. It is demonstrated that the energy and nutritional contents of the zooplankton strongly depend on the biochemical composition of the diet they receive [Sorgeloos and Léger, 1992]. Morimoto [1994] mentions that for most of the aquatic organisms, the nutritional quality of diets given to broodstock significantly affects biochemical composition of the eggs, total number of eggs spawned, percentage

of eggs hatched among other factors. Based on the afore-mentioned findings, the reproductive potentials, particularly fecundity and quality of the fry, of the guppy fish are presumable variable, depending on several factors such as the male body coloration and the nutritional content of the diet. Therefore, the present work assesses some reproductive parameters of the guppy fish *Poecilia reticulata* [Peters, 1859] fed with live biomass of brine shrimp cultured with live and inert diets to study the influence of these diets on its reproduction.

## Material and methods

### *Experimental set-up*

The initial stock of guppy fish were obtained from the Centro Acuícola Jala (Colima, México). After acclimation to the laboratory conditions (temperature 27°C, photoperiod 12:12), animals were disinfected [Robertson *et al.*, 1993] and stocked in 2 liter plastic containers, where oxygen concentration was kept above 3 mg/l by air diffusers. The experimental stocking density was adjusted to four fish per container at a sexual ratio of one male and three females without no emphasis in the male body coloration pattern. Each experimental container was filled up to a culture volume of 5 liters with municipal freshwater. Daily, faeces and other particles were extracted out from the bottom of each container by siphoning and 50% of water volume was changed every two days. The experiment lasted for 45 days.

### *Dietary treatments*

Fish were fed with live brine shrimp cultured with inert and live diets, following the culture methodology described by Lavens and Sorgeloos [1996]. *A. franciscana* was cultured at low density (< 500/l) in 100 liters cylindrical tanks with conical bottom, and fed with the tested diets during the experiment. The inert diets were soy meal (SM), wheat meal (WM), a 50% mixture of each meal (50/50), and dried powder of *Spirulina* (SPIR). As live diets, the microalgae *Tetraselmis suecica* [Butch], (TETRA), and *Chaetoceros calcitrans* [Paulsen], (CHAET), were used. Dietary densities for *A. franciscana* were adjusted according to the water turbidity criteria [Bossuyt and Sorgeloos, 1980] The different *A. franciscana* dietary groups were biochemically analyzed [A.O.A.C., 1990]. Fish were fed at satiation with the brine shrimp once daily. A control group of fish was fed with a commercial pelleted diet containing 30% protein. The 7 dietary treatments consisted each of three replicates and were assigned randomly to the 21 experimental containers.



## Evaluation

Once females displayed the morphological characteristics for delivering (big and darkness belly, Fernando and Phang, 1994), they were individually isolated in a 6 liter aquarium provided with a plastic sieve (0.5 cm opening) to allow newborn fish escape-ment of the maternal attack. After completing delivery, the female was introduced back to its broodstock container and fry were evaluated for fish number, fish size (mm), individual fish dry weight (mg) and wet weight (mg). For the fish dry weight, a sample of 10 organisms from each bearing was taken. Randomly, a sample of 15 animals from each spawning was kept with the original broodstock diet and analyzed for sex ratio after 30 days of delivering.

## Statistical analysis

Values for each evaluated parameter represent treatment means ( $\pm$  s.d.) and statis-tical significance of differences in means was determined using one way analysis of variance [Reyes, 1982]. Tukey's multiple range test was applied to detect significant differences among means ( $P < 0.05$ ). For statistical analysis of the results, the Stat-graphics 4.0 computer package was used.

## Results and discussion

The use of *Artemia* biomass as sole live food provides energetic and nutritional profits for the predator organism [Sorgeloos *et al.*, 1986] and is a very common practice in ornamental aquaculture. However, there is little information about the nu-tritional requirements for reproduction in freshwater fish species.

Table 1. Proximal content (% dry weight basis) of *A. franciscana* cultured with different diets.

	DIETARY TREATMENTS					
	Tetra*	Chaet	Spir	50/50	SM	WM
Protein	69	58	63	48	52	49
Lipids	1.1	1.3	1.0	3.0	0.6	1.0
Carbohyd.	17.7	31.0	21.0	36.0	35.0	35.0
Ash	11.8	10.0	15.0	12.5	12.5	15.4

\* TETRA = Tetraselmis suecica, CHAET = Chaetoceros calcitrans, SPIR = *Spirulina* dry powder, 50/50 = 50% soy meal + 50% wheat meal, SM = soy meal, WM = wheat meal.

Proximal content of the control diet = protein 30%, lipids 3.0%, carbohydrate 6.0, ash 12.0%, humidity 12%, F.N.E.= 37%.



Table 1 shows the proximal content of *A. franciscana* cultured with different diets. The high protein levels (> 48%) in all *Artemia* groups coincide with the brine shrimp protein concentration reported by Correa *et al.* [1994], Millikin *et al.* [1980], Gallagher and Brown [1975] and Good *et al.* [1982], but differs to those obtained by Arriaga and Re Araujo [1997] and Cervantes [1996] who obtained protein values below 30%. In the case of the carbohydrates, Léger *et al.* [1986] reported levels from 9 to 17% in adult brine shrimp, nevertheless, the concentrations obtained in this experiment were higher. For lipids, lower concentrations were found in *Artemia* cultured with the different diets (0.6 to 1.3%) compared with those reported by the aforementioned authors. Differences in *Artemia* biochemical content might be explained by technical factors such as the culture management and animal density, among others. Sorgeloos *et al.* [1986] mentioned that adult brine shrimp protein content varied depending on the provided diet.

Mean results, of the reproductive parameters evaluated for *P. Reticulata*, are summarized in Table 2.

Table 2. Number of bearings, individual and total brood production per treatment, standard length (mm), wet and dry weight (mg), and sexual ratio of *P. reticulata* brood fed with *A. franciscana* biomass produced with different diets.

Reproductive parameters	Dietary Treatments						
	TETRA <sup>^</sup>	CHAET	SPIR	50/50	SM	WM	CONTROL
Group of broods	3	4	3	4	2	3	3
Offspring born per female	33 (9) <sup>a*</sup>	34 (14) <sup>a</sup>	51 (12) <sup>a</sup>	36 (9) <sup>a</sup>	57 (13) <sup>a</sup>	51 (11) <sup>a</sup>	32 (10) <sup>a</sup>
Newborn standard length (mm)	6.42 (0.1) <sup>a*</sup>	6.14 (0.1) <sup>a</sup>	6.34 (0.1) <sup>a</sup>	6.39 (0.1) <sup>a</sup>	6.27 (0.1) <sup>a</sup>	6.38 (0.1) <sup>a</sup>	6.49 (0.1) <sup>a</sup>
Newborn wet weight (mg)	3.64 (0.5) <sup>b</sup>	2.09 (0.7) <sup>a</sup>	3.91 (0.5) <sup>b</sup>	3.92 (0.5) <sup>b</sup>	2.73 (0.7) <sup>a</sup>	3.09 (0.9) <sup>ab</sup>	4.14 (0.7) <sup>b</sup>
Newborn dry weight (mg)	0.88 (0.01) <sup>b</sup>	0.62 (0.02) <sup>a</sup>	0.95 (0.07) <sup>b</sup>	0.87 (0.03) <sup>b</sup>	0.69 (0.07) <sup>a</sup>	0.78 (0.03) <sup>ab</sup>	1.06 (0.05) <sup>b</sup>
Brood sexual ratio (female/ male)	3.36	1.57	0.86	1.12	2.05	1.53	0.93

\* Values ( $\pm$  standard deviation) with the same superscript in a line are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>^</sup> TETRA = Tetraselmis suecica,

CHAET = Chaetoceros calcitrans,

SPIR = *Spirulina* dry powder,

50/50 = 50% soy meal + 50% wheat meal,

SM = soy meal,

WM = wheat meal,

CONTROL = commercial diet.

The fish group fed with *Artemia* cultured with soy meal displayed only two brood delivery events in 45 days. On the other hand, the CHAE and 50/50 treatments presented 4 newborn fish groups. Godin and Dugatkin [1996] pointed out that under optimal conditions, guppy fish broods are produced every 27-30 days per female. Differences with the present work could be due to the different diets used. Specifically for guppy fish, Long and Houde [1989] mentioned that the body pigmentation pattern is a basis for female mate choice. Although male coloration was not the same among the treatments in the present work, this parameter did not apparently affect the reproductive results. No significant differences in number of baby fish per parturition nor mean total length of the newborn fish were detected among the groups, which coincides with the data given by Kavumpurath and Pandian [1993a, b]. For the fish

weight, the animals fed with *Artemia* cultured with the control diet were heavier compared to the rest of the dietary treatments. No clear differences in fry sex ratio were detected among the groups (Table 2), which is in analogy with the results obtained by Kavumpurath and Pandian [1993a] for *P. reticulata*.

Finally, Fah and Leng [1986] reported a dietary protein requirement for growth of *P. reticulata* of 30%. Protein inclusion in the diet above that level did not increase the number of fry. In this experiment, bromatological analysis of *Artemia* cultured with the different experimental diets showed protein concentrations higher than 30%, that is, all tested diets for guppy fish (including the control diet) contained at least, the protein concentration recommended by Fah and Leng [1986]. Considering that there were no differences for most of the reproductive parameters evaluated, the biochemical content of the experimental diets covered the reproductive needs of *P. reticulata*. According to Trexler *et al.* [1990] the obtained results might suggest the influence of combined factors (genetic, nutritional, technical) on the reproductive observations, rather than the evaluated *Artemia* diets only. Although, live food is widely used to feed most of the ornamental fish species since it apparently contains most of the nutritional requirements, an artificial diet containing 30% of crude protein seems to be sufficiently energetic to induce reproduction in *P. reticulata*.

## Conclusions

Since there were no significant differences for the most of reproductive parameters evaluated for the guppy fish, and due to the fact that reproduction cycle (gonad maturation, sexual behavior, fertilization and presence of baby fish) was completed for all tested diets, it is suggested that all dietary treatments covered the feed needs for reproduction of *P. reticulata*. To know its optimal dietary requirements for reproduction, it is recommended the use of diets with energetic content below to those studied in this work.

## Literature

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition. Vol. 1.
- Arriaga, H.V.M. y Re Araujo, A.D. 1997. Uso de microalgas vivas e inertes como alimento para *Artemia franciscana* (Anostraca:Artemiidae). *Rev. Biol. Trop.*, 45: 803-811.
- Berntsson, K.M.; Jonsson, P.R.; Wangberg, S.A. and Carlsson, A.S., 1997. Effects of broodstock diets on fatty acid composition, survival and growth rates in larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis*. *Aquaculture*, 154: 139-153.
- Bossuyt, E. and Sorgeloos, P. 1980. *Batch production of adult Artemia in 2 m<sup>2</sup> and 5 m<sup>2</sup> air-water-lift operated raceways*. 17 p. *In: Book of Abstracts of the World Conference on Aquaculture, Venice, Italy.*
- Bromage, N.R. 1995. *Broodstock management and seed quality: General Considerations*, Chapter 1, p. 1-24. *In: Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. N.R. Bromage and R.J. Roberts (Eds). Blackwell Science, Institute of Aquaculture, University of Stirling, UK, 424 p.
- Cervantes, T.M. 1996. *Evaluación de tres densidades de Artemia franciscana cultivada en condiciones de laboratorio y costos de producción*. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, 79 p.

- Correa, F.; Voltolina, D.; Bückle, L.F. and Cordero, B. 1994. *The growth rates of four populations of Artemia franciscana (Anostraca: Artemiidae)*. Rev. Biol. Trop., 42: 605-609.
- Dhert, Ph.; Bijmens, R.; Brunel, A.; Merchie, G. and Lavens, P. 1995. *Effect of broodstock nutrition on the quality of Scopthalmus maximus eggs and larvae*. In: Roelans and E. Jaspers (Editors), Larvi '95. European Aquaculture Society, Special Publication N. 24, Gent, Belgium, 26-29.
- Fah, S.K. and Leng, Ch.Y. 1986. *Some studies on the protein requirement of the guppy, Poecilia reticulata (Peters)*. J. Aquacult. and Aqua. Sci., 4 (4):325-335.
- Fernando, A.A. and Phang, V.P.E. 1994. *Freshwater ornamental fish aquaculture in Singapore*. Singapore Polytechnic. 123 pp.
- Gallagher, M. and Brown, W. 1975. *Composition of San Francisco Bay brine shrimp Artemia*. J. Agric. Food. Chem., 23: 630-632.
- Godin, J.-G. J. and Dugatkin, L.A. 1996. *Female mating preference for bold males in the guppy, Poecilia reticulata*. Proc. Natl. Academy of Sciences, 93 (19): 10262-10267.
- Good, L.; Bayer, R.; Gallagher, M. and Rittenburg, J. 1982. *Amphipods as a potential diets for juveniles of American lobster Homarus americanus (Milne Edwards)*. J. Shellfish Res., 2: 183-187.
- Hassin, S.; de Monbrison, D.; Hanin, Y.; Elizur, A.; Zohar, Y. and Popper, D.M. 1997. *Domestication of the white grouper, Epinephelus aeneus 1. Growth and reproduction*. Aquaculture, 156: 305-316.
- Kavumpurath, S. and Pandian, T.J. 1993a. Production of a YY female guppy, Poecilia reticulata, by endocrine sex reversal and progeny testing. Aquaculture, 118 (3-4): 183-189.
- Kavumpurath, S. and Pandian, T.J. 1993b. Masculinization of Poecilia reticulata by dietary administration of synthetic or natural androgen to gravid females. Aquaculture, 116 (1): 83-89.
- Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Lavens, P. and Sorgeloos P. Eds. FAO Fisheries Technical Paper Nr 361, FAO, Rome, 295 pp.
- Lavens, P.; Lebegue, E.; Jaunet, H.; Brunel, A.; Dhert, Ph. and Sorgeloos, P. 1999. *Effect of dietary essential fatty acids and vitamins on egg quality in turbot broodstocks*. Aquaculture International, 7: 225-240.
- Léger, Ph.; Bengston, D.A.; Simpson, K.L. and Sorgeloos, P. 1986. *The use and nutritional value of Artemia as a food source*. Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev., 24: 521-624.
- Long, K.D. and Houde, A.E. 1989. Orange spots as a visual cue for female mate choice in the guppy (Poecilia reticulata). Ethology, 82 (4): 316-324.
- Millikin, M.; Biddle, G.; Siewicki, T.; Frotner, A. and Fair, P. 1980. Effects of various levels of dietary protein on survival, molting and growth of juvenile blue crab (Callinectes sapidus). Aquaculture, 19: 149-161.
- Morimoto, H. 1994. Effects of maternal nutritional conditions on number, size and lipid content of hydrated eggs in the Japanese sardine from Tosa Bay, southwestern Japan .p. 3-12. In: Survival strategies in early life stages of marine resources, Proceedings of an International Workshop/Yokohama/Japan, 11-14 october.
- Reyes, C.P. 1982. *Bioestadística aplicada*. Editorial Trillas S.A., 1a. edición, México, D.F., 217 p.
- Robertson, L.; Bray, B.; Samocha, T. and Lawrance, A.L. 1993. *Reproduction of penaeid shrimp: an operations guide*. In: CRC Handbook of Mariculture, nd Edition, Vol. 1. Crustacean Aquaculture, James P. Mc Vey De., CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, p. 107-132.
- Sorgeloos, P.; Lavens, P.; Léger, Ph.; Taackaert, W. and Versichele, D. 1986. *Manual for the culture of brine shrimp Artemia in aquaculture*. Artemia Reference Center, State University of Gent, Belgium, 319 pp.
- Sorgeloos, P. and Léger, Ph. 1992. *Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn*. J. World Aqua. Soc., 23(4): 251-264.
- Trexler, J.C.; Travis, J. and Trexler, M. 1990. Phenotypic plasticity in the sailfin molly Poecilia latipinna (Pisces:Poecillidae). II. Laboratory experiment. Evolution, 44 (1): 157-167.

