

- The increase of desert area and draught in the world
Ruiz, T. y Febles, G. / 3
- Egg quality of two prawn species (Palemonidae) of the genus
Macrobrachium (*M. rosenbergii*, De Man 1879, and *M. tenellum*,
 Smith, 1871) varying the brood stock diet: morphometric indexes
García-Ulloa, M.; Rodríguez, H. y Ogura, T. 17
- Freezing of ram semen in pellets with Tris-glucose-yolk
 and lactose-yolk extenders
*Brito, F. I.; Valencia, M. J.; Baicazar, S. A.;
 Angulo, M. R. y Mejía, V. O. 28*
- Effect of two systems of mount simulation during A. I. of sows
 (*Sus scrofa domestica*) in some reproductive parameters
Castañeda, J. y Orihuea, A. 38
- Effect in swine reproduction and economics from the
 use of three different artificial insemination pipettes
Castañeda, J. y Orihuea, A. 45
- Forage species utility in silvopastoral system in
 the valley central of Chiapas
*Pinto, R.; Gómez, H.; Martínez, B.; Hernández, A.;
 Medina, F.; Ortega, L. y Ramírez, L. 53*
- Prevalence and incidence of *Babesia bovis*
 and *Babesia bigemina* in a cattle herd in Axochiapan, Morelos
*Rojas, E.; Domínguez, P.; García, M.; Cruz-Vázquez, C.;
 Figueroa, J. y Ramos, J. 68*
- Biomass and quality of forage for association with *Cenchrus ciliaris* and
Gliricidia sepium in establishment
Valle, J. L.; Palma, J. M. y Sangines, G. L. / 78

Carta del editor

En este número 2, volumen 8, de la segunda época de la revista *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA), me permito reproducir, dada su trascendencia, las palabras pronunciadas por el Dr. José Zorrilla Ríos, Investigador del CIPEJ (Centro de Investigaciones Pecuarías del Estado de Jalisco), quien fue uno de los invitados especiales para la presentación formal del primer número de AIA, el 22 de marzo de 2004 en la ciudad de Colima, México.

José Manuel Palma García

Editor en Jefe, Revista AIA

Me congratula el saber del inicio de esta segunda época de la revista Avances en Investigación Agropecuaria; una segunda época dirigida a construir un puente entre la continuidad de aquellos que creyeron en este proyecto y los que hoy y mañana apostarán por él, enterrando debajo del puente los 'momentos de contradicción' y motivos que ocasionaron su temporal interrupción.

La ausencia de tan relevante pieza dentro de un complejo rompecabezas que resulta ser un posgrado era muy evidente. Los nuevos investigadores formados en el seno de este posgrado recuperan así, un apoyo fundamental en su ardua tarea de exponerse ante la comunidad científica regional, espacio y apoyo que tan cerrado y difícil es conseguir entre los medios de publicación científica disponibles a la fecha en México. El acotamiento de estos espacios por los 'gurús' tradicionales de la ciencia en el país ha sido históricamente asfixiante, condición que demanda opciones frescas y con visión renovadora a disposición de los nuevos investigadores.

Ésta es la gran oportunidad que tiene frente a sí el grupo responsable de la revista Avances en Investigación Agropecuaria: ofertar plataformas de expresión a las nuevas teorías, enfoques, ideas que, en gran medida, reten a la verdad de las generaciones pasadas, y generen a su vez, una nueva verdad bajo la luz de recientes descubrimientos. Hago votos porque así sea.

Enhorabuena por el advenimiento de esta revista y permítanme expresar mi modesto y a la vez amplio reconocimiento a la Universidad de Colima, que a través del indomable esfuerzo y dedicación de su personal, han logrado dar inicio a esta segunda etapa de Avances en Investigación Agropecuaria.

Por todo lo anterior, los invito a no dudar de la necesidad de espacios frescos, innovadores, futuristas, que permitan la libre y total expresión de diferentes conceptos, metodologías, interpretaciones e incluso especulaciones sobre respuestas socio-bio-econo-ambientales, en aras de fomentar la verdad actualizada como producto del cuestionamiento sano, sustentado y positivo de las ideas que, sin revisión en el tiempo, tienden con extremada facilidad a convertirse en dogmas.

La verdad no es propiedad de nadie; la verdad es relativa en gran medida. El conocimiento, históricamente, ha avanzado gracias al cuestionamiento de unos cuantos ante la aceptación generalizada de los muchos sabios.

Mil gracias por esta invitación, por hacerme partícipe de este momento. Saludos para todos y les deseo un gran éxito.

La desertificación y la sequía en el mundo*

The increase of desert area and draught in the world

Ruiz, T. y Febles, G.

Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

Correo electrónico: teruiz@hotmail.com

* Artículo invitado

Resumen

La comunidad internacional a través de las Naciones Unidas como uno de los foros más relevantes, ha reconocido desde hace tiempo que la desertificación constituye un problema mayor de carácter económico, social y ambiental que concierne a numerosos países de todas las regiones del mundo. El presente material aborda un tema de extraordinaria importancia dentro del contexto de desarrollo del mundo actual. En el mismo, se definen una serie de términos de utilidad acerca de la problemática. Igualmente se discute acerca de las causas y efectos de la desertificación a nivel mundial, incluyendo la pobreza, los ambientes naturales, la situación de los suelos, los bosques, así como el agua, su saneamiento y el comportamiento climático. Se hace énfasis en la implantación de los Planes de Acción Nacional como vía idónea de trabajo para el mejoramiento de esta situación. Finalmente se hace un estudio de caso empleando a México como base de análisis.

Palabras clave

Desertificación, sequía, plan de acción.

Abstract

For a long time, the International Community through the United Nations as one of the more important Platforms for discussion has recognised the concern by various countries in all regions of the world for the increase in desert area which poses an economic, social and environmental problem. The present material is recent and is extremely relevant in modern global development. There is also defined a series of terms useful to the problem as well as discussions of causes and effects of the increase at the world level, including poverty, natural environment, soils, forests, cleaning up of aquatic areas and climatic behaviour. Emphasis is placed on implementing Plans for National Action using suitable activities to better the situation. Finally a study is done using Mexico as the bases of the analysis.

Key words

Desert area, draught, plan of action.

Introducción

Comenzaremos planteando que uno de los objetivos fundamentales de este trabajo es brindar información acerca del tema de la desertificación, los organismos nacionales y mundiales vinculados con la misma, las causas y efectos que la producen y algunos elementos útiles de lucha.

Marco conceptual

La comunidad internacional ha reconocido, desde hace tiempo, que la desertificación constituye un problema mayor de carácter económico, social y ambiental, que concierne a numerosos países en todas las regiones del mundo [COP6, 2003].

El primer esfuerzo internacional de lucha contra la desertificación comenzó al final de la gran sequía y del hambre que asolaron el Sahel en 1968-1974 y causaron la muerte de 200,000 personas y millones de animales. Ahora bien [Anon., 1995], indicó diferentes aspectos sobre la desertificación, los cuales son planteados a continuación:

¿Qué es la desertificación?

¿Están avanzando los desiertos? A pesar de la retórica que a veces se derrama en tiempos de crisis, las arenas no están invadiendo continuamente las tierras circundantes. Puede parecer que los desiertos se expanden cuando las lluvias escasean durante un largo periodo, pero en general, retroceden de nuevo cuando las precipitaciones son abundantes.