# Some reproductive characteristics of prolific Targhee breed and crossbred ewes

## Características reproductivas de borregas Targhee y sus cruzas con razas prolíficas

Dally, M. R.;<sup>1</sup> Orihuela, A.<sup>2,3</sup> and Ponce, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Hopland Research and Extension Center, 4070 University Road, Hopland, CA 95449, USA.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Edo. de Morelos; Apartado Postal 5-78, Cuernavaca, Mor., México 62051.

<sup>3</sup>Corresponding author. aorihuela@prodigy.net.mx

<sup>4</sup>Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria.

### Abstract

A total of 225 ewes from seven genotypes were endoscopically examined 7-8 days after breeding to determine ovulation rate, lambing rate, litter size and embryonic survival. More single and unilateral twin ovulations were observed from the right ( $P < 0.01$ ) ovary. Double ovulations (71.1%) occurred more frequently ( $P < 0.01$ ) than singles (15.5%) or triples (13.3%). The number of bilateral and unilateral double ovulations was similar ( $P > 0.05$ ). No difference was found in embryo survival ( $P > 0.01$ ) among singles, doubles and triples (69.8%, 76.0% and 63.0% respectively) or between unilateral and bilateral ovulations. Twin selected Targhee line (TW) produced the highest litter size (mean =  $2.0 \pm 1.4$ ) while the general Targhee flock produced the lowest. The  $\frac{1}{2}$  Targhee,  $\frac{1}{4}$  Barbados,  $\frac{1}{4}$  Dorset line had the highest general lambing rate (94%), followed by the Polypay (87%) ( $P > 0.05$ ). It was concluded that the right side ovary was the most active one, that among the genotypes studied, double ovulations were more

### Resumen

Con el fin de determinar la tasa de ovulación, parición, tamaño de la camada y supervivencia embrionaria, 225 borregas de siete genotipos se examinaron mediante endoscopia 7-8 días después de su cruce. Como resultado se encontró que un mayor número de ovulaciones unilaterales sencillas y dobles procedieron del ovario derecho ( $P < 0.01$ ). Las ovulaciones dobles (71.1%) se presentaron con mayor frecuencia que las sencillas (15.5%) o triples (13.3%), mientras que el número de ovulaciones dobles unilaterales y bilaterales fue similar ( $P > 0.05$ ). Por otra parte, no se encontró diferencia en la supervivencia embrionaria ( $P > 0.01$ ) al comparar entre ovulaciones sencillas, dobles y triples (69.8%, 76.0% y 63.0%, respectivamente) ni entre las ovulaciones unilaterales y bilaterales. La línea cuatera Targhee seleccionada (TW) produjo las camadas más numerosas (media =  $2.0 \pm 1.4$ ) mientras que el rebaño Targhee comercial produjo las menos numerosas. La línea  $\frac{1}{2}$  Targhee,  $\frac{1}{4}$  Barbados,  $\frac{1}{4}$  Dorset mostró la tasa de parición ma-

common than single or triple, and that the twin selected Targhee breed had the highest mean litter size when compared with the general flock Targhee or their crosses.

### *Key words*

Sheep, Reproduction, Ovulation, Lambing, Litter size, Embryonic survival.

yor (94%), seguida de la Polypay (87%), sin encontrarse diferencia ( $P > 0.05$ ) entre estas dos líneas. Se concluye que: el ovario derecho es más activo que el izquierdo en cuanto a la producción de óvulos, de entre los genotipos estudiados; las ovulaciones dobles fueron más frecuentes que las sencillas y triples, y la línea cuatera Targhee seleccionada produjo las camadas más numerosas en comparación con el hato comercial Targhee o sus cruza.

### *Palabras clave*

Ovinos, reproducción, ovulación, parición, tamaño de camada, supervivencia embrionaria.

## Introduction

Number of lambs weaned per ewe per reproductive cycle is the most important factor influencing productivity of sheep and net returns from the sheep enterprise [Bradford *et al.*, 1986]. The potential for number of lambs born is affected by many components, including ovulation rate, fertilization rate and embryo survival, any or all of which may be under genetic control [Schoenian and Burfening, 1990].

In sheep, selection for litter size has been shown to alter ovulation rate without affecting embryonic mortality [Bradford *et al.*, 1986]. Crossbreeding involving highly prolific exotic breeds such as Barbados Blackbelly and Finnsheep have been reported to significantly improve the number of lambs weaned [Shelton, 1983 and Boyd, 1983]. In recent years there has been a growing interest in crossbreeding local non-prolific temperate breeds with tropical breeds like the Barbados Blackbelly to combine high prolificacy with extended year-round breeding ability [Bradford, 1983; Bradford and Quirke, 1986]. Few studies comparing prolific temperate, prolific tropical and non-prolific temperate sheep under USA range conditions have been carried out [Ramdas *et al.*, 1993].

The ability of Finnsheep to transmit prolificacy to their crossbred progeny has been well documented [Donald *et al.*, 1968]. However, F1 Finn-cross ewes were not very well suited to an autumn lambing system in California [Iñiguez *et al.*, 1986]. On the other hand, the Polypay has shown good early season fertility [Hulet *et al.*, 1984].

Synthetic breeds such as the Polypay combine useful traits, including prolificacy, from various parents breeds [Ricoardeau, 1988]. Nevertheless, is little comparative

information on production performance of the Polypay under California conditions.

The purpose of this study was to determine differences in ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival among seven different genotypes of Targhee sheep under California conditions.

## Material and methods

A total of 225 mature ewes (2½-3½ years old) from seven genotypes (Table 1) were evaluated at Hopland Research Station from the University of California, Davis CA, USA (39° N, 123° W).

Table 1. Genotypes, ages and number of animals used in the experiment.

Abbreviation	Genotype	Number of animals/age group	Number of animals/genotype
TW	Twin selected Targhee	11 - 12	22
TR	General flock Targhee	12 - 15	27
BD	½ Targhee, ¼ Barbados, ¼ Dorset	18	18
BT	¾ Targhee, ¼ Barbados	20 - 8	28
FD	½ Targhee, ¼ Finn, ¼ Dorset	31 - 13	44
FR	½ Targhee, ¼ Finn, ¼ Rambouillet	31 - 18	40
PP	Polypay ¼ Finn, ¼ Rambouillet, ¼ Dorset and ¼ Targhee	46	46
			Total = 225

The different genotypes were conformed by a group of a 20 years twin selected Targhee, a general unselected Targhee flock, four groups of Targhee crosses and one group of Polypay (¼ each Finn, Rambouillet, Dorset and Targhee).

The ewes were assembled into a single flock when their lambs were weaned about June 1<sup>st</sup>, and grazed on dry annual grass range without supplemental feed until the start of this experiment. On July 20, they were divided at random into two groups that were treated with intra-vaginal sponges (Chrono-gest) impregnated with 40 mg of Flugestone acetate (Intervet International B.V. Boxmeer, Holland) for 14 days. On the day of sponge insertion ewes in each group were removed from the range, weighed, placed in a dry lot and flushed by providing a daily allowance of approximately 2 kg per head of alfalfa cubes. This feeding regimen extended for a period of six weeks and the ewes were weighed at two-week intervals to monitor live weight change.



Rams were not joined to detect the expected estrus immediately after the sponges were removed; the ewes were, however, mated to rams of their own line (single sire mating) as they came in estrus 17 to 21 d following sponge removal. Briskets of the rams were painted; mating marks were recorded twice daily. The procedure resulted in detection of estrus, during the five-day period, in 97% of the ewes that had ovulated (as detected by laparoscopy).

Ovulation rate was estimated by counting the number of corpus luteum (CL) on the ovaries by laparoscopy 7-8 days after ewes exhibited estrus according Lamberson and Thomas (1982). It was expressed as the total number of CL found on both the right and left ovaries per ewe. Lambing rate was calculated as the ratio of ewes lambing from ewes present at lambing. Litter size was recorded at lambing as the total number of lambs born per ewe lambing.

The survival rate was calculated as the number of lambs born among ovulations. The Chi-Square goodness of fit Test [Siegel and Castellan, 1988] was used to compare number of ovulations between ovaries (left vs. right), kind of twin ovulation (unilateral vs. bilateral) and lambs born (single, twin or triple). An analysis of Variance [Gill, 1978] was used to analyzed ovulation rates among genotypes.

## Results

There was no evidence of any CL in the ovaries of six ewes (2.5%) at the time of laparoscopy. The frequency of such ewes did not varied significantly among the genotypes. These six animals and one that produced four ovulations were not included in the analysis.

From a total of 405 ovulations registered, 71.1% corresponded to twin ovulations, 15.5% were singles and 13.3% triples. In general, right ovary showed more activity ( $P < 0.01$ ) than the left one (62.0 vs. 37.9%, respectively): In single ovulations, right and left ovaries had similar activity (55.6% and 44.4%, respectively). However, more ovulations ( $P < 0.01$ ) occurred in the right (66.7%) ovary during unilateral double ovulations. The number of bilateral and unilateral double ovulations was similar ( $P > 0.05$ ). Double ovulating ewes with one CL on each ovary had similar parturition rate than those with both CL on one ovary. More lambs from multiple parturitions ( $P < 0.01$ ) were observed in bilateral than unilateral ovulations (130 doubles + 29 triples vs. 89 doubles + 34 triples), and more were detected from the right than left ovary (62 doubles + 5 triples vs. 27 doubles + 0 triples from right and left ovaries, respectively). No difference in embryo survival was observed when comparing the origin of the ovulation (left vs. right vs. both ovaries). A similar pattern for all variables was observed among genotypes (Table 2).



**Table 2. Distribution of multiple ovulation, conception rate and embryo survival in relation to number of ovulations.**

	Number of Ovulations	%	Lambs born	% Survival (lambs born 100/ovulations)
Total	406	<b>100.00</b>	297	73.3
SINGLES	63	<b>15.5<sup>a</sup></b>	44	<b>69.8<sup>a</sup></b>
rights	35	55.6 <sup>a</sup>	24	68.6
lefts	28	44.4 <sup>a</sup>	20	71.4
DOUBLES	288	<b>71.1<sup>b</sup></b>	219	<b>76.0<sup>a</sup></b>
Unilateral	126	43.2 <sup>a</sup>	89	70.6
rights	84	66.7 <sup>a</sup>	62	73.8
lefts	42	33.3 <sup>b</sup>	27	64.3
Bilateral	162	56.3 <sup>a</sup>	130	80.2
TRIPLES	54	<b>13.3<sup>a</sup></b>	34	<b>63.0<sup>a</sup></b>
Unilateral	9	16.6	5	55.6
rights	9	100 <sup>b</sup>	5	55.6
lefts	0	0 <sup>a</sup>	0	0
Bilateral	45	83.3	29	64.5
doubles right	27	60 <sup>a</sup>	22	81.5
doubles left	18	40 <sup>a</sup>	7	38.9

Different superscripts within columns indicate statistical differences ( $P < 0.01$ ).

Single and triple ovulations were not compared because of the small number of ewes involved. Embryo survival was similar among genotypes within single, double and triple ovulations, independently of the number of lambs born. No difference was found ( $P > 0.05$ ) in lambing rate among genotypes. The Barbados Dorset had the highest general lambing rate (94%), followed by the Polypay (87%) and the Barbados Targhee (84%) ( $P > 0.05$ ). General litter size of TW (mean =  $2.0 \pm 1.4$ ) was higher than for other groups and furthermore, all their ovulations were fertile. This means that the TW would add about 90 lambs born alive per 100 ewes, above the TR ewes (Table 3).

Table 3. Number of ovulations, ovulation and lambing rates, and litter size from the different genotypes evaluated.

Genotype	n	Number of ovulations: Single+ doble+ triple= total	Ovulation rate (%)	Lambing rate (%)	Litter size
BD	18	2 + 30 + 3 = 35	1.9	94	1.5
BT	26	6 + 34 + 9 = 49	1.8	84	1.7
FD	39	17 + 40 + 6 = 63	1.6	74	1.4
FR	48	12 + 66 + 9 = 87	1.8	72	1.7
TR	26	9 + 28 + 9 = 46	1.7	76	1.1
TW	22	2 + 36 + 6 = 44	2.0	81	2.0
PP	46	15 + 54 + 12 + 81	1.7	89	1.6
Total	225	63 + 288 + 54 = 405	1.8	80	1.6

General ovulation and parturition rates were 1.8 (405 ovulations / 225 total ewes) and 1.3 (297 lambs / 225 total ewes) respectively. General litter size corresponded to 1.6 (297 lambs / 182 lambed ewes), while lambs born per ewe present resulted in 1.3 (297 / 232). Survival values for pregnant ewes were similar between unilateral and bilateral ovulating ewes.

## Discussion

The failure of 2.5% of the ewes to ovulate is lower than a 10 to 15% that Quirke *et al.*, [1985] reported. However, the latest figure corresponds to ewes ovulating immediately following termination of the poGESTAGEN treatment in August, and may be due because the breeding season had not fully commenced at that time.

The higher number of CL found in the right ovary in single, twin and triple ovulation is in accord with Casida *et al.* [1966]. However, in disagreement with these authors, in the present study no difference was found for embryo survival in relation to the ovary where the CL was found. Again, perhaps due to the small sample size.

Previous reports [Quirke *et al.*, 1985; Bradford and Quirke, 1986] found that ovulation rate is affected by line of the ewe, and between years [Dewi *et al.*, 1996]. However, in the present study no differences were found between genotypes. This could be due to the small number of ewes per genotype (mean = 33). Nevertheless, Schoenian and Burfening [1990] found that fertility did not differ among lines when comparing ewes from high and low reproductive rate and a control line bred. However, more single ovulations occurred in low-line ewes than in the other two. They neither

found difference among lines in relation to embryo survival, with values within the same range of those in the present experiment.

The flock ovulation rate of 1.75 and the proportion of twin ovulations are similar to what Schoenian and Burfening [1990] found for their high reproductive rate line of Rambouillet in Montana.

Conception rate was not different between ewes that had one CL vs. ewes with two or three CL. This result is different from that observed by Bradford *et al.* [1986], who reported a 19% advantage for ewes with two CL, but in agree with Schoenian and Burfening [1990].

The finding that twin ovulating ewes with one CL on each ovary had similar conception rates and embryo survival than those with both CL on one ovary is in agreement with reports of little, if any, effect of site of ovulation in twin ovulating ewes [Edey, 1970; Sittman, 1972; Kelly and Johnstone, 1983; Meyer, 1985]. However, results of other studies [Casida *et al.*, 1966; Doney *et al.*, 1973; White *et al.*, 1981] have indicated an effect of site of ovulation.

The high conception rate achieved by the Barbados crosses is in agreement with results reported by Boyd [1983] and Shelton [1983]. Barbados or Barbados crossbred ewes showed consistently higher fertility than other breed groups with which they were compared. Performance of the Finn-cross groups was consistent with the results of Barker [1975], Hohenboken *et al.* [1976] and Ramdas *et al.* [1993], but in contrast to reports by Dickerson [1977] and Ercanbrack and Knight [1985], of superior fertility of Finn-crosses under pasture conditions.