¿Entonces ¿todo va bien? No. La degradación de las tierras prosigue y aumenta a un ritmo alarmante, erosionando gravemente la preciosa reserva mundial de tierras productivas. Ese fenómeno, cuando se da en las tierras secas del planeta, crea condiciones parecidas a las de los desiertos y se llama “desertificación”. Este proceso se desarrolla poco a poco, conforme las distintas zonas de suelo degradado se van extendiendo y juntando unas con otras, más que como consecuencia del avance del desierto.

¿Se trata de la acción de fuerzas naturales a las relaciones o es cosa del tiempo? No. La sequía es parte de las causas de la desertificación y, desde luego, no mejora las cosas. Pero esencialmente se trata de un problema creado por el hombre, que aparece cuando se someten las tierras a presiones excesivas.

¿Es un problema que afecta sólo a los pobres de los países en desarrollo? No. Mil millones de personas, de las más pobres y más marginadas del mundo (que viven en las zonas más vulnerables), son tal vez, las que sufren los efectos más graves de la desertificación. Pero ésta se cobra también otras víctimas. Unos 18 países desarrollados sufren los efectos de la desertificación. Y, en conjunto, los países desarrollados (y las

regiones más prósperas de los países en desarrollo) ya están afectados indirectamente, porque la gente emigra cuando se ve en la imposibilidad de vivir del producto de sus tierras degradadas. La desertificación nos muestra de la manera más gráfica cómo la pobreza en cualquier parte del mundo, pone en peligro la prosperidad y la sostenibilidad en todas partes.

En un material elaborado por las Naciones Unidas vinculado a la Convención de Lucha contra la Desertificación se plantean los siguientes elementos conceptuales:

La desertificación es el proceso de degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Es un proceso gradual de pérdidas de productividad del suelo y de reducción de cubierta vegetal por el efecto de las actividades humanas y de las variaciones climáticas, tales como sequías prolongadas e inundaciones, con importantes implicaciones sobre la economía, la sociedad y el medio ambiente.

Por “lucha contra la desertificación” se entiende a las actividades que forman parte de un aprovechamiento integrado de la tierra de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas para el desarrollo sostenible y que tiene por objeto:

- La prevención o la reducción de la degradación de las tierras.
- La rehabilitación de tierras parcialmente degradadas.
- La recuperación de las tierras desertificadas.

Por “sequía” se entiende el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos en las tierras.

Por “mitigación de los efectos de la sequía” se entiende a las actividades relativas al pronóstico de la sequía y encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad y de los sistemas naturales a la sequía, en cuanto se relaciona con la lucha contra la desertificación.

Por “tierra” se entiende al sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema.

Por “degradación de las tierras” se entiende a la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como:

- La erosión del suelo causada por el viento o el agua.
- El deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo.
- La pérdida duradera de vegetación natural.

Por “zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas” se entiende a aquellas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0.05 y 0.65, excluidas las regiones polares y subsolares.

Por “zonas afectadas” se entiende a las zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas, afectadas o amenazadas por la desertificación.

Por “países afectados” se entiende a los países cuya superficie incluye, total o parcialmente, zonas afectadas.

Causas y efectos de la desertificación a nivel mundial

Entre las causas humanas de la desertificación se destacan: la aplicación de tecnologías inadecuadas, el sobre pastoreo, deforestación y las prácticas de regadío deficientes. Tal sobreexplotación suele estar causada por la presión económica y social, la ignorancia, las guerras o las sequías.

Puesto que la pobreza obliga a quienes viven de la tierra a sobreexplotar a ésta para obtener alimentos, energía, vivienda y una fuente de ingresos, la desertificación es, al mismo tiempo, causa y efecto de la pobreza. Por consiguiente, toda estrategia efectiva deberá abordar frontalmente a la pobreza. Deberá tener en cuenta las estructuras sociales y la propiedad de la tierra y dedicar una atención adecuada a la educación, a la formación y a las comunicaciones, con el fin de diseñar un planteamiento plenamente integral que constituya la única manera de luchar contra la desertificación.

La desertificación es un problema global que amenaza directamente a más de 250 millones de personas y a una tercera parte de la superficie terrestre o más de cuatro mil millones de hectáreas. Igualmente pelagra la subsistencia de unos mil millones de personas en más de cien países, que dependen de la tierra para la mayoría de sus necesidades y que suelen ser los habitantes más pobres del planeta.

Aunque la desertificación afecta en mayor medida al continente africano, dos terceras partes del cual son desiertos o tierras secas, el problema no se circunscribe a las tierras secas de ese continente. Más de un 30% de las tierras de los Estados Unidos están afectadas por la degradación. La cuarta parte de América Latina y el Caribe son desiertos y tierras secas. En España, la quinta parte de las tierras corre el peligro de desertificarse. En China, desde los años 50 las tormentas de arena y el crecimiento de los desiertos han arrasado cerca de 700,000 hectáreas de tierras cultivadas; 2.35 millones de hectáreas de pastizales; 6.4 millones de hectáreas de bosques, extensiones boscosas y tierras de arbustos. En el mundo entero, aproximadamente el 70% de los 5,200 millones de hectáreas de tierras secas que se utilizan en agricultura está degradada y amenazada por la desertificación.

La desertificación se encuentra en el centro de problemas políticos, socioeconómicos y amenaza el equilibrio medioambiental en las regiones afectadas. La pérdida de la



productividad de la tierra aumenta la pobreza en las tierras secas, forzando a sus agricultores a buscar una forma de vida en tierras más fértiles o en las ciudades. De hecho, 135 millones de personas (el equivalente a la población de Alemania y Francia juntas) podrían verse obligados a desplazarse por efecto de la desertificación. En los próximos 20 años, se espera que unos 60 millones de personas abandonen las áreas desertificadas del África subsahariana en dirección al norte de ese continente y a Europa. Cada año, entre 700,000 y 900,000 mexicanos abandonan sus hogares y sus campos secos para buscar un medio de vida como inmigrantes en los Estados Unidos.

La desertificación tiene también consecuencias graves. Favorece las crecidas en las áreas terrestres, saliniza el suelo, deteriora la calidad del agua, y ocasiona la deposición de lodo en ríos y embalses. Las prácticas de regadía no sostenibles pueden secar ríos que alimentan grandes lagos; el Mar de Aral y el Lago Chad han visto reducirse considerablemente sus orillas por esa causa. La degradación de las tierras es también una fuente de polución terrestre para los océanos, por efecto del arrastre de sedimentos y aguas contaminadas hacia los grandes ríos.

Como se puede apreciar, el alcance de esta situación es amplia, profunda y muy problemática e interactiva. De aquí que brindaremos información puntual y muy reciente con relación a la pobreza, la situación de los ambientes naturales, los suelos, los bosques, agua y saneamiento y el clima.

1. Pobreza

- 1,200 millones de personas viven con menos de 1 USD por día y cerca de la mitad de la población mundial vive con menos de 2 USD por día. Estos millones de seres humanos están condenados a vivir con hambre, enfermedades, analfabetismo, desempleo, así como también sin acceso al agua potable y saneamiento ambiental, sin una alimentación adecuada, sin educación, salud y energía.