Higher mortality was expected as the number of ovulations increases [Castonguay *et al.*, 1990; Schoenian and Burfening, 1990; Young and Dickeson, 1991]. However, no difference was found, suggesting that embryonic mortality and (or) fertilization failure are not major lose reasons during this period. The question may be related to migration of embryos between uterine horns [Sittman, 1972; Doney *et al.*, 1973], and our data do not provide information on this point.

Ramdas *et al.* [1993] evaluating Targhee and crossbred ewes found that  $\frac{1}{4}$  Finn- $\frac{1}{4}$  Rambouillet- $\frac{1}{2}$  Targhee produced the highest litter size (1.48), followed by  $\frac{1}{4}$  Barbados- $\frac{3}{4}$  Targhee (1.42), Targhee (1.35) and  $\frac{1}{4}$  Finn- $\frac{1}{4}$  Dorset- $\frac{1}{2}$  Targhee (1.31) ewes. The multiple-birth selected Targhee line did not differ significantly from  $\frac{1}{4}$  Finns and  $\frac{1}{4}$  Barbados for litter size born (1.45). These authors found a range from 1.26 to 1.48 for litter size of Targhee and their crosses. In the present study, the multiple-birth selected Targhee line produced the highest litter size, not differing significantly from BT and FR with litter sizes ranging from 1.7 to 2.0. According o the present data, an estimation that the TW would add about 90 lambs born alive per 100 ewes, above the TR ewes, indicates the advantage that could be made by reproductive

selection in this breed. The results from the comparisons of the Targhee lines in the present study suggest that the lines may be differentiating in terms of prenatal survival; selection for litter size maintains or improves prenatal survival rate.

## Conclusions

It was concluded that the right side ovary was the more active one. Among the genotypes studied, twin ovulations were more common than single or triples, and that even no appreciable differences were found among breeds in percentage of ewes ovulating or lambing, crosses involving Barbados and the Polypay managed under range conditions in northern California slightly out-performed the other genotypes. However, among all genotypes, the twin selected Targhee breed had the highest mean litter size when compared with the general flock Targhee and their crosses.

## Literature

- Barker, J.D. 1975. A field trial of Finnish Landrace rams as sires of crossbred ewes. *Anim. Prod.* 20, 19-20.
- Boyd, L.H. 1983. Barbados Blackbelly sheep in Mississippi. In De Fitzhugh H.A., Bradford, G.E., (Ed.), *Hair Sheep of Western Africa and the Americas*. Westview Press, Boulder. pp 299-304.
- Bradford, L.H. 1983. Barbados Blackbelly sheep in Mississippi. In Fitzhugh, H.A., Bradford, G.E., (Ed.) *Hair sheep of Western Africa and the Americas*. Ed. Westview Press, Boulder. pp 299-304.
- Bradford, G.E.; and Quirke, J.F. 1986. Ovulation rate and litter size of Barbados, Targhee and crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 62, 905-909.
- Bradford, G.E.; Quirke, J.F. and Famula, T.R. 1986. Fertility, embryo survival and litter size in lines of Targhee sheep selected for weaning weight or litter size. *J. Anim. Sci.* 62, 895.
- Casida, L.E.; Woody, C.O. and Pope, A.L. 1966. Inequality in function of the right and left ovaries and uterine horns of the ewe. *J. Anim. Sci.* 25:1169-1174.
- Castonguay, F.; Minvielle, F. and Dufour, J.J. 1990. Reproductive performance of Booroola X Finnish Landrace and Booroola X Suffolk ewe lambs, heterozygous for the I gene, and growth traits of their three-way cross lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 70:55-65.
- Dewi, L.A.; Owen, J.B.; El-Sheikh, A.; Axfod, R.F.E. and Beigi-Nassii, B. 1996. Variation in ovulation rate and litter size of Cambridge sheep. *Anim. Sci.* 62:489-495.
- Dickerson, G.E. 1977. Crossbreeding evaluation of Finnsheep and some US. breeds for market lamb production. North Central Region Publication no. 246. Nebraska, USA.
- Donald, H. P.; Read, J. L. and Russell, W. S. 1968. A comparative trial of crossbred ewes by Finnish Landrace and other sires. *Anim. Prod.* 10:413-422.
- Doney, J.M.; Gunn, R.G. and Smith, W.F. 1973. Transuterine migration and embryo survival in sheep. *J. Reprod. Fertil.* 34:363-368.
- Edey, T.N. 1970. Nutritional stress and pre-implantation mortality in Merino sheep. General discussion and conclusions. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 74, 199-204.
- Ercanbrack, S.K. and Knight, A.D. 1985. Lifetime (seven years) production of  $\frac{1}{4}$  and  $\frac{1}{2}$  Finnish Landrace ewes from Rambouillet, Targhee and Columbia dams under range conditions. *J. Anim. Sci.* 61, 66-77.

- Gill, J.L. 1978. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. Iowa State Univ. Press, Ames, pp. 135-143.
- Hohenboken, W.D.; Corum, W.D. and Bogart, R. 1976. Genetic, environmental and interaction effects in sheep I. Reproduction and lamb production per ewe. *J. Anim. Sci.* 42, 299-306.
- Hulet, C.V.; Ercanbrack, S.K. and Knight, A.D. 1984. Development of the Polypay breed of sheep. *J. Anim. Sci.* 58, 15-24.
- Iñiguez, L.C.; Bradford, G.E. and Mwai, A.O. 1986. Lambing date and lamb production of spring mated Rambouillet, Dorset and Finnsheep ewes and their F1 crosses. *J. Anim. Sci.* 63, 715-728.
- Kelly, R.W. and Johnstone, P.D. 1983. Influence of site of ovulation on the reproductive performance of ewes with 1 or 2 ovulations. *New Zealand. J. Agr. Res.* 26, 433-438.
- Lamberson, W.R. and Thomas, D.L. 1982. Effects of season and breed of sire on incidence of estrus and ovulation rate in sheep. *J. Anim. Sci.*, 54, 533-538.
- Meyer, H.H. 1985. Breed differences in ovulation rate and uterine efficiency and their contribution to fecundity. In: Land, R.B., Robinson, D.W. (Ed.), *Genetics of Reproduction in Sheep*. Butterworths, London. pp.
- Quirke, J.F.; Bradford, G.E.; Famula, T.R. and Torell, D.T. 1985. Ovulation rate in sheep selected for weaning weight or litter size. *J. Anim. Sci.* 61, 1421-1425.
- Ramdas, S.; Dally, M.; Bradford, G.E. and Sakul, H. 1993. Lamb and wool production of Targhee and prolific breed crossbred ewes. *Sheep Res. J.*, 9, 62-70.
- Ricordeau, G. 1988. Composantes de la productivité numérique des brebis. Utilization des races prolifiques. *Proc. 3<sup>rd</sup> World Congress on sheep and beef cattle breeding*. 19-23 June, Paris, pp. 18.
- Schoenian, S.G. and Burfening, P.J. 1990. Ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival of Rambouillet sheep selected for high and low reproductive rate. *J. Anim. Sci.* 68, 2263-2268.
- Shelton, M. 1983. Crossbreeding with the "Barbados" sheep for market sheep or wool production in the United States. In Fitzhugh, H.A., Bradford, G.E. (Ed), *Hair sheep of Western Africa and the Americas*. Westview Press, Boulder. pp. 289-292.
- Shoenian, S.G. and Burfening, P.J. 1990. Ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival of Rambouillet sheep selected for high and low reproductive rate. *J. Anim. Sci.* 68:2263-2270.
- Siegel, S.; Castellan, N.J. 1988. *Non-parametric Statistics for the Behavioral Science*. 2<sup>nd</sup> Edition McGraw-Hill Inc. New York, pp. 45-51.
- Sittman, K. 1972. Intrauterine migration and mortality in sheep embryos. *Can. J. Anim. Sci.* 52, 195-201.
- White, D.H.; Rizzoli, D.J. and Cumming, I.A. 1981. Embryo survival in relation to number and site of ovulations in the ewe. *Australian J. Exp. Agr. and Anim. Husb.* 21, 32-37.
- Young, L.D. and Dickerson, G.E. 1991. Comparison of Booroola Merino and Finnsheep: effects on productivity of mates and performance of crossbred lambs. *J. Anim. Sci.* 69:1899-1911.



# Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico

## Profitability of an intensive tropical ovine production system

Macedo, R.<sup>1</sup> y Castellanos, Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Asesor privado. Paul P. Harris 28. Colima, Col. macedo@ucol.mx

<sup>2</sup>FCA-Universidad de Colima. Km. 40 Autopista Colima-Manzanillo. Tecomán, Col.

### Resumen

Con el objetivo de determinar la rentabilidad de la cría y engorda intensiva de corderos, se desarrolló el presente estudio en Colima, México. La cual se estimó por medio de la relación costo-beneficio, mediante la división del valor total entre el costo de producción, más el costo de financiamiento. El costo de la alimentación del vientre y el cordero representó el 80% del costo total en la etapa de producción de cordero, mientras que la mano de obra, el financiamiento y las prácticas sanitarias representaron el 11%, 7% y 2%, respectivamente. En la etapa de engorda el costo del cordero representó, a su vez, el 50% de los costos totales, con un 43% por concepto de alimentación, 4% por mano de obra, 2% por sanidad y 1% por financiamiento. La relación costo-beneficio para las etapas de producción y engorda de cordero fueron 1.35 y 1.32 respectivamente, por lo cual se estableció la viabilidad económica del sistema intensivo de producción estudiado bajo condiciones tropicales.

### *Palabras clave*

Borrego, Pelibuey, cría, finalización, economía, trópico.

### Abstract

A study was conducted in Colima, México to determine the profitability of a intensive lamb development and fattening system. Profitability was calculated as the relation between the total income and the production plus financing costs. Eighty % of the total cost of the lamb development stage was represented by the feeding cost of ewe and lamb, whereas labor, financial support and health represented 11%, 7% and 2%, respectively. The initial value of the weaned lamb represented 50% of the total cost of fattening, followed by feeding (43%), labor (4%), health (2%) and financial support (1%). Given that profitability to lamb development and fattening was 1.35 and 1.32 respectively, it was concluded that the intensive production system is feasible under tropical conditions.

### *Key words*

Sheep, Pelibuey, breed, fattening, economy, tropic.



## Introducción

Se estima que en México existen alrededor de 4 millones de cabezas de ovinos, de los cuales, una tercera parte se localiza en la zona centro del país, región en la que se concentran los principales centros de consumo [Torres, 1999a]. Los sistemas de producción predominantes son los de tipo semi-intensivo e intensivo, éstos se encuentran entre los más tecnificados del país y están basados en la estabulación. El uso de grandes cantidades de grano así como el empleo de razas pesadas y sus cruza con razas de pelo. Estos sistemas se caracterizan por lograr una alta ganancia diaria de peso y conversión alimenticia con una viabilidad económica sujeta a un alto precio de venta, así como al costo y disponibilidad del grano [Sánchez, 2001].

En la región tropical del país se presenta una gran diversidad de sistemas de producción de ovinos, los cuales, en su mayoría, conforman un sub-sistema dentro de la unidad de producción, integrando elementos agrícolas y pecuarios. Se caracterizan, en gran parte de los casos, por la ausencia de las prácticas de tipo sanitario, nutricionales y reproductivas más comunes. Asimismo, son, generalmente, manejados por productores de bajos ingresos y se consideran un elemento secundario utilizado como ahorro o para situaciones emergentes [Díaz, 1999]. Pese a que estos factores han limitado tradicionalmente la transferencia de tecnología hacia la ganadería ovina tropical, recientemente se ha incrementado el número de explotaciones con un alto nivel tecnológico. En ellas se combinan el uso de prácticas e instrumentos generados en otros ambientes con elementos propios de los sistemas tropicales.

Por otra parte, si bien la información disponible sobre los resultados productivos obtenidos en dichas explotaciones ha crecido en los últimos años, los aspectos financieros no han sido abordados con profundidad, por lo que actualmente existe un vacío informativo sobre las variables económicas básicas que inciden en su operación. Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la eficiencia financiera de un sistema intensivo de producción de ovinos en el trópico seco.

## Material y métodos

### *Sitio experimental*

El trabajo se realizó en el módulo ovino del Centro de Capacitación Agropecuario y Forestal (CECAF), el cual se ubica en el municipio de Tecmán, estado de Colima, en las coordenadas 18°58'43"N y 103°52'18"O, a una altitud de 33 msnm. Presenta un clima semicálido correspondiente a la fórmula  $BS_1(h')w(w)(i')$ , una temperatura media anual de 26°C y 750 mm de precipitación promedio anual, repartidos entre los meses de junio a octubre con una época seca de ocho meses [García, 1988].

### *Descripción del sistema de producción*

El módulo ovino cuenta con un pie de cría de 50 hembras y 2 sementales ovinos de la raza Pelibuey canelo, con una edad y peso promedio de 57 meses y 50 kg, respectivamente. Los vientres se manejaron en un sistema silvo-pastoril de palma de coco-limón; la alimentación de los animales se basó en el pastoreo de vegetación nativa, hojas de limón mexicano y hojas secas de palma de coco, más un concentrado que contenía 89.30% de MS, 18.80% de PC, 2.5% de EE, 60.20 de ELN, 7.20% de FC y 2.8 Mcal de EM/kg MS, cuya composición se muestra en el Cuadro 1.

El concentrado (MF), se ofreció de la siguiente manera: 1,500 g/día durante la etapa de empadre y gestación temprana (35 días), 150 g/día durante la gestación intermedia (75 días), 250 g/día durante la gestación tardía (40 días), 2,000 g/día en la lactancia temprana (30 días) y 550 g/días durante la lactancia intermedia y tardía (54 días). Se manejó un sistema de empadre controlado, formándose lotes de 15 hembras y 1 semental. Previo al momento del empadre los vientres fueron tratados con una dosis oral de 10 mg kg PV<sup>-1</sup> de albendazol para el control de parásitos internos y, 20 días antes del parto, fueron vacunados con una dosis subcutánea de 2.5 ml para la prevención de neumonía (*Pausterella multocida* y *P. haemolytica*) y enterotoxemia (*Clostridium perfringens*, tipo D). El intervalo entre partos del hato fue de 234 días con un índice de destete igual a 2.00 crías/parto [Macedo y Alvarado, 2004].

Cuadro 1. Composición del concentrado ovino.

Ingrediente	% inclusión base húmeda
Micro-minerales	0.50
Urea	1.00
Sal común	1.00
Carbonato de calcio	2.50
Melaza	22.50
Harina de carne	8.50
Sebo de res	1.50
Maíz	30.50
Pulido de maíz	8.50
Pulido de arroz	3.00
Salvado de sorgo	3.00
Paja de chícharo	5.00
Rastrojo de maíz	12.50
Total	100.00

En el caso de los corderos, el peso promedio al nacimiento fue de 2.85 kg, en tanto el peso promedio al destete fue de 18.00 kg con una edad promedio de 84 días. Durante la etapa de lactancia los corderos consumieron *ad libitum* un suplemento preiniciador, cuyo consumo total se estimó en 8.00 kg. La ganancia diaria de peso durante la etapa nacimiento-destete fue de 180 g. Tres semanas antes del destete los corderos fueron vacunados con una dosis similar al utilizado con los vientres. Al momento del destete fueron vitaminados por vía intramuscular con 500,000, 50,000 y 50 U. I. de vitamina A, D<sub>3</sub> y E, respectivamente; fueron desparasitados con albendazol con las dosis y vía de administración descritas con anterioridad. Una vez destetados, los corderos fueron estabulados para su finalización con una dieta consistente en el concentrado descrito con anterioridad, ofrecido a libre acceso. La duración de esta etapa fue de 85 días, en la cual los corderos lograron una ganancia diaria promedio de peso de 200 g con un peso y precio de venta de 35 kg y \$18.00, respectivamente [Macedo y Aguilar, 2004].