Fuente: "Facts Sheets" Johannesburg Summit 2002. United Nations, Department of Public Information. DPI/2252-20Q2.

2. Situación de los ambientes naturales

- La desertificación afecta casi un cuarto del total del área de tierras del mundo y en casi el 70% de las tierras secas del mundo, continuará este proceso.
- En la década pasada, el planeta perdió un total neto de cerca de 94 millones de hectáreas de bosques. La tasa de deforestación es más alta en los países en desarrollo localizados en la zona tropical, donde el 4% de las regiones forestales se perdió en los últimos diez años.

- La actividad humana ha degradado más de la mitad de los ecosistemas costeros mundiales. Para Europa, la cifra es de 80% y para Asia, de 70%.
- Más de 11,000 especies están listadas como amenazadas y más de 800 especies ya están extinguidas, fundamentalmente debido a la degradación de sus hábitat. Otras 5,000 especies están potencialmente amenazadas.

Fuente: "Facts Sheets" Johannesburg Summit 2002. United Nations. Department of Public Information. DPI/2252-2002.

- Cerca del 50% de los humedales del mundo desapareció en el transcurso del último siglo. Se espera que el gasto de agua aumente en un 50% en los próximos 30 años y ya ahora, la contaminación y el cambio climático están amenazando los suministros de agua, en particular en África, el Medio Oriente y Asia Meridional. Es probable que antes del 2025, tres cuartas partes de la población del mundo vivan dentro de la franja costera de 100 kilómetros, imponiendo fuertes presiones a los ecosistemas marinos.
- Desde los años cincuenta se han degradado aproximadamente el 23% de todas las tierras cultivables, pastizales, bosques y montes, y los bosques tropicales están desapareciendo a una tasa del 5% cada diez años.

Fuente: "Informe sobre el Desarrollo Mundial 2003" del Banco Mundial.

- Alrededor del 75% de la diversidad genética de plantas cultivables se ha perdido en el último siglo.
- Del total de 1,200 millones de personas que viven en extrema pobreza, aproximadamente 900 millones viven en áreas rurales. Ellos dependen altamente de la diversidad biológica y su vida está seriamente afectada por la pérdida de la diversidad biológica, contaminación de las aguas y la degradación de suelos.
- Cerca del 70% del agua fresca que se emplea en el mundo, es utilizada en la agricultura.
- De los 260 millones de hectáreas de tierras irrigadas del planeta, 80 millones están afectadas por salinización, lo que causa severas reducciones de la fertilidad del suelo.

Fuente: "Un marco para la acción sobre diversidad biológica y el manejo de ecosistemas" y "Un marco para la acción sobre la agricultura", The WEHAB Working Group, August, 2002.

3. Suelos. Situación mundial

Alcance y causas de la degradación de tierras.

Causa	Alcance de la degradación
Deforestación: se han degradado vastas reservas de bosques a causa de la tala y el desmonte a gran escala para uso agrícola y urbano. Se destruyeron más de 220 millones de hectáreas de bosques tropicales entre 1975 y 1990, principalmente para la producción de alimento.	580 millones de ha
Pastoreo excesivo: se ha perjudicado cerca del 20% de las pasturas y pastizales del planeta. Las pérdidas recientes han sido más graves en África y Asia.	680 millones de ha
Consumo de leña: se obtienen alrededor de 1,730 millones de m ³ de leña de bosques y plantaciones por año. La leña representa la principal fuente de energía en muchas regiones en desarrollo.	137 millones de ha
Gestión agrícola deficiente: la erosión hídrica causa pérdidas de suelo que se calculan en 25,000 millones de toneladas por año. La salinización y sobre-saturación del suelo afectan a cerca de 40 millones de hectáreas en el mundo.	550 millones de ha

Fuente: FAO, 1996.

- Alrededor de 2,000 millones de ha de suelo, equivalentes al 15% de la superficie de tierra del planeta (una superficie más extensa que Estados Unidos y México juntos), se han degradado por causa de las actividades humanas. Los principales tipos de degradación del suelo son la erosión hídrica (56%), la erosión eólica (28%), la degradación química (12%) y la degradación física (4%).
- Entre las causas de la degradación del suelo se cuentan el pastoreo excesivo (35%), la deforestación (30%), las actividades agrícolas (27%), la sobreexplotación de la vegetación (7%) y las actividades industriales (1%).
- Los bosques contienen algo más de la mitad del Carbono almacenado en la vegetación terrestre y en la materia orgánica del suelo. Influyen en los cambios climáticos y sufren su influencia; a la vez, cumplen una función importante en el ciclo global del Carbono y su buena gestión o destrucción. Pueden afectar de manera significativa el curso del calentamiento global de la tierra en el siglo XXI.
- Durante los años 1980-1990, se emitieron a la atmósfera entre 1.6-1.7 giga toneladas (10⁹ toneladas) de Carbono por año, a causa de la deforestación.

Fuente: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, GEO3 (PNUMA, 2002).

4. Bosques. Situación mundial

- De acuerdo con estimaciones efectuadas en el decenio de 1990, cada año se deforestó el 0.38% de los bosques mundiales. Se produjo una pérdida anual neta del 0.22%.
- Aproximadamente el 50% de los habitantes del mundo, sobre todo en los países en desarrollo, sufrirán, probablemente, malnutrición y pobreza en los próximos 50 años (a no ser que se desarrollen a tiempo tecnologías para aumentar los niveles actuales de productividad agrícola).
- Se prevé que para el año 2050 la población mundial aumentará unos 3,000 millones de personas, situándose en un total aproximado de 9,000 millones, y que el crecimiento tendrá lugar, sobre todo, en los países en desarrollo, donde el potencial de aumentar la superficie de cultivo es mínimo.
- Entre 1700 y 1980 las tierras forestales del mundo se redujeron en el 19% y la superficie dedicada a la agricultura aumentó en cuatro veces y media.
- Los bosques en buen estado pueden proteger la cantidad y calidad de los suministros de agua y mantener o mejorar la producción agrícola restableciendo la fertilidad del suelo en los sistemas agroforestales.

Fuente: Informe de la Situación mundial de los bosques [FAO, 2003].

5. Agua y Saneamiento. Situación mundial

- A pesar de que el 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, sólo el 2.5% es dulce; el 97.5% restante posee altos contenidos de sales. Alrededor del 70% del agua dulce está congelada en los casquetes polares, acumulada en el suelo y en acuíferos profundos inaccesibles. Menos del 1% del agua dulce es accesible para el uso humano.
- Las áreas con grandes déficit de agua aumentan, particularmente en el Norte de África y en el Este de Asia. El pronóstico para las dos próximas décadas indica que la población mundial necesitará un 17% más de agua para la producción alimentaria de las futuras generaciones en los países en vías de desarrollo, y que el total de los usos del agua se incrementarán en un 40%.

Fuente: United Nations. Johannesburg 2002.



6. *Clima*

El sistema climático de la Tierra ha experimentado cambios tanto en la escala global como regional desde la era preindustrial, y algunos de estos cambios son atribuibles a las actividades humanas.

Temperatura media global

- La temperatura media global en superficie se ha incrementado en alrededor de $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ desde 1861. Se entiende por temperatura media en superficie, el promedio de la temperatura cerca de las superficies terrestre y marina.
- Los registros muestran una gran variabilidad, por ejemplo, el mayor calentamiento ocurrido en el siglo XX se produjo en dos periodos, de 1910 a 1945 y de 1976 al 2000. Es muy probable que la década de los 90 haya sido la década más cálida y 1998 el más cálido desde 1861, de acuerdo a los registros instrumentales.
- En promedio, entre 1950 y 1993, la temperatura mínima del aire sobre la superficie terrestre se incrementó en 0.2°C por década, lo que es el doble de la razón de incremento de la temperatura diurna máxima diaria (0.1°C por década).

Precipitaciones

- Durante el siglo XX en el Hemisferio Norte se han incrementado las precipitaciones en 5-10%; aunque ha decrecido en otras tales como, el norte y oeste de África y parte del Mediterráneo.

Eventos extremos

- Los eventos de precipitaciones intensas se han incrementado en latitudes nórdicas medias y altas.
- Se han incrementado los veranos secos y asociados con la incidencia de sequías en pequeñas áreas.
- En algunas regiones, tales como partes de Asia y África, parece haberse acentuado la frecuencia e intensidad de las sequías en los últimos decenios.

Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur

- Mayor frecuencia de fenómenos asociados con El Niño.
- Durante los últimos 20-30 años en relación con los últimos 100 años, se ha observado una mayor frecuencia, persistencia e intensidad de los fenómenos asociados a El Niño.

Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos 2001).

Medidas nacionales e internacionales para combatir la desertificación

Existen dos estructuras básicas fundamentales: La Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, que es un órgano oficial de las Naciones Unidas. Dentro de esta convención existen los programas de acción nacional. Esta estructura se fundamenta en los principios de participación, capacitación y descentralización. Hasta la fecha, más de 180 países la conforman, lo que hace que ésta tenga un alcance verdaderamente global [UNCCD, 2003].

Los propósitos de los Programas de Acción Nacionales consisten en identificar los factores que contribuyen a la desertificación y las medidas prácticas necesarias para luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía. La Convención indica que los países afectados deberán elaborarlos y aplicarlos con la completa participación de las comunidades locales y de todos los actores interesados y que deberán integrarlos completamente con otros programas de desarrollo.

Dado el hecho de que la desertificación está estrechamente vinculada con el cambio climático mundial y la pérdida de diversidad biológica, se está tratando de encontrar sinergias entre los tres instrumentos de Río —la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCCNU) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNDC)— para potenciar los efectos de las medidas adoptadas. Se subraya así, la necesidad de coordinar actividades para la protección del medio ambiente y la gestión de los recursos naturales, así como el carácter complementario de esos tres instrumentos en todos los niveles.

La Convención ha alcanzado ya su mayoría de edad, y está pasando de la fase de preparación de programas de acción nacional a la de puesta en práctica. Una evaluación de los programas de acción nacional realizada por sus integrantes en los años 2000 y 2001, reveló que el fortalecimiento de las capacidades de los actores clave a nivel local, ha permitido identificar y hacer frente a varios desafíos asociados al desarrollo sostenible.

El planteamiento “desde abajo hacia arriba” de la Convención, ayudó a reforzar las relaciones entre los gobiernos y las comunidades locales, particularmente en los países más extensos. Favoreció, asimismo, la participación descentralizada de las partes involucradas y de los usuarios finales de los recursos naturales en el proceso de desarrollo. Durante la primera reunión del Comité de Examen de la Aplicación de la Convención (CRIC) que tuvo lugar en noviembre de 2002 en Roma, los países participantes identificaron un importante número de soluciones innovadoras. Se espera que el intercambio de información en prácticas óptimas y su réplica a nivel mundial propulse una lucha efectiva contra la desertificación y refuerce la cooperación Sur-Sur y Norte-Sur entre países y regiones.



La financiación de estos programas es variada: incluye la asistencia y prioridad gubernamental propiamente dicha, la participación de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y otras instancias internacionales.

Existen, además, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial de las Naciones Unidas que promueve la movilización de recursos suficientes, oportunos y previsibles con inclusión de recursos nuevos y adicionales.

La materialización de esta estrategia se refleja en hechos concretos. Así, entre las medidas prácticas emprendidas para prevenir y restaurar la tierra degradada cabe destacar: la aplicación de medidas antierosivas de los suelos; la alerta temprana de la sequía; la gestión sostenible del agua, pastos, bosques y ganado; la aplicación de medidas de agro-forestería; la concepción del manejo integrado de ecosistemas; la reforestación y repoblación forestal; el empleo de especies y variedades de plantas resistentes a las condiciones de estrés, entre otras.

La experiencia de México

México fue el primer país que firmó su adhesión a la Convención Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en octubre de 1994 y lo ratificó en abril de 1995. Elaboró su Plan de Acción Nacional en 1994 y, en el mismo, aparece un exhaustivo análisis del país en materia de desertificación y sequía y su programa de acción [COP6, 2003].

La República Mexicana cuenta con una superficie de 1'958,201 km². El país se divide en 31 Estados y un Distrito Federal. Alrededor del 52.5% de la superficie total es árida y semiárida. No obstante las limitaciones climáticas que presentan éstas, las áreas agrícolas más importantes están localizadas precisamente en estas regiones, donde se efectúa una parte considerable de la agricultura de riego y también se localizan extensas superficies de maíz y frijol de temporal [Anon., 1993].

En la agricultura, los problemas se agudizan en muchas áreas de riego, la extracción es superior a la infiltración, provocando la salinización de superficies considerables. El 70% de los suelos de México presentan menos del 1% de materia orgánica, las condiciones de salinidad y sodicidad existen en 3% de la superficie y el suelo que posee menos del 50% de saturación de bases se ubica en un 20% del área. El uso inadecuado de la tierra ha ocasionado una disminución de la fertilidad del suelo hasta en un 80% del territorio nacional.

El riesgo de la erosión hídrica puede ocurrir en más del 70% del territorio, llegando a ser extremo en 9% del país. Las pérdidas del suelo por erosión eólica pueden llegar hasta 300 t ha⁻¹ año⁻¹ tal y como sucede en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Por otro lado, la superficie con problemas graves de ensalitramiento en los distritos de riego, asciende al 10% de la superficie total de riego del país.

La degradación física afecta el 20% de la superficie total del país. Mientras, la degradación biológica puede ser considerada como el segundo proceso que afecta los suelos mexicanos ocurriendo en 80% del territorio nacional y consiste en el aumento de la velocidad de mineralización de la materia orgánica. La degradación química por pérdida de nutriente (lixiviación de las bases) afecta el 15% del territorio.

La expansión urbana implica el más fuerte cambio en el uso del suelo, puesto que es irreversible; la cobertura vegetal es desplazada por la cubierta asfáltica.

En conclusión: el 97% del país está afectado en diferentes grados, alrededor del 60% presenta un grado severo o extremo de degradación, en algunas áreas más de un proceso está actuando en ese nivel.

Las zonas áridas y semiáridas de México están presentes en 14 de los 31 estados del país. Estas zonas se encuentran agrupadas en los denominados desiertos Sonorense y Chihuahuense; los macizos montañosos de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental que forman una barrera que cierra paso a los vientos húmedos y provoca la ausencia de lluvia a las tierras del interior. Hay vientos secos que absorben rápidamente la poca humedad de estas áreas formando condiciones de aridez evidente.