## Metodología

El estudio de rentabilidad analizó en forma independiente dos etapas de producción:

- Etapa de cría: con un ciclo de 234 días, comprendidos a partir del momento del empadre hasta el destete de las crías.
- Etapa de finalización: comprendida desde el destete hasta la venta del cordero, con una duración de 85 días.

El análisis de costos se realizó con base en las variables productivas descritas en el inciso anterior. Se consideró información proveniente de las fuentes primarias, es decir, la propia unidad de producción en el caso de las cantidades de insumos empleados y, de la mano de obra requerida y las compañías comercializadoras, en el caso del precio de los insumos. El análisis no consideró un costo para el forraje base (vegetación nativa), toda vez que al integrarse los ovinos al sistema silvo-pastoril de palma de coco-limón, se redujo en un 50% el costo por control químico de dicha vegetación, lo que representó incluso, un ahorro para el sistema total.

Se estimó un costo financiero en cada una de las etapas, el cual, se aplicó sobre los insumos (suplementos, vacunas, desparasitantes y vitaminas), permaneciendo libre de este gravamen tanto el costo de los animales como el de la mano de obra. La tasa de interés aplicada se calculó considerando la tasa promedio anualizada de CETES a 28 días para el año 2003, más 6 puntos de intermediación, condiciones que rigen el mercado nacional de crédito comercial para el sector rural equivalente al 12.35%.

El análisis de los ingresos consideró los parámetros productivos descritos anterior-



mente. El precio de venta se determinó de acuerdo a las condiciones de oferta y demanda prevalecientes en el estado.

La rentabilidad del sistema de producción se estimó por medio de la fórmula:

*Relación costo-beneficio* = ingresos totales /costos de producción + costos de financiamiento.

## Resultados

El costo de la alimentación del vientre y la suplementación pre-destete de la cría representó un 80% del costo total de la etapa de producción de cordero, del cual, más de la mitad se generó durante las etapas de lactancia temprana y empadre-gestación temprana, respectivamente. El costo de la mano de obra originó un 11% de los egresos, y las prácticas sanitarias preventivas un 2%. El costo del financiamiento representó un 7% de los costos totales (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Costos de producción para la etapa de cría considerando un ciclo productivo de 234 días bajo un manejo intensivo.**

Concepto	Días	Unidades diarias (kg)	Unidades totales (kg)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	(%)
<b>Alimentación vientre</b>						
Empadre y gestación temprana	35	1.50 kg	52.50 kg	2.00	105.00	22
Gestación intermedia	75	0.15 kg	11.25 kg	2.00	22.50	5
Gestación tardía	40	0.25 kg	10.00 kg	2.00	20.00	4
Lactancia temprana	30	2.00 kg	60.00 kg	2.00	120.00	25
Lactancia intermedia y tardía	54	0.55 kg	29.70 kg	2.00	59.40	12
Suplementación predestete cordero <sup>1</sup>		0.190 kg	16.00 kg	3.75	60.00	12
Subtotal alimentación			179.45 kg		386.90	80
Vacunación (dosis)			1.00	4.40	4.40	1
Control de endoparásitos (ml)			5.00	0.58	2.90	1
Mano de obra (jornal) <sup>2</sup>		0.003	0.70	75.00	52.50	11
Financiamiento (\$) <sup>3</sup>					31.80	7
<b>Total</b>					<b>478.50</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup>Considera una tasa de destete de 2.00 corderos/hembra.

<sup>2</sup>Un jornal considera el manejo de 350 animales por día.

<sup>3</sup>Considera una tasa anualizada de 12.35% por 234 días sobre el costo del suplemento y los medicamentos.

El costo del cordero destetado y de la alimentación representó el 50 y el 43% del costo de producción de un cordero finalizado para abasto, respectivamente. Un 4% de los egresos fueron originados por el costo de la mano de obra y 2% por concepto de prácticas sanitarias. El costo del financiamiento fue equivalente al 1% del costo total de producción (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Costos de engorda de un cordero en un periodo de 85 días bajo un manejo intensivo.**

Concepto	Unidades diarias	Unidades totales	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	(%)
Costo del cordero		1.00	239.25	239.25	50
Alimento (kg)	1.20	102.00	2.00	204.00	43
Vacunación (dosis)		1.00	4.40	4.40	1
Control de endoparásitos (ml)		1.70	0.58	1.00	0.3
Vitaminación (ml)		1.00	2.50	2.50	0.7
Mano de obra (jornal) <sup>1</sup>	0.003	0.27	75.00	20.25	4
Financiamiento (\$) <sup>2</sup>				6.20	1
				<b>477.60</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup>Un jornal considera el manejo de 350 animales por día.

<sup>2</sup>Considera una tasa anualizada de 12.35% por 85 días sobre el costo del suplemento y los medicamentos.

Como lo muestra el Cuadro 4, la rentabilidad de ambas actividades, producción y engorda de cordero, bajo un manejo intensivo tuvieron un comportamiento similar.

**Cuadro 4. Relación costo-beneficio de un sistema intensivo de producción de ovinos.**

Etapa	Relación costo-beneficio	
• Producción de cordero		
Costo total de producción	478.50	
Valor de la producción	648.00	1.35
• Engorda de cordero		
Costo total de producción	477.60	
Valor de la producción	630.00	1.32



## Discusión

Uno de los elementos económicos claves de este sistema intensivo, lo representa el tener un alto índice de prolificidad, dado que el costo de mantenimiento del vientre no varía significativamente a la baja, en caso de disminuir el número de corderos nacidos por hembra. Estudios previos indican que una adecuada nutrición durante el empadre y la gestación temprana permite elevar el tamaño de la camada, como consecuencia de un incremento en la tasa de ovulación y en el número de óvulos fecundados, así como una disminución en el número de muertes embrionarias, las cuales se registran en su mayoría, entre los días 13 y 18 posteriores a la fecundación y en las cuales la desnutrición y pobre condición corporal de las ovejas juega un papel determinante [Tórtora, 1986]. El índice de prolificidad conseguido en este estudio (2.20 crías/parto) supera significativamente a los mencionados por diversos autores para la raza Pelibuey bajo diversas condiciones de manejo en México como son González *et al.* [1991], Perón *et al.* [1991], Galina *et al.* [1995], Segura *et al.* [1996] y González *et al.* [2003], quienes lo ubicaron en 1.17, 1.48, 1.55, 1.23 y 1.80 crías por parto, respectivamente. Asimismo, este uso estratégico de la suplementación permitió superar inclusive, el índice de prolificidad conseguido en borregas tratadas con progesterona y gonadotropinas (1.93) con la finalidad de incrementar la tasa de ovulación (Rosado *et al.*, 1998), con la consiguiente ventaja económica que esto representa.

Brown *et al.* [1990], señalaron que el índice de destete representó la principal variable productiva que incide sobre las utilidades de una explotación ovina, dado que como se explicó con anterioridad, el costo fijo por vientre es básicamente el mismo independientemente de su nivel productivo. En este sentido, Nudell *et al.* [1998], indicaron que la muerte perinatal de corderos representa una de las principales pérdidas económicas en las granjas ovinas y constituye uno de los factores decisivos que determinan la viabilidad de un sistema de producción, al ser esta etapa la que requiere un mayor uso de mano de obra. En este sentido, Pijoan [1986], estableció que una nutrición inadecuada del vientre durante los últimos 4 a 6 semanas de gestación resulta el factor más importante en predisponer o, en caso contrario, disminuir la mortalidad perinatal de los corderos. Este mismo autor encontró, para esta etapa productiva, índices de mortalidad superiores al 30% en granjas ubicadas en diversos municipios del estado de México. Asimismo, la estabulación durante la etapa de lactancia temprana permitió una mejor atención de la madre y la cría. En el caso de la oveja, una nutrición deficiente durante los primeros 30 días de lactancia, etapa caracterizada por presentar un gradiente energético negativo, afecta la producción de leche y la habilidad materna, lo que a su vez, conduce a la pérdida de calor posparto, la depresión del reflejo de amamantamiento y la utilización de las escasas reservas energéticas del corde-

ro, provocando el síndrome inanición-exposición, causa principal de la mortalidad perinatal en explotaciones intensivas.

Este análisis parece corroborar que en el caso de los sistemas de producción intensivos, una disminución por debajo de los requerimientos nutricionales establecidos para la especie, en la suplementación energético-proteica durante las etapas de empare, gestación temprana y lactancia temprana, como estrategia de ahorro en los costos de producción, tendría repercusiones negativas sobre la viabilidad económica.

No obstante que el costo de la vacunación representa sólo el 1.0% del costo total de mantenimiento, es una de las prácticas menos aceptadas y realizadas por los productores de la región, quienes argumentan principalmente razones de tipo económicas para su escasa o nula implementación. Al respecto, la transferencia de anticuerpos por vía del calostro, producto de la vacunación preparto de los vientres, disminuye significativamente la ocurrencia de procesos infecciosos neonatales, entre los cuales la neumonía ocasionada por *Pausterella sp.*, es la principal responsable de la muerte por agentes infecciosos en corderos [Pijoan, 1986]. Asimismo, la falta de un manejo sanitario preventivo durante la etapa de finalización, es una situación común en las granjas ovinas, no obstante el poco impacto económico (2%) que representan dichas prácticas en el costo de producción. En consecuencia, enfermedades como la enterotoxemia y la neumonía causadas por *Clostridium perfringens* y *Pausterella multocida* y *haemolytica*, respectivamente, representan las principales causas de mortalidad y pérdidas económicas en los sistemas de engorda intensiva de corderos [Tórtora, 2001].

Otro elemento económico clave resultó la integración del hato en un sistema silvo-pastoril, con lo cual no existe costo por el forraje consumido *in situ* (vegetación nativa, hojas de limón y coco), dado que no se realizaron inversiones extraordinarias y, al contrario, se disminuyó en un 50% el uso de las cantidades de herbicidas empleados para el control de la vegetación nativa, así como su costo de aplicación, mejorando la rentabilidad de los cultivos. En este sentido, Torres [1999b], encontró en el estado de Veracruz, una reducción significativa en los costos por mano de obra e insumos dedicados al control de malezas, los cuales representaron de un 10 a un 12% de los costos totales de producción para el cultivo del limón. Se estimó, además, que el ramoneo realizado por los ovinos en las ramas bajas de los cítricos puede reducir en más de la mitad el costo de las podas de formación. Con base en lo anterior, este mismo autor indicó que con una carga de 10 ovinos por hectárea, con una tasa de extracción anual de 6 animales de 25 kg a un precio de venta de \$11.00, se podrían lograr ingresos adicionales equivalentes del 28 al 59% de los costos totales de producción del limón, dependiendo del nivel tecnológico de la empresa.

Como consecuencia de lo anterior, el costo de alimentación del vientre en un ciclo productivo igual a \$326.90 obtenido en el presente trabajo, resultó casi un 90%



menor al costo promedio establecido por Brown *et al.* [1999], para las granjas del noroeste estadounidense, el cual fue de \$53.28 dólares americanos por ciclo productivo, equivalentes a \$612.72 pesos, considerando una tasa de cambio de 11.50 pesos por dólar. Este resultado muestra el alto potencial y la ventaja competitiva de los sistemas de producción tropicales con respecto a los sistemas de producción ovinos intensivos de esta región de los Estados Unidos, al considerar que estos mismos autores, establecieron un índice de destete de 1.32 corderos/ vientre, el cual resulta 34% menor al considerado en este estudio y un precio de venta de \$0.75 dólares/libra de cordero equivalente a 18.98 pesos/kg, el cual resulta únicamente 9% superior al precio promedio de venta en el estado de Colima.

Asimismo, el costo de producción de un vientre consumiendo en promedio 713 g/día de suplemento, en un ciclo de 234 días indicado en el presente estudio fue de \$478.50, resultó significativamente menor al mencionado por González *et al.* [2003], para borregas bajo un sistema de producción intensivo en el noreste de México, basado en rastrojo de maíz o heno de zacate buffel o heno de soca de sorgo más 300-500 g/día de suplemento, el cual fue de \$701.67 en un ciclo de 210 días. Dichos resultados sugieren que el costo del forraje base, ejerce un mayor efecto sobre el costo total de producción de un vientre, con respecto a la cantidad y al costo del suplemento utilizado.

El uso de suplementos preiniciadores es prácticamente nulo entre los pequeños y medianos ovinocultores de la zona, pese a que su papel aumenta en importancia conforme se incrementa la prolificidad del hato. Al aumentarse el número de crías por parto, la competencia de la camada por amamantarse es mayor y, en la mayoría de los casos de parto triple, la cantidad de leche disponible para los corderos resulta insuficiente para soportar niveles adecuados de crecimiento, o bien, únicamente dos de las crías logran sobrevivir. El empleo de este tipo de alimentos a partir de la primera semana de edad ayuda a reducir la dependencia del cordero de la leche materna y a incrementar el número y el peso de los corderos destetados por vientre. Duarte y Pelcastre [2000], lograron ganancias diarias de peso de 229 g al suplementar corderos raza Pelibuey y cruza de las razas Pelibuey x Hampshire con una ración a base de soya y maíz contra 120 g de corderos sin acceso a suplementación predestete.

La rentabilidad obtenida en este estudio para la etapa de producción de cordero (35%), considerando un precio de venta de \$18.00, contrasta con los resultados de un análisis realizado en el noreste de México por González *et al.* [2003], quienes ubicaron en \$24.13 el punto de equilibrio para el kilogramo de cordero destetado en un sistema de producción intensivo, considerando 18 kg de peso al destete, una prolificidad de 1.8 corderos por parto y un costo de producción de \$701.70 por vientre, en un ciclo de producción de 210 días. Este análisis permite, a su vez, plantear el



desarrollo de sistemas de producción y venta de cordero de destete, con un margen de utilidad ligeramente mayor y un periodo menor de recuperación de la inversión con respecto al sistema cría-finalización predominante en la región tropical.

Por otra parte, al ser la Pelibuey una raza ligera, su cruzamiento con razas de lana o especializadas para la producción de carne, da la posibilidad de incrementar significativamente la ganancia diaria de peso, mejorar la conversión alimenticia, disminuir los costos de producción y en consecuencia, incrementar la rentabilidad del sistema de producción. Dicha práctica fue corroborada por Pineda *et al.* [1998], quienes al finalizar —en condiciones de estabulación— corderos con cruzamientos de las razas Pelibuey x Rambouillet-Dorset, lograron incrementos diarios de peso de 238 g contra 182 g obtenidos con corderos puros de la raza Pelibuey.