En estas regiones las temperaturas medias anuales varían entre los 15°C hasta los 25°C con grandes oscilaciones entre los valores medios mensuales, así como los máximos y mínimos diarios. En estas regiones se presentan temperaturas máximas absolutas del orden de los 38°C a los 46°C, mientras que las mínimas van desde los 0°C hasta 16° C. Las precipitaciones se distribuyen de la siguiente manera:

- Hasta 125 mm anuales, en el extremo noreste del estado de Sonora, sur y noreste de Baja California y en el extremo noreste de Baja California Sur.
- De 125 a 400 mm (excluyendo los anteriores) tanto en la península de Baja California, norte, centro y suroeste de Sonora, Chihuahua, Coahuila y parte de Nuevo León, franja costera de Sinaloa, norte y centro de San Luis Potosí.
- De 400 a 600 mm anuales en partes de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas y noreste de Coahuila; se incluyen pequeñas porciones de los estados de Tlaxcala, Puebla, Oaxaca y Yucatán.
- En Sonora, Chihuahua, Durango y Zacatecas quedan excluidas las áreas localizadas en la Sierra Madre Occidental donde la precipitación es de 1,000 mm anuales.

En todas estas áreas se presentan sequías severas. De 1930 a 1977 la sequía disminuyó en frecuencia pero aumentó en intensidad, de las cuales 20 fueron severas y 6 extremadamente severas. Así, en 1949 las pérdidas agrícolas por sequía fueron de 1.1 millones de hectáreas, que representan el 77% de la superficie siniestrada. En 1969 el efecto fue de 3.3 millones de hectáreas, o sea, el 73% de las pérdidas agrícolas para ese año.



Los daños a la ganadería suelen ser de considerable magnitud, tanto por el agotamiento de la fuente de agua para abreviar el ganado, como por el deterioro de los pastos.

Cerca de 500,000 hectáreas en los distritos de riego, principalmente en las zonas áridas y semiáridas se agudizan los problemas, ya que la extracción ha sido superior a la infiltración, provocando la salinización.

En regiones como la Comarca Lagunera, entre Coahuila y Durango, la sobreexplotación del manto freático ha llegado a ser tal, que de 1940 a 1980, por ejemplo, se ha provocado en algunos casos, que el agua presente altos niveles de arsénico en solución.

Con respecto a la vegetación, algunos autores evalúan al material xerófito en más de 58 millones de hectáreas y el desértico en más de 70 millones de hectáreas. A pesar del alto grado del potencial vegetal, el aprovechamiento intensivo se enfoca a unas cuantas especies maderables y no maderables. En las zonas áridas y semiáridas la explotación de estos recursos se concentra en diferentes tipos de palmas, lechuguillas, candelillas, jojoba, cortadillo, nopal, maguey y mezquite.

Con relación a la ganadería de bovinos para la producción de leche y carne, viene a ser la más importante del país. Es, en general, extensiva. Además de la producción de leche se distinguen dos sistemas de producción de carne: la producción de engorda en los estados del norte y la ganadería de doble propósito en el centro, sur y sureste del territorio nacional. La explotación de carne y la producción de becerros se basan en el pastoreo de la vegetación nativa.

Una zona importante de producción ovino-caprino se asienta en los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas y Nuevo León, en el norte. También en Jalisco, Guanajuato en el centro, Hidalgo y Oaxaca, Puebla y Guerrero en el sur.

De toda la información precedente se infiere que el problema de la desertificación en México (como en otros países del mundo) reviste extremada gravedad. De aquí que la elaboración del Plan de Acción Nacional dentro de los lineamientos trazados por la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía de las Naciones Unidas debe tener una gran prioridad. El objetivo principal es prevenir y detener el avance de la desertificación y, en lo posible, recuperar las superficies desertificadas para usos productivos. El objetivo final es mantener y promover, dentro de los límites ecológicos, la productividad de las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas, vulnerables a la desertificación con el propósito de mejorar la calidad de vida de sus pobladores. Además de incorporar los programas de lucha contra la desertificación a los programas estatales de desarrollo y en la planificación ecológica nacional, con las disposiciones financieras e internacionales pertinentes.

Después de analizar esta condición, sería oportuno plantear la estrategia seguida por México para enfrentar los problemas de la desertificación [Anon., 1993]. En realidad, esto se lleva a cabo a través de proyectos con enfoques a problemas concretos.

Enumeraremos algunos de ellos:

- Evaluación y cartografía de la desertificación.
- Medidas contra la degradación de los ecosistemas.
- Reforestación con especies nativas.
- Rehabilitación de agostadero.
- Establecimiento de plantas halófilas en áreas salinizadas.
- Establecimiento de cinturones verdes.
- Establecimiento de módulos agroforestales.
- Banco de germoplasma de las regiones secas.
- Reproducción de plantas amenazadas o en peligro de extinción.
- Investigación aplicada de plantas de zonas áridas con alto potencial alimentario.
- Reforestación para recarga de acuíferos.
- Medidas para mitigar los efectos de la sequía.

Conclusiones

La información analizada en este trabajo alerta acerca de la grave situación que presentan algunas zonas geográficas, así como las afectaciones que se observan en esos ecosistemas. Igualmente, indica la necesidad urgente de centrar esfuerzos en aquellas zonas donde aún es posible la recuperación y hacer énfasis para lograr una explotación por métodos sostenibles del medio ambiente.

Literatura citada

- Anon. 1993. Plan de acción para combatir la desertificación en México. SEDESOL, México.
- Anon. 1995. Con los Pies en la Tierra. Secretaría de la Convención de Lucha contra la Desertificación. Alemania.
- Banco Mundial. 2003. "Informe sobre el Desarrollo Mundial."
- COP6. 2003. Informe central. Sexta Conferencia de las Partes. Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía. Cuba.
- FAO. 1996. Informe sobre desertificación y sequía en el Mundo. Roma, Italia.
- FAO. 2003. Informe de la situación mundial de los bosques. Roma, Italia.
- Johannesburg Summit. 2002. "Facts Sheets" United Nations, Department of Public Information. DPI/2252-20Q2: Johannesburg 2002, Informe anual United Nations.
- Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos. 2001. Tercer Informe de Evaluación del IPCC. ONU.
- PNUMA. 2002. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO3.
- UNDC. 2003. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación. Alemania.
- WEHAB Working Group. 2002. "Un Marco para la acción sobre Diversidad Biológica y el Manejo de Ecosistemas" y "Un Marco para la acción sobre la agricultura". ONU.

Calidad del huevecillo de dos especies de langostino (Palemonidae) del género *Macrobrachium* (*M. rosenbergii*, De Man 1879, y *M. tenellum*, Smith, 1871) variando la dieta de los reproductores: índices morfométricos

Egg quality of two prawn species (Palemonidae) of the genus *Macrobrachium* (*M. rosenbergii*, De Man 1879, and *M. tenellum*, Smith, 1871) varying the brood stock diet: morphometric indexes

García-Ulloa, M.;¹ Rodríguez, H.¹ y Ogura, T.²

¹Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, A. P. 3, Barra de Navidad, Jalisco, C.P. 48987, México.

Correo electrónico: manuelgu@uagunix.gdl.uag.mx / turboagu@hotmial.com

²Departamento de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Av. Patria 1201, C. P. 44100, Guadalajara, Jalisco, México.

Correo electrónico: togura@uagunix.gdl.uag.mx

Resumen

Se examinaron tres dietas para reproductores de los langostinos *Macrobrachium rosenbergii* y *M. tenellum* para evaluar algunos parámetros morfométricos en la calidad de los huevecillos. Las dietas probadas fueron: 100% alimento natural (control); alimento natural complementado con alimento peletizado y *Artemia* enriquecida con una emulsión lipídica; y una dieta peletizada de elaboración doméstica. A pesar de la diferencia en el contenido proteínico de las dietas, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el número de desoves por dieta, número de huevecillos por desove, peso seco individual y el volumen individual de los

Abstract

Egg quality parameters of two *Macrobrachium* species (*M. rosenbergii* and *M. tenellum*) were evaluated testing three brood stock diets. The experimental diets were as follows: a) 100% natural food, b) natural food complemented with a commercial peletized diet plus *Artemia* biomass boosted with a commercial lipid emulsion, and c) a domestic peletized diet. Despite the differences in protein content of the diets, there were no significant differences ($P > 0.05$) in the number of spawnings among diets, egg number, egg dry weight and egg volume for *M. tenellum*. For *M. rosenbergii*, differences ($P < 0.05$) were only detected in the number of eggs per

huevecillos en *M. tenellum*. Para *M. rosenbergii*, se observó diferencia ($P < 0.05$) sólo en el número de huevecillos por desove, siendo mayor para la dieta control (33,978 huevecillos). Las diferencias en los parámetros de calidad de los huevecillos entre las dos especies, fueron provocadas por la variación en la talla de las hembras. Debido a la forma elíptica de los huevecillos, se sugiere el estudio del volumen de los mismos —más que su diámetro— como un criterio de calidad confiable para estas dos especies.

Palabras clave

Macrobrachium, dieta, reproductores, calidad de huevecillo, *M. rosenbergii*, *M. tenellum*.

spawning, registering the highest amount for the control diet (33,978). Differences between the two species for all the quality parameters were based in the female size variation. Due to the egg elliptic-shape, it is suggested the study of the egg volume as a reliable quality parameter instead of its the diameter.

Key words

Macrobrachium, diet, brood stock, egg quality, *M. rosenbergii*, *M. tenellum*.

Introducción

El término “calidad” es ampliamente usado en acuicultura para definir principalmente la condición fisiológica de huevecillos, larvas, juveniles y adultos de crustáceos, moluscos y peces. Sin embargo, muchos criterios actualmente utilizados (como longitud, peso, diámetro del huevecillo, eclosión, sobrevivencia, etcétera) representan sólo indicadores biológicos de aplicación específica que son afectados por las condiciones particulares de cultivo [Lavens y Sorgeloos, 1991], y difícilmente los resultados pueden ser comparables o extrapolados a otras especies. Gran parte de las variaciones aún intraespecíficas, están fundamentadas en la dieta que reciben los organismos seleccionados como reproductores. Con relación a los huevecillos, Carrillo *et al.* [1989], observaron diferentes respuestas en el tiempo de desove, el desarrollo ovárico y el número de huevecillos fertilizados de la lobina de mar (*Dicentrarchus labrax*, L.), modificando artificialmente el fotoperiodo de los reproductores. Dhert *et al.* [1991], observaron variaciones en el diámetro de los huevecillos del mero (*Epinephelus tauvina*, L.), al igual que en el diámetro del glóbulo graso de los huevecillos y en su composición lipídica, cuando una mezcla de ácidos grasos fue incluida en la



dieta de los reproductores. Para algunos moluscos como la almeja *Mercenaria mercenaria* (L.) y el ostión (*Crassostrea virginica*, Gmelin), Gallager y Mann (1986), demostraron que la aplicación de diferentes técnicas en el acondicionamiento de organismos reproductores, influyó en el contenido de lípidos en los huevecillos, al igual que sobre el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas. Por otro lado, Álvarez del Castillo y Cahu [1990], alimentaron reproductores del camarón (*Penaeus vannamei*, Boone) con mejillón (*Mytilus* sp.) congelado y fresco, concluyendo que el uso de alimento congelado alteró la reproducción de los organismos, principalmente en el desarrollo, número y contenido de vitamina E de los huevecillos. También para *P. vannamei*, Palacios *et al.* [1998], indicaron que la práctica de la ablación ocular en diferentes tiempos de la maduración gonadal, produjo cambios en los niveles de glucosa y triglicéridos de los huevecillos. Para el langostino (*M. rosenbergii*), el uso de diferentes dietas para los reproductores, denotó cambios en la composición bioquímica de los huevecillos, principalmente en su diámetro y en el contenido de los ácidos eicosapentaenoico y docosahexaenoico [De Caluwé *et al.*, 1995]. Ya que las investigaciones indican que las características biológicas del producto sexual pueden variar de acuerdo a factores como la especie y la dieta, el objetivo del presente estudio fue el identificar algunos indicadores morfométricos (peso seco y húmedo, número, diámetro y volumen de huevecillos) de calidad, específicos para huevecillos de dos especies del género *Macrobrachium*, cuando se modifica la dieta de los reproductores.

Materiales y métodos

Obtención y aclimatación de los reproductores

Se obtuvieron, por donación, 70 ejemplares adultos (> 18 g y 11 cm) de *M. rosenbergii* de la granja "Los Desmontes", localizada en el municipio de Tecomán, Colima (México). En el caso de *M. tenellum*, 100 reproductores (> 3.7 g y 6.9 cm) fueron capturados del arroyo de derivación del río Marabasco hacia la Laguna de Barra de Navidad, en el municipio de Cihuatlán, Jalisco (México). Los animales de ambas especies fueron transportados al laboratorio donde se aclimataron a las condiciones de cautiverio por dos semanas antes de comenzar con el ensayo. La aclimatación consistió en mantener a los organismos en canaletas de fibra de vidrio de 400 litros de capacidad conteniendo agua dulce (proveniente del entubado municipal) filtrada (5 mm), las cuales fueron cubiertas con tela de mosquetero para evitar la pérdida de animales. La concentración de oxígeno se mantuvo a un nivel cercano a la saturación (> 5 mg/l) por medio de dos difusores de aire en cada canaleta. Después de la aclimatación, los reproductores fueron sometidos a un baño de formalina al 0.3% durante 10 minutos

[Robertson *et al.*, 1993], para evitar la introducción de parásitos y enfermedades al sistema experimental. El alimento en esta etapa consistió en trozos frescos de mojarra (*Oreochromis niloticus*), proporcionándose dos veces al día, a saciedad. El exceso de alimento fue extraído después de una hora de haber alimentado.

Mantenimiento de los reproductores

Después del periodo de aclimatación, los reproductores de ambas especies fueron seleccionados, medidos y pesados, y se revisó su condición de salud (libre de parásitos y sin heridas en el caparazón), para ser finalmente distribuidos en tanques de fibra de vidrio a razón de un macho por seis hembras [Ling, 1967b]. Fueron utilizados 12 tanques de 126 cm x 80 cm x 100 cm (0.8 m²) y seis tanques de 199 cm x 39 cm x 59.5 cm (0.77 m²), como unidades experimentales. En cada contenedor se introdujeron tejas de plástico para protección de las hembras durante e inmediatamente después de la muda.