Por lo que respecta a las condiciones que rigen en la actualidad el mercado de carne de ovino en México, éstas mantienen las mismas características mencionadas en estudios previos, los cuales han señalado un precio de venta altamente atractivo debido a la poca oferta y gran demanda existentes, a la vez que dicho precio se mantiene a la alza sin ser afectado por los movimientos financieros o las importaciones masivas, situación no observada en otras especies [Salas, 1997]. Otra característica del mercado nacional de carne de borrego, la representa la marcada preferencia de los grandes introductores de las principales zonas de consumo, hacia el cordero producido en el país sobre los animales vivos y canales congeladas de importación [Martínez, 1999]. Finalmente, prácticamente la totalidad de la carne de borrego comercializada en la región tropical corresponde a la venta de corderos en pie, con un peso de entre 30 y 40 kg, al no existir ningún tipo de proceso agroindustrial como son la venta de canales y cortes congelados, que permita adicionar valor agregado al producto con el consiguiente beneficio económico para el productor.

## Conclusiones

Se estableció la viabilidad económica para el desarrollo de sistemas intensivos de producción y finalización de corderos en el trópico, bajo un sistema silvo-pastoril de palma de coco-limón. Los altos índices de nacimiento y destete así como la baja tasa de mortalidad, observados como consecuencia del manejo estratégico de la alimentación y del establecimiento de un programa sanitario preventivo adecuado, aunados al bajo costo de mantenimiento del vientre, producto del nulo costo de producción del forraje, fueron los elementos claves para la consecución de este resultado.

## Literatura citada

- Brown, D. T.; Alford, C. F. and McCann, M. A. 1990. Sheep production in Georgia. Extension Bulletin 879. University of Georgia. Athens, Georgia, U.S.A. 32 p.
- Brown, E.; Nudell, D.; Hughes, H. and Faller, T. 1999. Sheep on shares. Extension Bulletin EC-1168. North Dakota State University. Fargo, North Dakota, U.S.A. 12 p.
- Díaz, P. 1999. *Los sistemas de producción ovina en el trópico: Aspectos generales de manejo*. Producción sustentable de ovinos tropicales. Veracruz, México. En: Gláforo Torres, H. G. Díaz, R. P. Editores. pp.135-149.
- Duarte, V. F. y Pelcastre, O. A. 2000. *Efecto de la suplementación predestete a corderos en condiciones tropicales*. Livestock Research for Rural Development. 12 (3) <http://www.cipav.org.co/lrrd/12/3/duar123a.htm> (17 de septiembre de 2002).
- Galina, M. A.; Morales, R.; Silva, E. y López, B. 1995. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management system in Mexico. Small Rumin. Res. 22(1):31-37.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4ª Ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Editor. México, D.F. 33 p.
- González, R. A.; Valencia, M. J.; Foote, W. C. y Murphy, B. D. 1991. *Hair sheep in Mexico: reproduction in the Pelibuey sheep*. Anim. Beed. Abstr. 59:509-524.
- González, R. A.; Higuera, M. M.; Hernández, A. H.; Estrada, B. P.; Gutiérrez, O. E.; Colín, N. J. y Cienfuegos, R. E. 2003. *Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de pelo en el Noreste de México*. Livestock Research for Rural Development. 15 (12) <http://www.cipav.org.co/lrrd/15/12/gonz1512.htm> (10 de diciembre de 2003).
- Macedo, R. and Aguilar, L. A. 2004. Productive performance of confined Pelibuey lambs fed agro-industrial by-products and crop residue concentrate. Livestock Research for Rural Development. In submission.
- Macedo, R. y Alvarado, A. 2004. Efecto de la época de empadre sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. Arch. Zootec. En arbitraje.
- Martínez, S. L. 1999. *Importación y comercialización del ganado ovino en México*. Producción sustentable de ovinos tropicales. Veracruz, México. En: Gláforo Torres, H. G. Díaz, R. P. Editores. pp. 159-166.
- Nudell, D.; Hughes, H. and Faller, T. 1998. Critical control points for profitability in sheep production. Extension Article. North Dakota State University. Fargo, North Dakota, USA. 10 p.
- Perón, N.; Lima, T. y Fuentes, J. L. 1991. *Revisión bibliográfica de algunas características productivas del borrego Pelibuey*. Rev. Mundial de Zootecnia. 66:32-39.
- Pijoan, P. 1986. *Mortalidad perinatal y neonatal en corderos*. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México. Pijoan y Tórtora Editores. pp: 205-219.
- Pineda, J.; Palma, J.M.; Haenlein, G.F.W. y Galina, M.A. 1998. *Fattening of pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet-Dorset x Pelibuey) in the mexican tropics*. Small Rumin. Res. 27(3):263-266.
- Rosado, J.; Silva, E. y Galina, M. A. 1998. Reproductive management of hair sheep with progesterona and gonadotropins in the tropics. Small Rumin. Res. 27(3):237-242.
- Salas, J. J. 1997. *Comercialización de ganado ovino en México*. Producción de ovinos en zonas tropicales. Tabasco, México. En: Fundación Produce Tabasco. Editor. pp. 95-100.
- Sánchez, C. 2001. *Estrategias para la engorda de corderos en corrales*. La Revista del Borrego. 2(9):10-11.
- Segura, J. C.; Sarmiento, L. y Rojas, O. 1996. *Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in Mexico under extensive management*. Small Rumin. Res. 21(1):57-62.
- Torres, H. G. 1999 a. *Importancia de los ovinos de pelo en el trópico mexicano*. Producción sustentable de ovinos tropicales. Veracruz, México. En: Gláforo Torres, H. G. Díaz, R. P. Editores. pp. 1-4.
- Torres, R. J. A. 1999 b. *Consideraciones para la producción sustentable de ovinos en huertos de frutales*.

- Producción sustentable de ovinos tropicales. Veracruz, México. En: Gláforo Torres, H. G. Díaz, R. P. Editores. pp. 89-133.
- Tórtora, J. 1986. *Pérdidas prenatales*. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México. Pijoan y Tórtora Editores. pp: 161-172.
- Tórtora, J. 2001. *El borrego para engorda pierde peso por estrés*. La Revista del Borrego. 2(9): 8,13.

Resúmenes de tesis de posgrado  
en Ciencias Pecuarias  
y Biotecnología



*Thesis abstracts in  
Animal Production and Biotechnology  
postgraduate programs*



# Efecto del gen cuello desnudo (Na) sobre el balance de calcio y la respuesta inmune en gallinas criollas en el Altiplano Michoacano

---

## The immune effect of naked neck (Na) on the balance of calcium and the immune responses in indigenous hens in the highlands of Michoacan

**Álvarez Ramírez, Ma. Teresa**

Asesores: Dra. María del Rocío Flores Bello y Dra. Patricia Tato Zaldivar

Co-asesores: Dr. Sergio Aguilar Espinosa y Dr. Guillermo Téllez Isaías

Posgrado: Doctorado en Biotecnología

Año de titulación: 2003

### *Resumen*

En este trabajo se evaluaron las respuestas inmunes humoral y celular de pollas y gallinas criollas que portan el gen “cuello desnudo” (NaNa y Nana) y de emplume completo (nana) contra la enfermedad viral del Newcastle (VEN). Se inmunizaron 6 grupos de pollas de 28 días de edad (NaNa, Nana, nana), con VEN vacunal cepa LaSota y 44 días después se desafiaron con 1 DLE<sub>50</sub> (10<sup>6</sup> UH) de una cepa velogénica viscerotrópica VEN (cepa Chimalhuacán). Las gallinas mostraron cinéticas similares en sus títulos de anticuerpos y respuesta celular durante el ciclo de postura. Las pollas y gallinas heterocigotas mostraron una mejor respuesta inmune y más alta sobrevivencia. Por otro lado, se determinó el balance de Calcio y se encontró que en los tres genotipos fue positivo. Sin embargo, las gallinas nana consumieron y eliminaron mayor cantidad de Calcio mientras que, los genotipos Nana y NaNa, consumieron menor cantidad de calcio pero lo fijaron y retuvieron más eficientemente, lo cual se reflejó en una mejor producción. También, se determinaron las concentraciones de Calcio en los órganos involucrados en el ciclo (duodeno, riñón, útero y hueso) durante la formación del huevo, encontrándose diferencias en los tres genotipos. Las diferencias en la concentración de Calcio durante la postura, correlacionaron con cambios estructurales en el tejido óseo medular, travicular y cortical. Además, se determinaron los valores de Calcio en suero en las diferentes etapas de formación del cascarón, y se observaron diferencias entre los tres genotipos y en cada etapa de formación del huevo.

### *Palabras clave*

Gallinas y pollas criollas, cuello desnudo (Na), Virus de Newcastle, respuesta inmune y balance de Calcio.

### *Abstract*

The immune responses of indigenous naked neck (NaNa and Nana) and normally feathered (nana) female birds against Newcastle viral disease were evaluated. Groups of 28 day old female chickens (NaNa, Nana and nana) were immunized with NVD LaSota strain vaccine. Control animals were included. Six weeks later, all pullet were challenged with 1 ELD<sub>50</sub> (10<sup>6</sup> HU) of a velogenic viscerotropic strain NVD (Chimalhuacan). Immunized and control Nana chickens showed better immune responses and natural resistance. The hens showed similar cellular responses and antibody titles during all the production cycle. The balance of Calcium was determined being positive in all the three genotypes. However, nana hens consumed and eliminated more Calcium since, Nana and NaNa genotypes consumed less calcium but fixed and retained it more efficiently, this was reflected in a better production. The concentrations of Calcium were determined in the organs involved in the cycle (duodenum, kidney, uterus and bone). Results exhibited significant differences among the genotypes that correlated with the structural changes observed in the medullar, cancellus, and cortical bone. On the other hand, the values of Calcium in sera were determined in the different stages of shell formation. Results showed that there are differences in Calcium values during every stage of egg shell formation, as well as among the genotypes and during the posture time.

### *Key Words*

Indigenous naked neck hens, immune response, Newcastle virus, and Calcium balance.

# Actividad antimicrobiana y elucidación estructural de los metabolitos presentes en “maguey morado” (*Rhoeo discolor* L. Hér Hance)

---

## Anti-microbial activity and structural elucidation of metabolites present in “Maguey Morado” (*Rhoeo discolor* L. Hér Hance)

**Domínguez Ortiz, Miguel Ángel**

Asesores: Dr. Javier Farías Larios y Dra. Rosa Luisa Santillán Baca  
Co-asesores: Dr. Sergio Aguilar Espinosa, Dra. Ma. del Rocío Flores Bello  
y Dr. José Gerardo López Aguirre  
Posgrado: Doctorado en Biotecnología  
Año de titulación: 2003

### *Resumen*

La especie *Rhoeo discolor* (L. Hér Hance), conocida como “maguey morado o barquilla”, de la familia Commelinaceae, es muy utilizada en la medicina tradicional de México como antiinflamatoria y en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales. La acción bactericida de los extractos de esta especie fue comprobada utilizando los microorganismos *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* y *Shigella flexneri*. De los extractos probados, el que mayor acción bactericida mostró, fue el de acetato de etilo, así también, *Shigella flexneri* presentó una gran inhibición en su crecimiento por la acción de los extractos. Por otro lado, el estudio fitoquímico de esta especie, se encontró la presencia de los compuestos cloruro de sodio, cloruro de potasio, ácido hexadecanoico, ácido 9,12-octadecanoico, hidrocarburos saturados (ceras), carotenos, gamma-sitosterol, beta-sitosterol, estigmasterol y un compuesto importante de estructura cumarínica hidroxilada 4-(2,4-dihidroxi-fenil)-5-hidroxi-5H-furan-2-ona, que podría ser la responsable de la acción antiinflamatoria y bactericida. La identificación de los compuestos químicos se logró utilizando cromatografía en capa fina cromatografía de líquidos, espectrometría de masas, espectroscopía infrarroja y resonancia magnética nuclear.

### *Palabras clave*

*Rhoeo discolor* L. Hér Hance, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri*, estudio fitoquímico, acción bactericida.



## Abstract

*Rhoeo discolor* (L. Hér Hance) known as “maguey morado” o “barquilla” belongs to *Commelinaceae* family and has been used in traditional medicinal Mexicana as anti-inflammatory agent and to treat gastrointestinal disorders suggesting it has antibacterial properties against enterobacteria. Bactericidal action of *R. discolor* extracts was essayed in *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* and *Shigella flexnery* cultures. The ethyl acetate extract produced the largest bactericidal action while *S. flexnery* showed the major growth inhibition due to *R. discolor* extracts. The phytochemical study of *R. discolor* showed the presence of several compounds as sodium chloride, potassium chloride, hexadecanoic acid, 1,12-octadecanoic acid, saturated hydrocarbons (waxes), carotens, gamma-sitosterol, beta-sitosterol, estigmaterol and a hidroxilated cumarinic compound (4-(2,4-dihidroxi-fenil)-5-hidroxi-5H-furan-2-ona) that would be able to be the responsible for the bactericidal action. The identification of the compounds was achieved utilizing Thin layer chromatografic, HPLC, mass spectrophotometry, infrared spectrofotometry and NMR spectroscopy.

## Key words

*Rhoeo discolor* L. Hér Hance, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexnari*, phytochemistry study, bactericidal action.

# Catequinas y compatibilidad en homoinjertos de *Calocarpum sapota* (Jacq.) (Merr.) y heteroinjertos de *Calocarpum sapota* / *Achras Sapota* L. en dos etapas fenológicas

---

## Catechin and compatibility en homografts of *Calocarpum sapota* (Jacq.) (Merr.) and heterografts *Calocarpum sapota* / *Achras sapota* L. during two phenological stages

**González González, Juan Manuel**

Asesores: Dr. Oscar Rebolledo Domínguez y Dra. Lourdes Virginia Díaz Jiménez  
Co-asesor: Dr. Jaime Molina Ochoa  
Posgrado: Doctorado en Biotecnología  
Año de titulación: 2004

### *Resumen*

Se realizó un experimento para determinar la relación compatibilidad/incompatibilidad entre homoinjertos y heteroinjertos de sapotáceas en dos etapas fenológicas e identificar las sustancias responsables de dicho fenómeno. Para tal efecto, se realizaron heteroinjertos de mamey [*Calocarpum sapota* (Jacq.) (Merr.)] sobre chicozapote (*Achras sapota* L.) durante la etapa fenológica de defoliación de la planta donadora de varetas y durante la etapa de refoliación. Asimismo, se efectuaron homoinjertos de *C. sapota* sobre *C. sapota* en las dos etapas fenológicas. En ambas se tomaron muestras de tejidos de portainjertos y varetas al injertar, y a los 60 días, para su análisis por HPLC. Los resultados indican que los heteroinjertos de *C. sapota* sobre *A. sapota* durante las dos etapas fenológicas presentaron un 100% de incompatibilidad y, por lo tanto, ningún heteroinjerto tuvo éxito. En lo que respecta a los homoinjertos de *C. sapota*, durante la refoliación, los resultados fueron similares, ya que presentaron el 100% de incompatibilidad y por consiguiente, ningún homoinjerto tuvo éxito. Por el contrario, durante la etapa de defoliación, se obtuvo el 80 % de éxito. La detección de sustancias por HPLC como responsables de la incompatibilidad, en muestras tomadas el mismo día del injerto, en los portainjertos *A. sapota* injertados con varetas de *C. sapota* en defoliación, reportaron 17.5 y 32.3 mg/g de catequina y epicatequina, respectivamente. Las concentraciones en los portainjertos *A. sapota*, cuando se injertó en refoliación, fueron las segundas más altas del experimento, con: 14.1 y 24.7 mg/g. En los portainjertos *C. sapota* injertados en refoliación, se detectaron 7.2 y 13.2 mg/g. Los

portainjertos *C. sapota* injertados en defoliación tuvieron 6.8 y 11.9 mg/g. Las varetas de *C. sapota* con hojas tuvieron 6.4 y 12.4 mg/g. Las varetas de *C. sapota* en defoliación reportaron la concentración más baja de catequina y epicatequina; 5.1 y 9.5 mg/g. Las muestras de portainjertos de *C. sapota* injertados en defoliación y con éxito, tuvieron 7.1 y 10.8 mg/g. Se concluye que las catequinas son las responsables de la incompatibilidad de heteroinjertos de *C. sapota/A. sapota* en ambas etapas y en los homoinjertos de *C. sapota* en la etapa de refoliación.