El alimento se proporcionó a razón diaria de 5% (base húmedo) del peso corporal total de los animales por canaleta y se realizó recambio de agua del 50-70% cada tercer día. Los langostinos fueron mantenidos en un ambiente controlado, con un periodo de 12 horas luz tenue y 12 horas oscuridad. La temperatura se ajustó con calentadores eléctricos (VISI-THERM, VT200) para ser mantenida dentro del rango óptimo reproductivo (28-30 °C) propia de las especies [Ling, 1967b; Hernández *et al.*, 1995]. También en este caso, el oxígeno se mantuvo constante sobre el nivel de saturación, por medio de un difusor de aire.

Dietas experimentales

Fueron probadas las siguientes dietas: Dieta Control: alimento natural 100% (base seca; 20% mejillón: Álvarez del Castillo y Cahu, 1991; y 80% carne de mojarra); Dieta A: alimento natural 50% (base seca; 20% mejillón y 80% carne de mojarra), 25% alimento peletizado (SuperZiegler[®], 35% de proteína cruda), y 25% (base seca) biomasa de *Artemia* enriquecida con una emulsión comercial rica en ácidos grasos altamente poli-insaturados (MARILA[®], Artemia Systems, Gent, Bélgica); y Dieta B: alimento peletizado con 35% de proteína (base seca), de elaboración doméstica (Cuadro 1). Cada dieta fue evaluada por triplicado.



Cuadro 1. Composición y análisis proximal de la dieta peletizada de elaboración doméstica.

Fórmula de la dieta B	g/K
Trigo entero	280.21
Harina de pescado	234.00
Zeolita ¹	23.18
Gluten de maíz	9.65
Aceite vegetal	62.28
Pasta de soya	368.05
Mezcla vitamínica ²	10.00
Mezcla minerales ³	10.00
Sal	2.60
Análisis proximal calculado en %	
Proteína cruda	35.0
Fibra	3.4
Grasa	8.0
Cenizas	5.5
Humedad	16.0

¹La zeolita como ingrediente inerte, tendrá la función de ayudar a mantener las características nutricionales de la dieta (contenido isocalórico, relación proteína: energía y proporción lípidos: carbohidratos, Voltolina *et al.*, 1997).

^{2,3}La concentración de vitaminas y minerales fueron ajustadas sobre la base de premezclas para *M. rosenbergii* de dieta comercial (SuperZiegler®).

Para la preparación de *Artemia* enriquecida se aplicó la técnica de descapsulación de quistes descrita por Sorgeloos *et al.* [1986]. Los nauplios de *A. franciscana* (ARTEMIA CYSTS, grado "A", Utah, USA) se incubaron a una densidad de 2,500/l, en tanques de 3,000 litros de capacidad. Una vez alcanzado el estadio nauplio Instar II (36 horas después de la eclosión), se alimentaron con una mezcla pulverizada de harina de soya (40%) y harina de trigo (60%), dando una ración 25 g/ 15 litros hasta el día 10 de cultivo [García-Ulloa, 1998]. El recambio de agua fue de 100% en los primeros dos días. A partir del tercer día, el recambio se efectuó dos veces diariamente. Después, los sub-adultos fueron cosechados e incubados en tanques de 200 litros, a una densidad de entre 2,000-10,000 por litro y a una temperatura de 25 °C. En dichos contenedores, se enriquecieron con MARILA® (0.3 g/l) manteniendo condiciones de aireación e iluminación constante durante 60 minutos. Finalmente, la biomasa de *Artemia* enriquecida se concentró y almacenó a -4 °C. Para la alimentación de los reproductores, la biomasa de *Artemia* se incluyó en agar de acuerdo a la metodología sugerida por Costero y Meyers [1992]. Se obtuvieron 950 g de biomasa final, cantidad suficiente para complementar la dieta A. Durante la producción y enriquecimiento de *Artemia* no se monitoreó la sobrevivencia de la población debido a que el objetivo principal fue la obtención de biomasa para la elaboración de dicha dieta.

Los animales fueron alimentados una vez por día y se realizó un recambio de agua cada tercer día mediante la limpieza por sifón de heces fecales y alimento remanente. El experimento tuvo una duración de 45 días.

Análisis bromatológicos

Las dietas control y "A" fueron evaluadas bromatológicamente por el método de análisis proximal descrito por la AOAC [1975]. El Cuadro 2 muestra el contenido de dichas dietas.

Cuadro 2. Análisis bromatológico (base seca) de la dieta control y A para reproductores de los langostinos *M. rosenbergii* y *M. tenellum*.

Dietas	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Humedad %	Carbohidratos %
¹ Control	62.10	< 0.10	1.80	35.30	0.70
² A	57.20	0.50	2.10	40.13	1.57

¹ Dieta Control: alimento natural 100% (20% mejillón y 80% carne de mojarra).

² Dieta A: alimento natural 50% (20% mejillón y 80% carne de mojarra), 25% alimento peletizado SuperZiegler® y 25% biomasa de *Artemia* enriquecida.

Criterios de calidad en reproductores y en huevecillos

Para evaluar el efecto de las diferentes dietas sobre el comportamiento fisiológico de los reproductores, se registró el número de desoves por dieta. Este parámetro fue obtenido observando el grado de madurez gonadal de las hembras hasta la ovoposición de los huevecillos en los apéndices abdominales. Las hembras ovígeras eran extraídas de los tanques después de 48 horas a la postura de los huevecillos, para permitir el endurecimiento de su caparazón. Después, se pesaron y midieron, y los huevecillos fueron cuidadosamente despegados de la cámara de incubación con una espátula, tratando de que el animal no perdiera sus periópodos y/o fuera lastimado. Antes de ser transferidas a sus tanques, fueron pesadas de nueva cuenta. Una vez en los tanques, se mantuvieron aisladas por dos a cuatro horas con el objeto de permitir su recuperación al estrés provocado por el manejo.



- Para los huevecillos se registraron los siguientes criterios por dieta:
- Número total de huevecillos producidos; éstos se contaron individualmente tomando tres muestras de 0.1 g por desove y analizados por medio de un microscopio de disección.
 - Total de huevecillos por desove.
 - Longitud total (diámetros mayor y menor): por medio de un micrómetro ocular y microscopía de reflexión de imágenes ($n = 25$ huevecillos por desove).
 - Peso seco individual: extrayendo muestras de 0.1 g de la masa total de huevecillos por desove para ser secadas en una estufa durante 48 hr a 60°C [García-Ulloa, 1995].
 - Volumen ($4/3\pi \times \text{radio } a \times \text{radio } b \times \text{radio } c$, van der Merwe, 1970), $n = 25$ huevecillos por desove.

Evaluación estadística

Después de haber sometido los datos a la prueba de normalidad y homogeneidad de las varianzas, los resultados de cada criterio fueron procesados estadísticamente por medio de un análisis de varianza para comparar cada una de las características obtenidas por tratamiento, y en caso de haber encontrado diferencias ($P < 0.05$), se usó la prueba de Tukey [Reyes, 1982], para ponderarlas. Todas las pruebas se realizaron con la ayuda del programa computacional Statgraphics (7.0).