### *Palabras clave*

Incompatibilidad, HPLC, catequinas, homoinjertos, heteroinjertos, Sapotaceae.

### *Abstract*

The responsible substances involved in the phenomenon of compability/incompatibility in sapotaceae species during two phenological stages were elucidated. An experiment was carried out to determine the compatibility/incompatibility relationship between homografts and heterografts of Sapotaceae species during two phenological stages, and to identify the responsible substances involved in the phenomenon. In order to determine the compatibility/incompatibility between sapotaceae species, heterograftings were made using the mamey [*Calocarpum sapota* (Jacq.) Merr.)] as scion, and chicozapote (*Achras sapota* L.) was used as rootstock. Grafting was conducted during the phenological stage of defoliation of the scion donor plant, as well as during budding. Homografts were also made using *C. sapota* on *C. sapota* in both phenological stages. Plant tissue samples were obtained from scions and rootstocks in both phenological stages, and they were used for HPLC analysis. Heterografts (*C. sapota* on *A. sapota*) showed 100% incompatibility in both stages, and lack of success during grafting was obtained, similar results were registred with the homografts (*C. sapota* on *C. sapota*) during the budding stage, however during the defoliation stage 80% of successful grafting was obtained. The responsible substances involved in the phenomenon of compatibility/incompatibility using samples taken during the grafting day and 60 days after (*C. sapota* grafted on *A. sapota* during defoliation stage), were identified as: catechin, and epicatechin at a concentration of 17.5, and 32.3 mg/g, respectively. Levels of both substances were 14.1 and 24.7 mg/g, when the grafts were made during the budding stage. Concentrations in the *C. sapota* grafts during the budding stage were 7.2 and 13.2 mg/g. Rootstocks of *C. sapota* grafted during the defoliation stage had 6.8 and 11.9 mg/g of the substances mentioned above. The scions of *C. sapota* with leaves had 6.4 and 12.4 mg/g. Scions of *C. sapota* in the defoliation stage produced the lowest concentration of catechin, and epicatechin with 5.1, and 9.5 mg/g. Samples of rootstocks *C. sapota* grafted during the defoliation stage, and those with

successful grafting had 7.1 and 10.8 mg/g. Catechins are the responsible substances of incompatibility in the heterografts of *C. sapota*/*A. sapota* in both phenological stages, as well as during the budding stage in the homografts on *C. sapota*.

*Key words*

Incompatibility, HPLC, catechins, homografts, heterografts, Sapotaceae.

# Efecto de la temperatura, humedad relativa y humedad de suelo, sobre la patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) en larvas de *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae)

---

## Effect temperature, relative humidity and soil moisture on the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* Larvae (Diptera: Tephritidae)

**González Reyes, Ezequiel**

Asesor: Dr. Roberto Lezama Gutiérrez

Co-asesor: Dr. Oscar Rebolledo Domínguez

Posgrado: Doctorado en Biotecnología

Año de titulación: 2003

### *Resumen*

El efecto de la temperatura, humedad relativa y humedad de suelo sobre la patogenicidad de tres aislados (ARSEF3290, ARSEF3295 y Ma16) de *Metarhizium anisopliae* en contra del último estadio de la mosca mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens*, fue evaluado en el laboratorio. Larvas fueron expuestas por inmersión en una suspensión de conidios a concentración de  $1 \times 10^8$  conidios/mL e incubadas en un rango de temperaturas (10, 15, 20, 25, 30, 35 y 37° C). En las siete temperaturas ocurrió la infección fúngica, pero a 25° C, los porcentajes de mortalidad causados por los aislados ARSEF3290 y ARSEF3295 disminuyeron a 68 y 46%, mientras que para Ma16 se incrementó a 94%. El efecto de la humedad relativa sobre la patogenicidad de *M. anisopliae* fue probada a 35, 53, 75, 84, 90, 95 y 100% humedad relativa. En todos los tratamientos de humedades, los tres aislados causaron infección: con ARSEF3290 y Ma16, la mortalidad se incrementó de 60-95% y 43-92%, conforme aumentó la humedad mientras que en la humedad de 90 y 100% ARSEF3295, causó infección de 76 y 93%, respectivamente. En la humedad de suelo de 5% y 20% aumentó la patogenicidad de los tres aislados al causar porcentajes de mortalidad de 91 y 92%, respectivamente. Las larvas de la mosca mexicana de la fruta mostraron que pueden ser susceptibles a la infección por aislados de *Metarhizium anisopliae* en las condiciones de temperatura, humedad relativa y humedad de suelo, en las cuales, estas moscas son activas en el campo. Los datos soportan la hipótesis planteada.

### *Palabras clave*

*Metarhizium anisopliae*, hongos entomopatógenos, mosca mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens*, control biológico.

### *Abstract*

Effect of temperature, relative humidity and soil moisture on the pathogenicity of three isolates (ARSEF3290, ARSEF3295 and Ma16) of *Metarhizium anisopliae* against last instar of Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* was assessed in the laboratory. Larvae were exposed by immersion in a conidial suspension at a concentration of  $1 \times 10^8$  conidia/mL and incubated at a range of temperatures (10, 15, 20, 25, 30, 35 and 37°C). Fungal infection occurred at all seven temperatures, but at 25°C mortality rates caused by isolates ARSEF3290 y ARSEF3295 decreased to 68 and 46%, whereas this percentage increased to 94% with the isolate Ma16. The effect of relative humidity on pathogenicity by *M. anisopliae* was tested at 35, 53, 75, 84, 90, 95 and 100% relative humidity. At all humidities ARSEF3290, ARSEF3295 and Ma16 caused infection: with ARSEF3290 and Ma16, larval mortality increased from 60-95% and 43-92% as relative humidity increased, whereas at 90% and 100% relative humidity, isolate ARSEF3295 caused mortality rates of 76 and 93%, respectively. At 5% and 20% moisture soil treatments, a proportionately greater percentage of mortality of 92 and 91% become obtained with all three isolates. The Mexican fruit fly larvae showed that they would be susceptible to infection by *Metarhizium anisopliae* isolates at the temperature, relative humidity and moisture soil conditions at which these flies are active in the field. Data support actual hypothesis.

### *Key words*

*Metarhizium anisopliae*, entomopathogenic fungus, Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*, biological control.

# Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola

---

## Effects of the addition of urban sewage on the characteristics of soil for agriculture

**González Trinidad, Julián**

Asesor: Dr. José Gerardo López Aguirre

Co-asesores: Dr. Sergio Hugo Sánchez Rodríguez, Dr. Javier Farías Larios, Dr. Sergio Aguilar Espinosa y Dra. María del Rocío Flores Bello

Posgrado: Doctorado en Biotecnología

Año de titulación: 2003

### *Resumen*

Uno de los mayores retos del siglo XXI consistirá en administrar juiciosamente los recursos hídricos. El empleo de aguas de baja calidad en la agricultura de riego (aguas residuales o agua salobre) se convertirá en una práctica común a medida que las fuentes de agua se vayan haciendo cada vez más escasas en el mundo. Los objetivos de esta investigación consistieron en evaluar el efecto de la aplicación del agua residual urbana con diferentes niveles de tratamiento sobre las características del suelo (pH, textura, M.O, CIC, N, P, Na y C), además de la población bacteriana total y coliformes fecales de un suelo Gipsisol árido. Los efluentes se aplicaron al suelo en láminas de riego de 6, 8 y 10 mm/d durante un periodo de siete meses y el cultivo de referencia fue la avena. Los resultados indican un incremento en la materia orgánica y acumulación de sedimentos en la capa superficial. Existió, además, un incremento en el contenido de sales, con un aumento en fósforo y nitrógeno mayor a los requerimientos del cultivo. La contaminación del suelo por coliformes fecales persistió en pequeñas cantidades (500 a 1800 UFC/g de suelo); sin embargo, no genera un riesgo para los cultivos. En general, con el efluente de tratamiento secundario las características del suelo mostraron menos variabilidad con respecto al tratamiento primario y agua residual cruda.

### *Palabras clave*

Agua residual, coliformes fecales, población bacteriana, salinidad, nitrificación, lámina de riego.

### *Abstract*

One of the biggest challenging problems to face during the present century will consist of administering the hydric resources judiciously. The use of water missing the approved quality standards for agriculture (wastewater or water salinity) nowadays will become a common practice everywhere, especially in developing countries since the water sources are becoming scarce around the world. The objectives of this research were to evaluate the effect of the urban wastewater application with different treatment levels on some soil characteristics such as (pH, texture, MO, CIC N, P Na and C) besides to the total bacterial population and faecal coliforms of a Gipsisol arídico soil. These wastewater effluents were applied in irrigation laminae of 6 mm/d, 8 mm/d and 10 mm/d, during a seven month period, and the reference crop was oat. The obtained results indicated an increase in organic matter contents, additionally salts and sediments accumulation in the superficial soil layer was observed too. It also appeared an increase on the phosphorus and nitrogen content compare to the normal plant requirements. The soil fecal contamination remained in acceptable levels (500-800 UFC/ g) so it did not generate a risk for the crop. The soil characteristics were generally maintained specifically in this type of soil, and the secondary treatment effluent showed the best results with respect to the primary treatment and the crude wastewater.

### *Key words*

Wastewater, faecal coliforms, bacterial population, salinity, nitrification, laminae of irrigation.



# Efecto del azufre sobre la digestibilidad *in situ* de un alimento en base a fibra y su relación sobre los microorganismos del rumen en ovinos

---

The effects on digestibility *in situ* of sulfur in a feed, based on fibre and its relationship to microorganisms in the rumen of sheep

**Gutiérrez Chávez, Leonardo César**

Asesor: Dr. Daniel Contreras Lara  
Posgrado: Doctorado en Biotecnología  
Año de titulación: 2004

## *Resumen*

El experimento se llevó a cabo para conocer el efecto del azufre elemental y el sulfato de sodio sobre la digestibilidad *in situ* y la población microbiana del rumen. Se utilizaron 12 ovinos criollos con un peso promedio de 30 kg. La duración del experimento fue de 60 días, utilizando un cuadrado latino de 3 X 3, con 4 repeticiones, los periodos fueron de 20 días y los tratamientos a evaluar fueron T1= urea, T2= azufre elemental y T3= sulfato de sodio. La alimentación base fue el rastrojo de maíz (70%), melaza (20%) y sorgo (10%). Se proporcionaron 12 g de urea, 2.31 de sulfato de sodio y 0.508 g de azufre elemental en una relación de N: S de 10:1. El consumo de materia seca de los ovinos suplementados con sulfato de sodio fue estadísticamente significativo ( $P < .05$ ) con respecto a los no suplementados y suplementados con azufre elemental. Con respecto al consumo de materia orgánica los suplementados con azufre fueron superiores y estadísticamente significativos ( $P < .05$ ) comparado con los no suplementados con azufre. El consumo de agua fue mayor en los ovinos suplementados con sulfato de sodio con respecto a los no suplementados y suplementados con azufre elemental. La digestibilidad *in situ* fue mayor en los animales que recibieron el sulfato de sodio a las 12, 24, 36, y 48 hrs. La colonización de hongos en la fibra de henequén fue mayor con el sulfato de sodio a las 12, 24, 36, y 48 hrs., mostrando diferencias significativas ( $P < .05$ ) con respecto al azufre elemental y los no suplementados con azufre. Al comparar los animales suplementados con azufre elemental y los no suplementados con azufre, muestran una mayor colonización los suplementados que los no suplementados, registrando diferencias significativas ( $P < .05$ ). Los resultados a las 12 hrs. fueron de 1.75 esporangios/mm<sup>2</sup> para los no suplementados con azufre, de 4.25 esporangios/mm<sup>2</sup> para los suplementados con azufre elemental y de 19.75 esporangios/mm<sup>2</sup> para los suplementados con sulfato de sodio; esta tendencia se esta-

bleció también a las 24, 36 y 48 hrs. La misma tendencia se observó en las cuentas de bacterias con valores de  $1.85 \times 10^9$ /ml para los no suplementados con azufre,  $2.25 \times 10^9$ /ml para los suplementados con azufre elemental y  $2.40 \times 10^9$ /ml para los suplementados con sulfato de sodio. En cuanto a los protozoarios, los resultados fueron de  $19 \times 10^4$ /ml para los no suplementados con azufre,  $21 \times 10^4$ /ml y de  $25 \times 10^4$ /ml, para los que recibieron el sulfato de sodio. Se demuestra en este trabajo un mayor efecto del sulfato de sodio en las variables estudiadas.

### *Palabras clave*

Hongos del rumen, azufre, sulfato, digestibilidad, protozoarios, microorganismos, ovinos, fibra.

### *Abstract*

The experiment was carried out to know the effect of elementary sulphur and the sodium sulphate on the digestibility *in situ* and the microbial population of rumen. 12 Creole sheep of the region with an average weight of 30 kg, were used. The duration of the experiment was 60 days using a Latin block of  $3 \times 3$ , with 4 repetitions, the periods were of 20 days each and the treatments to evaluate were: T1 = urea, T2 = elementary sulphur and T3 = sodium sulphate. The feeding bases were the maize strubble (70%), molasses (20%) and sorghum (10%). 12 g of urea were provided, 2.31 of sodium sulphate and 0.508 g of elementary sulphur in a relation of N:S of 10:1. The Intake of dry matter of the sheep supplemented with sodium sulphate was statistically significant ( $P < .05$ ) respecting to the nonsupplied and the supplied with elementary sulphur. Respecting to the Intake of organic matter, the supplied with sulphur were statistically significant ( $P < .05$ ) compared with nonsupplied with sulphur. In the variable of water consumption there was a greater consumption among the sheep supplied with sodium sulphate than the nonsupplied and supplied with elementary sulphur. The digestibility *in situ* was greater in the animals than received sodium sulphate at 12, 24, 36, and 48 hrs. The colonization of fungi on the fiber of "henequen" was greater with sodium sulphate at 12, 24, 36, and 48 hrs. showing significant differences ( $P < .05$ ) respecting to elementary sulphur and the nonsupplied with sulphur. The results at 12 hrs were of 1,75 esporangios/mm<sup>2</sup> for nonsupplied with sulphur, of 4,25 esporangios/mm<sup>2</sup> for the supplied with elementary sulphur and the 19,75 esporangios/mm<sup>2</sup> for the supplied with sodium sulphate the this tendency also was observed at 24, 36 and 48 hrs. The same tendency was observed in the counts of bacteria with values of  $1,85 \times 10^9$ /ml for nonsupplied with sulphur, of  $2,25 \times 10^9$ /ml for supplied with elementary sulphur and the  $2,40 \times 10^9$ /ml for the supplied with sodium sulphate. As far as the protozoa the results were of  $19 \times 10^4$ /ml for nonsupplied

with sulphur,  $21 \times 10^4$ /ml for the supplied with elementary sulphur and of  $25 \times 10^4$ /ml for which they received sodium sulphate. A greater effect of sodium sulphate is demonstrated in this work.

*Key words*

Rumen fungi, sulphur, sulphate, digestibility, protozoa, microorganisms, fiber.

# Evaluación de la sustentabilidad de una población humana en una superficie dada en función de su consumo

---

## Evaluation of the sustainability of a human population in a given area in relation to consumption

**Hummel Oliver, Janet Dorothy**

Asesor: Dr. Leandro Sandoval

Co-asesores: Dr. Francisco Cárdenas, Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo y Dr. José Manuel Palma García

Posgrado: Doctorado en Ciencias Pecuarias

Año de titulación: 2003

### *Resumen*

Se realizó un estudio sobre la relación entre la población del estado de Colima y su efecto sobre el medio ambiente, tanto dentro como fuera de los límites estatales. Para calcular el área necesaria para mantener el nivel existente de vida, se construyó una hoja de cálculo del *Eco-footprint*. La superficie del estado de Colima fue entonces dividida en categorías que se analizaron en imágenes de percepción remota *Landsat*, tomadas en 1972, 1986, 1992 y 2001. Luego, compararon los resultados obtenidos mediante los dos enfoques. El *Eco-footprint* mostró un área total requerida de 2.7 ha/ca con 0.8, representando la producción estatal, 3.4 de importación y 1.5 de exportación. Las áreas totales disponibles fueron: 2.301, 2.136, 1.225 y 1.021 ha/ca en 1972, 1986, 1992 y 2001, respectivamente. El estudio mostró un déficit de la tierra disponible para cada año. Se concluye que es necesario realizar un estudio más amplio y profundo.

### *Palabras clave*

Eco huella, consumo de la población, base de datos, imágenes de satélite, cambio de uso de suelo, Colima.

### *Abstract*

A study was done on the relationship between the population of the state of Colima and its effect on the environment both within and without the state boundaries. To calculate the area needed to maintain the existing standard of living, an Eco-footprint spreadsheet was constructed. The area inside the state of Colima was then divided into

sub-groups and these sub-groups were analysed in *Landsat* Remote images taken 1972, 1986, 1992 and 2001. Both results of areas were compared. The Eco-footprint showed a total area needed of 2.7 ha/ca with 0.8 representing state production, import 3.4 and export 1.5. The total areas available were 2.301, 2.136, 1.225 and 1.021 ha/ca in 1972, 1986, 1992 and 2001, respectively. The study showed a deficit of the land available for each year. It was concluded that more study was needed.

***Key words***

Ecofootprint, population consumption, database, satellite images, change of land use, Colima.

# Diversidad y actividad de hongos micorrízicos arbusculares, en agroecosistemas cafetaleros perturbados por la erosión

---

## Diversity and activity of fungus arbuscular mycorrhizal in coffee agrosystems disrupted by erosion

Lara Capistrán, Liliana

Asesora: Dra. Ma. del Rocío Flores Bello  
Posgrado: Biotecnología  
Año de titulación: 2003

### *Resumen*

Se evaluó la diversidad, actividad de propágulos infectivos, potencial de inóculo de los hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) en 8 agroecosistemas cafetaleros, con diferentes grados de erosión del suelo, así como la participación de estos hongos en la estabilidad de los agregados. Se identificaron 26 morfotipos. Predominaron los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Gigaspora*, y cinco especies no descritas para México. La mayor diversidad, riqueza y abundancia de micosimbiontes se presentó en el agroecosistema no erosionado y valores más bajos se observaron en agroecosistemas altamente erosionados, en los cuales la colonización de raíces varió entre 64.91 y 21.27%, respectivamente. En ambos casos, se observó una tendencia similar para la colonización viable (10.2 y 0%). Por otro lado, la viabilidad de esporas fue mayor en los agroecosistemas altamente erosionados (54.66%) y no se presentó colonización en los no erosionados. La mayor cantidad de micelio viable se encontró en los agroecosistemas no erosionados (88.5 y 153.22 mm micelio/g de suelo), comparado con los agroecosistemas altamente erosionados (12.21, 10.51 y 9.2 mm micelio/g). En relación con la cantidad de micelio de HMA y el porcentaje de agregados estables al agua el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre agroecosistemas para fracciones > 2 mm, > 1 mm > 0.05 mm > 0.25 mm y no para fracciones < 0.25 mm. El sitio no erosionado presentó una mayor cantidad de micelio en todas las fracciones y un alto porcentaje de estabilidad de agregados (55%), a diferencia de los agroecosistemas altamente erosionados, en donde la cantidad de micelio fue baja y el porcentaje de agregados estables al agua de 11, 10 y 15%, respectivamente. El número más probable de propágulos fue de 1.6 en agroecosistemas erosionados, mientras que en los no erosionados fue de 1742.32. Los resultados obtenidos sugieren que la erosión del

suelo afecta a los HMA y surge la necesidad de realizar estudios que permitan implementar técnicas de manejo donde se mantenga la biodiversidad y la conservación del suelo que incrementen la productividad de estos agroecosistemas a largo plazo y con menor costo ecológico.

### *Palabras clave*

Hongos formadores de micorriza arbuscular, agregados del suelo, micelio, café, erosión.

### *Abstract*

The diversity, activity of infective propagules and inoculum potencial of the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) were evaluated in 8 coffee agroecosystems subjected to different degrees of soil erosion, as well as their participation in the stability of soil aggregates. 26 morphotypes of AM fungi were identified, and prevailed the genus *Glomus*, *Acaulospora* and *Gigaspora*, and five species undescribed of Mexico. The mayor AM fungal species diversity, richness and abundance was presented in non-eroded agroecosystem and lower rates were observed in highly eroded agroecosystems, where the roots colonization varied between 64.91 and 21.27% respectively. In both cases, similar tendency for viable colonization was observed (10.2 and 0%). The viability of spores was bigger in highly eroded agroecosystems (54.66%) and colonization was not presented in non-eroded areas. The biggest quantity of viable mycelium was in non-eroded agroecosystems (88.5 and 153.22 mmmycelium/g of soil), compare with highly eroded agroecosystems (12.21, 10.51 and 9.2 mm mycelium/g of soil). In relation to HMA mycelium quantity and percentage of water stable aggregates, statistical analysis showed significant differences between agroecosystems for fractions > 2 mm, > 1 mm > 0.05 mm > 0.25 mm but it did not for fractions < 0.25 mm. The non-eroded areas presented a major quantity of mycelium in all fractions and a high percentage of aggregates stability (55%), contrary to highly eroded agroecosystems where the quantity of mycelium was low and the water stable aggregates of 12%. The most probable number of AMF propagules was 1.6 in eroded agroecosystems and 1742.32 in non-eroded sites. Our results suggest that soil erosion affects AMF populations and emerges the necessity to carry out investigations to implement appropriate management techniques to maintain biodiversity and preserve soils for the long-time agroecosystems productivity with less ecological cost.

### *Key words*

Arbuscular mycorrhizal fungi, diversity, soil aggregate, coffee, erosion.

# Influencia de hongos micorrízicos arbusculares, *Bacillus* sp y vermicomposta en el crecimiento y floración de plantas de papayo

---

## Influence of the fungus arbuscular mycorrhizal, *Bacillus* sp and vermicompost on the growth and flowering of papayo plants

**López Moctezuma, Héctor**

Asesores. Dr. Sergio Aguilar Espinosa y Dr. Ronald Ferrera-Cerrato  
Co-asesores: Dr. Javier Farías Larios, Dra. Ma. del Rocío Flores Bello y Dr.  
Alejandro F. Barrientos Priego  
Posgrado: Doctorado en Biotecnología  
Año de titulación: 2003

### *Resumen*

A través de tres experimentos en invernadero, y condiciones de campo, se evaluó el efecto del complejo *Glomus* sp Zac-19 y las bacterias *Bacillus pumilus* (Bp) y *B. macerans* (Bm) en la colonización de raíces, crecimiento, absorción nutrimental, contenido hormonal de AIA y ABA, y floración en plantas de papaya (*Carica papaya* L.) crecidas en sustratos de bajo (4.4 y 11 mg.kg<sup>-1</sup> de P) (BCP) y alto contenido de P (ACP), con la adición de vermicomposta (V) de pulpa de café (30 a 160 mg.kg<sup>-1</sup> de P). En BCP, la colonización micorrízica influyó positivamente en el crecimiento de las plantas hasta los 48 días de edad, superando a las inoculadas con HMA+ Bp y Bp. Con HMA las plantas crecieron 300% más que sin inocular, pero fueron superadas en un 33% por plantas en V. El efecto benéfico de HMA+ Bp se manifestó después de los 77 días, promoviendo un mayor número de flores en las plantas que fue similar a la de las plantas con V, y superó a las plantas con HMA. En ACP a 30 y 40% de V, la colonización micorrízica favoreció el crecimiento de las plantas, superando a las plantas sin inocular. La aplicación del 50% de V tuvo un efecto neutro y en cantidades mayores de 60% no se registró efecto. En campo, las plantas que crecieron en vivero con HMA+ 50%V y en 80 a 100% de V sin inocular desarrollaron mayor número de flores a los 115 días de edad. Los microorganismos favorecieron la absorción de P, Fe y Zn e influyeron en una mayor asimilación de CO<sub>2</sub> y contenido de AIA en las plantas de papayo en vivero.



### *Palabras clave*

HMA, *Bacillus pumilus*, *Bacillus macerans*, *Glomus*, asimilación de CO<sub>2</sub>, *Carica papaya* L., vermicomposta, hormonas, AIA, ABA, colonización micorrízica.

### *Abstract*

Several trials were done under greenhouse and field conditions for evaluate the effect of *Glomus* sp Zac-19 strain (AMF) and *Bacillus pumilus* (Bp) and *B. macerans* (Bm) bacteria on roots colonization, growth, nutrient absorption, AIA and ABA content, and flowering of papaya plants, (*Carica papaya* L.). Plants were grown in substrate of low content (4.4 and 11 mg.kg<sup>-1</sup>) (LCP) and high content of P (30 to 160 mg.kg<sup>-1</sup>) (HCP) by addition of vermicompost (V) of coffee pulp. On LCP, arbuscular mycorrhizal colonization (AMC) influenced positively plant growth until 48 days old, it is got over to the inoculated plants with AMF + Bp and Bp. Plants with AMF shown 300% more growth that non-inoculated plants, however, they were overcome on a 33% by plants grown on V. Beneficial effect of AMF + Bp was manifested 77 days later showing a higher number of flowers in plants which were similar to the plants with V, and overcome to the plants with AMF. In HCP with 30% and 40% of V, AMC favored the plants growing, overcoming to the non-inoculated plants. In treatments with 50% of V and 50% V+ AMF had similar effects, and in treatment with 60% of V and higher there was not effect when AMF was added. On the other hand, under field conditions, plants grown in nursery with MAF + 50% of V and from 80% to 100% of V and no-inoculated, had a higher number of flowers after 115 days old. The absorption of P, Fe, and Zn, were favored by the microorganisms presence, moreover, a higher assimilation of CO<sub>2</sub>, and content of AIA in the papaya plants at nursery.

### *Key words*

MAF, *Bacillus pumilus*, *Bacillus macerans*, *Glomus*, CO<sub>2</sub> assimilation, *Carica papaya* L., earthworm castings, hormones, AIA, ABA, arbuscular mycorrhizal.

# Inducción de embriogénesis somática de tejido nucelar de tres variedades de mango (*Mangifera indica* L.)

---

## Induction of somatic embriogenesis de nucleus tissue of three varieties of mango (*Mangifera indica* L.)

**Manzanilla Ramírez, Miguel Ángel**

Asesores: M. C. Salvador Guzmán González y M. C. M. Manuel Robles González  
Posgrado: Maestría en Biotecnología  
Año de titulación: 2004

### *Resumen*

Las variedades comerciales de mango Ataulfo, Haden y Tommy Atkins, son afectadas por la antracnosis y la pudrición interna del fruto, que hasta hoy no han sido resueltas a través de métodos de mejoramiento convencionales. La manipulación genética de este grupo de plantas es una alternativa para tratar de resolver los problemas mencionados. Sin embargo, para ello se requiere un sistema eficiente de regeneración de plantas vía embriogénesis somática, el cual no ha sido establecido para dos de las variedades del objeto de estudio. Por ello, se planteó el objetivo de evaluar la respuesta al proceso de embriogénesis somática de las variedades Ataulfo, Haden, y Tommy Atkins. Para esto, nucelas de semillas inmaduras fueron cultivadas en medio nutritivo conteniendo sales mayores de B5, sales menores y complementos orgánicos de MS, complementado con 400 mg/L de glutamina, 4.5 mM de 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético), 60 g/L de sacarosa y 8 g/L de agar. El potencial embriogénico de la variedad Ataulfo resultó ser intermedio (12.38 %), mientras que el potencial de Haden (2.86 %) fue bajo. El estado de desarrollo óptimo de las nucelas para la inducción de embriogénesis somática resultó la relación embrión/óvulo de 1/3. Las variedades Ataulfo y Tommy Atkins formaron masas proembriogénicas mientras que la variedad Haden, sólo desarrollo embriogénesis secundaria. El agua de coco y el carbón activado no tuvieron efecto en la maduración de embriones somáticos de las variedades estudiadas. Se logró la germinación completa de embriones somáticos de la variedad Ataulfo, los cuales posteriormente se transfirieron a suelo.

### *Palabras clave*

Mango, embriogénesis somática, variedades.

### *Abstract*

The commercial varieties of mango, such as Ataulfo, Haden and Tommy Atkins are affected by the anthracnose and internal breakdown of the fruit mango and have not been solved yet by conventional breeding methods. The genetic manipulation of this group of plants is an alternative to solve the mentioned problems. Nevertheless, before an efficient system of regeneration of plants via somatic embryogenesis is required, which has not established yet for Ataulfo and Haden. For that reason the objective was to evaluate the response to the process of somatic embryogenesis of the mango varieties Ataulfo, Haden, and Tommy Atkins. Thus, nucellus of immature seeds was cultivated in a culture medium containing major salts of B5, minor salts and organic complements of MS supplemented with 400 mg/L of glutamine, 4.5 mM of 2,4- D, 60 g/L of sucrose and 8 g/L of agar. The embryogenic potential of the variety Ataulfo (12.38 %) was moderately embryogenic while the potential of Haden (2.86 %) was low and being difficult to regenerate. The optimum state of development for explanting the nucellus for the induction of somatic embryogenesis was the relationship embryo/ovule of 1/3. The varieties Ataulfo and Tommy Atkins development proembryogenic masses while the variety Haden only development secondary embryogenesis. The coconut water and the activated charcoal didn't have effect on the maturation of somatic embryos of the studied varieties. Only was the complete germination of somatic embryos of the variety Ataulfo achieved. Well-developed plantlets regenerated from somatic embryos have been successfully established on soil.

### *Key words*

Mango, somatic embryogenesis, varieties.

# Evaluación de la asociación *Gliricidia sepium-Cenchrus ciliaris* bajo un sistema silvo-pastoril en el trópico seco

---

## The evaluation of the association between *Gliricidia sepium-Cenchrus ciliaris* under a silvopastoral system in the dry tropics

Valle Cerdán, José Luis

Asesor principal: Dr. José Manuel Palma García

Co-asesor: Dra. Leonor Sanginés García

Posgrado: Doctorado en Ciencias Pecuarias

Año de titulación: 2004

### Resumen

Se evaluó la asociación *Gliricidia sepium* (Gs)-*Cenchrus ciliaris* (Cc), mediante cinco experimentos que consideraron la producción de biomasa, valor nutritivo y la conducta ingestiva. En el experimento uno se cuantificó: rendimiento de forraje, valor nutritivo (VN), digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de tres tratamientos: T1= Cc; T2 = T1 + 5,000 plantas/ha de Gs y T3 = T1 + 14,285 plantas/ha de Gs. Las variables altura (A) en cm, rendimiento en materia fresca (RMF), rendimiento en materia seca (RMS) y materia seca acumulada (MSA) t/ha y las variables de degradación fueron fracción soluble "a", fracción potencialmente degradable "b", porcentaje de degradación (a+b) y tasa de degradación "c". En el segundo experimento se estudió el efecto asociativo con 25%, 50% y 75% de *Gliricidia* sobre la DIVMS del pasto buffel. En el tercer experimento, se realizó un monitoreo durante 14 meses de la producción de biomasa de la asociación Cc-Gs, midiendo las mismas variables agronómicas del primer ensayo. En el experimento cuatro, se estimó la conducta de ingestión de ovinos pelibuey pastoreando praderas de Cc y Gs en asociación; las variables fueron: frecuencia en consumo de suplemento (FCS), frecuencia en consumo de pasto (FCP), frecuencia en consumo de *Gliricidia* (FCG), frecuencia de otras actividades (FOA). El quinto experimento se realizó para conocer la digestibilidad *in situ* de la materia seca de Cc con diferente edad de madurez (30, 60 y 90) y distintos niveles de inclusión de Gs (0, 10, 20 y 30%). Las variables fueron: proteína cruda (PC), fracciones de fibra (FF) y las variables de degradación descritas en el ensayo uno, las fracciones "a", "b", (a+b) y "c". En el primer experimento, los resultados fueron un mayor rendimiento de forraje en T3, sin variación del contenido de PC, aunque en el T1, la FF y celulosa fue

menor y la DIVMS mayor; sin diferir del T3; asimismo, no se modificaron las variables de la degradación por efecto de tratamiento en el caso del pasto con similar efecto en la arbórea. En el experimento dos, los resultados sugieren que Cc presentó la digestibilidad más baja ( $P < 0.05$ ); sin embargo, cuando se incorporó 25%, 50% y 75% de Gs, se observó un incremento de 7, 11 y 18 puntos porcentuales en la digestibilidad. En el experimento tres, se observó que al comparar la (A) entre especies, en forma inicial Cc superó a Gs ( $P < 0.05$ ); aunque tal efecto fue inverso al pasar el tiempo, presentando mayor altura el tratamiento con mayor densidad de siembra. La (S) de la arbórea fue baja, con 30 y 50% para T2 y T3, respectivamente. El RMF fue mayor en T3 ( $P < 0.05$ ) con respecto del T1 en todas las cosechas, con excepción de la tercera. El rendimiento de MS sólo fue superior en T3 en la primera y segunda cosecha; sin embargo, se obtuvo 34% más de MSA que el T1 y T2. En el experimento cuatro, los ovinos tuvieron una mayor preferencia por el consumo de Cc, comparado con el de Gs. En el experimento cinco, los resultados indicaron un mayor contenido de PC y FF en Cc de menor madurez. En las variables de degradación no hubo efecto de edad del pasto ni del nivel de inclusión de Gs; aunque la interacción entre ellos mostró una menor fracción "b" y mayor (a+b) en el pasto de 30 días con un nivel de 20% y 30%; contrariamente a lo anterior, el pasto de 90 días con 30% de la arbórea se mejoró hasta en 12 puntos porcentuales con respecto al de 0% de inclusión. La asociación en alta densidad de Cc-Gs en este estudio mejoró la producción de biomasa por superficie, modificaron el tiempo dedicado a consumir el forraje y afectó de manera favorable la digestibilidad del forraje, en particular, cuando la madurez del mismo se incrementó.

### *Palabras clave*

Leguminosa, árbol, mezcla, pasto.

### *Abstract*

The association between *Gliricidia sepium* (Gs)-*Cenchrus ciliaris* (Cc), was evaluated taking into consideration the production of biomass, nutritional value and intake behaviour: in five experiments. The variables calculated in the first were forrage yield, nutritional value (VN), digestibility *in vitro* (DIVMS) and digestibility *in situ* of the dry matter (DISMS) of three treatments: T1= Cc; T2 = T1 + 5,000 plants/ha of Gs and T3 = T1 + 14,285 plants/ha of Gs. The variables of height (A) in cm, yield of fresh material (RMF), yield of dry matter (RMS) and accumulated dry matter (MSA) t/ha and the variables showing degrading were soluble fraction "a", potentially degradable fraction "b", percentage of degradation (a+b) and rate of degrading "c". The effect of the association with 25%, 50% and 75% of *Gliricidia* with

the DIVMS of the grass Buffel was studied in the second experiment. In the third, a monitoring was done for 14 months of the production of biomass in the association Cc-Gs, by using the same variables as in the first. Estimations were done in the fourth experiment of the preference of intake for Pelibuey sheep pasturing on Cc y Gs in association. The variables were the frequency: that the supplement was consumed (FCS), in consuming grass (FCP), consuming Gliricidia (FCG), and of other activities (FOA). The fifth experiment was done to understand digestibility *in situ* of dry matter of Cc with different ages of maturity (30, 60 and 90) and distinct levels of Gs (0, 10, 20 y 30%). The variables were crude protein (PC), fibre fractions (FF) and the variables of degradation described in the first test, the fractions "a", "b", (a+b) and "c". In the first experiment, the results showed a better forage yield in T3, no variation in the content of PC, even though in T1, the FF, lignine and cellulose were less and the DIVMS greater; without being different to T3; in the same token the variables of degradation were not modified due to the effects of treatment in the case of grass with similar effects on the tree. In experiment two, the results suggest that Cc showed a lower digestibility ( $P < 0.05$ ); however, when 25%, 50% and 75% of Gs was incorporated, an increase of 7, 11 and 18 percentage points was shown in the digestibility. While comparing the (A) between species in experiment three, it was observed, in the initial form that Cc showed better results than Gs ( $P < 0.05$ ); even though those effects reversed after a time, showing better height for those treatments with a higher density of planting. The (S) of the tree was low, in 30 and 50% for T2 and T3, respectively. RMF was higher in T3 ( $P < 0.05$ ) with respect to T1 in all of the crops, with exception of the third. The MS yield was superior only in T3 in the first and second cropping; however, 34% more of MSA was obtained than in T1 and T2. In the fourth experiment, the sheep showed more preference in consuming Cc compared to that of Gs. In experiment five the results indicate a better content of PC and FF in Cc of the highest maturity. No effect of age of the grass was shown in the variables of degradation or level of incorporation of Gs; even though the interaction between them showed a lower fraction "b" and higher (a+b) in the grass of 30 days with a level of 20% and 30%. Contrary to this, the grass of 90 days with 30% of tree leaf, showed an improvement up to 12 percentage points with respect to 0% inclusion. The high density association of Cc-Gs in this study improved the production of biomass per area, modified the time dedicated to the consuming of forages and favorably affected forage digestibility particularly in more advanced maturity.

### *Key words*

Legum, tree, mixture, grass.

# Eficiencia de morfoespecies de hongos formadores de micorriza arbuscular aislados en la rizosfera de *Jacaratia mexicana* A. DC. para promover la absorción de fósforo

---

Efficiency of the morphospecies of fungus arbuscular mycorrhizal isolated in the rhizosphere of *Jacaratia mexicana* A.D.C. to promote the absorption of phosphorus

**Zulueta Rodríguez, Ramón**

Aseores: Dr. Sergio Aguilar Espinosa y Dra. Lucía Varela Fragoso  
Coasesores: Dra. Ma. del Rocío Flores Bello y Dr. Javier Farías Larios  
Posgrado: Doctorado en Biotecnología  
Año de titulación: 2003

## *Resumen*

La indiscriminada deforestación de las selvas tropicales sugieren la imperiosa necesidad de reconocer detenidamente cuales son los hongos formadores de micorrizas arbuscular (HMA) que, hasta hoy en día, han coevolucionado y colonizado biotróficamente la raíz de cada componente vegetal, sobre todo, si el hospedero en cuestión se encuentra al borde de la extinción, tal y como sucede con *Jacaratia mexicana* A. DC. Este estudio fue conducido para: 1) Determinar si dicha especie era micotrófica, 2) Propagar a los HMA presentes en el rizoplaneo, endorizosfera y ectorizosfera de este espécimen arbóreo en tres fragmentos de Selva Baja Caducifolia provenientes de Veracruz, Campeche y Yucatán (México), 3) Aislar e identificar a las morfoespecies de HMA de cada uno de los suelos rizosféricos recolectados, y 4) Evaluar la eficiencia de la morfoespecie de HMA más abundante y común de los tres sitios de muestreo, utilizando a *Carica papaya* y *J. mexicana* como planta huésped. Tras comprobar que *J. mexicana* no era intrínsecamente inmune a la presencia del endófito, la toma de muestras en cada paraje se realizó en noviembre de 1999, y el incremento de la población de hongos MA fue factible mediante el establecimiento de cultivos-trampa. Se determinó la identidad taxonómica de las morfoespecies y promovió su adecuada propagación individual. Acto seguido, y previo a la experimentación final, un bioensayo reveló que 50 esporas desinfectadas en su superficie eran suficientes para valorar su eficiencia. Dicha aptitud se cuantificó sistemáticamente mediando las variables siguientes: crecimiento en altura, diámetro, número de hojas, producción de biomasa aérea y

radical seca, área foliar, tasa de asimilación neta de CO<sub>2</sub> transpiración de las hojas y porcentaje de colonización micorrízica. El comportamiento registrado entre los simbiosiontes mostró presencia de hifas y arbusculos en ambos hospederos (*C. papaya* y *J. mexicana*) 15 días después de la inoculación (ddi), así como diferencia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) para número de hojas, área foliar biomasa aérea seca (ddi) para el primero; mientras que para el segundo, ésta fue evidente en la evaporación y conductancia estomal a 75 ddi justo antes de su manifiesta defoliación (120 ddi). Los resultados obtenidos indican que las distancias morfoespecies de hongos MA evaluadas no difieren en su eficiencia.

### *Palabras clave*

México, Selva Baja Caducifolia, hongos formadores de micorriza arbuscular, eficiencia, *Jacaratia mexicana*, *Carica papaya*.

### *Abstract*

Global defoliation has several extremely important consequences, which are all ecological and environmentally interrelation. However, the indiscriminate removal of Mexican dry tropical forests suggests the imperious necessity to recognize the arbuscular mycorrhizal (AM) fungi forming mutualistic symbioses with the root systems of plant specie as in the case of *Jacaratia mexicana* A. DC. This study was carried out to: 1) Determine if this is a micotrophic specie, 2) Propagate the AM fungal spores obtained from the rhizoplan, endorhizosphere and ectorhizosphere en three dry deciduous forest patches of Veracruz, Campeche and Yucatan, Mexico, 3) Isolate and identify the AM morphospecie inthe rhizospheric zone of soil collected, and 4) Evaluate the effectiveness of the dominant and common morphotype in the three sampling places using *Carica papaya* and *J. mexicana* as host plants. After checking that *J. mexicana* was not intrinsically immune to the endophyte presence, the rhizosphere sampling was carried out in each place in november 1999, and tranferied to pot-cultures to obtain adequate rates of fungi population growth in culture. The taxonomic identity was determined and the individual morphospecies propagation was stared to assess fungal development. Later, and previous to the final experimentation, a preliminary bioassay revealed that 50 spores desinfectad in its evaluate its effectiveness. This aptitude was quantified, measuring the following variables systematically: Growth, number of leaves, shoot and root dry biomass, foliar area, net CO<sub>2</sub> assimilation rate, transpiration and percentage colonization in split-root system. The simbiotic behavior registered, showed hyphae and arbuscules in both hosts (*C. papays* and *J. mexicana*) 15 days after the inoculation (dai), as well as statistical diferenced using the Tukey test ( $P < 0.05$ ) for number of leaves, foliar area and shoor dry biomass (30 dai) for the first one, while



for the second it was evident 75 dai in the evaporation and stomatal conductance, just before defoliation started (120 ddi). Our result provide information that indicates that the different VAM morphospecies evaluated don´t differ in their efficiency.

*Key words*

Mexico, dry deciduous forest, arbuscular mycorrhizal fungi, effectiveness, *Jacarta mexicana*, *Carica papaya*.

# Instrucciones para los autores

---

**L**os 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 trófico 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 considera-

---

das 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@cgic.ucol.mx](mailto:revaia@cgic.ucol.mx), así como diskette de 3 ½ pulgadas al domicilio de AIA; en ambos casos observando las siguientes características: en procesador de palabras *Word*, con tipografía Times New Roman 12 puntos, a doble espacio. 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 manualmente). Igualmente adjuntarán tanto vía electrónica como en diskette, 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 200 palabras)
- *Abstract* (en inglés)



- Palabras clave (no incluidas en el título)
- Introducción (concisa, planteando los objetivos)
- Material 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, .jpg

En el caso de las fotografías, deberán estar insertadas con claridad. Evitar las fotografías digitales. En caso de ser digitalizadas, las fotografías deben tener una resolución mínima de 300 ppp y en formato .tif.

Los cuadros o gráficas deben trabajarse en *Excel* y enviarse también por separado, además de las insertadas en el texto, e igualmente numeradas.

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 pleoctostachyus utilizando dos niveles de carga y de suplementación*. Avances de Investigación 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 plectos-*

*tachyus*) 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. 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.

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
g	Microgramo (s)
l	Microlitro (s)
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).



## Indicaciones 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.







A I A

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

<http://comerci.ucol.mx>      01 800 347 84 84

**Revista de  
investigación y  
difusión científica  
agropecuaria**

**Nombre del suscriptor(a):** \_\_\_\_\_  
**Teléfono(s):** \_\_\_\_\_  
 (incluya clave de larga distancia)

**Domicilio de entrega de la revista:**  
**Calle y número:** \_\_\_\_\_

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

Correo electrónico: \_\_\_\_\_      Estado: \_\_\_\_\_

**Suscripción anual:**              
 (Incluye gastos de envío: correo)      \$ 300.00      \$ 60.00 USD      País: \_\_\_\_\_

   México      Otros países      Código Postal: \_\_\_\_\_

**a) Depósito en Banco SANTANDER - SERFIN**

Transmita por fax copia del depósito bancario a la cuenta de Banco Santander Serfin:

**No. 65-50079845-0** (en pesos) y/o **85-50017203-2** (en dólares),  
a nombre de **Comercializadora de la Universidad de Colima, S.C.**,

al teléfono: **01 (312) 313 84 84** o bien, envíelo por correo a:  
Alfonso Sierra Partida No. 314,  
Col. Jardines Vista Hermosa, Colima, Col., México, CP 28016

**b) Representación U. de C. - Cd. de México**

Dirigirse a:  
Durango 353 local A, Col. Roma  
México, D.F. CP 06700  
Teléfono: **01 (55) 52 11 82 11**  
(Se aceptan tarjetas de crédito VISA y MASTERCARD)

**c) Cheque, Giro Postal o Telegráfico**

Envíelo por correo a:  
**Comercializadora de la Universidad de Colima, S.C.**,  
Alfonso Sierra Partida No. 314, Col. Jardines Vista Hermosa,  
Colima, Col., México, CP 28016