Resultados y discusión

El Cuadro 3 muestra los resultados promedio de los parámetros de calidad estudiados por dieta y por especie, tanto en reproductores como en huevecillos. Para *M. tenellum*, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en todos los parámetros, lo que sugiere un requerimiento dietético de proteínas por debajo de 35% para la maduración y crecimiento gonadal, y desove en esta especie. En el caso de *M. rosenbergii*, la dieta control registró la mayor cantidad de huevecillos por desove (33,978) en relación con los otros grupos (30 y 21% más que los tratamientos A y B, respectivamente), lo cual pudiera ser explicado por el mayor tamaño en promedio observado para las hembras de dicha especie [Bromage, 1995].

Cuadro 3. Parámetros de calidad para reproductores y huevecillos de *M. tenellum* y *M. rosenbergii*.

Dietas	<i>M. tenellum</i>			<i>M. rosenbergii</i>		
	C ¹	A ²	B ³	C ¹	A ²	B ³
Reproductores						
Long. hembra (cm)	7.08±0.21	7.21±0.13	6.90±0.31	12.35±0.98	11.25±1.24	11.89±1.03
Peso hembra (g)	3.97±0.30	4.13±0.10	3.77±0.30	25.04±7.13	18.34±8.19	20.03±7.56
Desoves totales	32	28	31	7	7	6
Huevecillos						
Por desove	4 606± 905 ^a	4 728± 248 ^a	4 484± 306 ^a	33 978± 2 527 ^a	23 616± 1 837 ^b	26 616± 2 113 ^b
Totales	147 392	132 384	139 004	237 846	165 313	159 696
Diámetro mayor (µm)	583±27 ^a	568±23 ^a	576±37 ^a	699±10 ^a	693±6 ^a	695±8 ^a
Diámetro menor (µm)	477±18 ^a	464±29 ^a	484±32 ^a	626±11 ^a	618±14 ^a	621±10 ^a
Volumen (µm ³)	57±1.00 ^a	58±0.60 ^a	58±0.60 ^a	144±2 ^a	143±1.80 ^a	143±2.10 ^a
Peso seco ind. (µg)	34.10±3.04 ^a	31.90±1.91 ^a	31.80±1.39 ^a	53.10±5.05 ^a	50.60±4.87 ^a	50.70±4.56 ^a

¹ Dieta Control: alimento natural 100% (20% mejillón y 80% carne de mojarra).

² Dieta A: alimento natural 50% (20% mejillón y 80% carne de mojarra), 25% alimento peletizado SuperZiegler ® y 25% biomasa de *Artemia* enriquecida.

³ Dieta B: alimento peletizado con 40% de proteína animal, de elaboración doméstica.

*En cada línea, por especie, los valores con la misma letra no presentan diferencia significativa (95% confiabilidad).

En cuanto a los desoves totales, las hembras de *M. tenellum* desovaron, en promedio, cuatro veces más que *M. rosenbergii* en los 45 días experimentales. Cabrera *et al.* [1979], reportaron que para *M. tenellum*, el periodo de incubación se extiende de 18 a 19 días. En este experimento, los animales presentaron una frecuencia de desoves de ocho días por hembra, lo que puede explicarse por el hecho de extraer los huevecillos de la cámara de incubación para su procesado. La frecuencia de desoves de *M. rosenbergii* en el medio natural presenta un intervalo de 70 días [New, 1995], mientras que para *M. carcinus* y *M. acanthurus*, Cabrera *et al.* [1979], reportaron desoves hasta con 60 días de diferencia en la misma hembra. De hecho, en este ensayo, las hembras de *M. rosenbergii* desovaron al menos en una ocasión durante el periodo experimental, lo que coincide con las observaciones de Ling [1967a] y New [1995].

La frecuencia de desoves obtenida para *M. tenellum* arroja una estimación sobre la producción anual, por hembra, de aproximadamente 190,000 huevecillos por año, siendo más alta que para *M. acanthurus* (52,000) y *M. rosenbergii* (112,000), pero baja en comparación con la *M. carcinus* (1,050,000) y *M. americanum* (900,000) [Cabrera *et al.*, 1979]. Sin embargo, para los datos de producción anual de *M. acanthurus*, *M. rosenbergii*, *M. carcinus* y *M. americanum*, no se está considerando la extracción de huevecillos de los pleópodos, lo que al eliminar el periodo de incubación, pudiera aumentar la frecuencia de desoves.



Para el caso de los criterios o parámetros de calidad en los huevecillos de ambas especies, tanto los diámetros como el volumen y peso seco individual no presentaron diferencias ($P > 0.05$) en cada especie. Entre especies, la diferencia es notable debido a la variación en tallas de las hembras. Los huevecillos de *M. rosenbergii* fueron más grandes, destacando un volumen y peso seco individual promedio 60 y 38% mayor respectivamente, que para *M. tenellum*. En particular, el uso del diámetro del huevecillo como un parámetro de calidad en especies como *Sparus aurata* [Fernández *et al.*, 1994], *Gadus morhua* [Kjorsvik *et al.*, 1984], *Dicentrarchus labrax* [Carrillo *et al.*, 1989], *Hippoglossus hippoglossus* [Mangor y Huse, 1991], se refiere a la evaluación del área superficial y profundidad de una esfera. En el caso de las especies de langostino estudiadas, el huevecillo presenta una forma elipsoidal, es decir, la medición de su área superficial involucra dos diámetros. De Caluwé *et al.* [1995], estudiaron algunas características de los huevecillos de *M. rosenbergii*, concluyendo en diferencias en el diámetro mayor de los mismos (0.60 mm en promedio) probando diferentes dietas. En este ensayo, el diámetro mayor promedio de huevecillos de *M. rosenbergii* obtenido con las dietas estudiadas, fue de 0.69 mm. Para una mejor interpretación de la condición fisiológica de los huevecillos en ambas especies, se recomienda el estudio del volumen del huevecillo, al igual que su contenido bromatológico y el estudio del desarrollo de los primeros estadios larvarios. Se sugiere que los indicadores biológicos y/o criterios de calidad para huevecillos de cualquier organismo acuático sean analizados para cada especie, ya que el uso indiscriminado de los mismos podría conducir a resultados no comparables y de poca confiabilidad.

Conclusiones

Los índices morfométricos estudiados sólo presentaron diferencias cuando fueron comparados entre las dos especies, mas no cuando fueron revisados para cada una de ellas, lo que sugiere que las dietas examinadas cubrieron los requerimientos energéticos necesarios para el proceso de reproducción hasta el momento de la postura de los huevecillos. Por otro lado, se recomienda la continuación de estudios nutricionales para evaluar las posibles diferencias entre tratamientos, ya que éstas pudieran ser encontradas durante, o al final, del ciclo larvario. La realización de estudios bioquímicos (contenido de ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas, etcétera) de los huevecillos provenientes de cada dieta contribuiría a la mejor interpretación de los resultados.

Aunque el volumen del huevecillo no presentó diferencias para cada una de las especies estudiadas, se propone como un criterio de evaluación de calidad confiable, debido a la forma elíptica de los mismos, característica de estos crustáceos.

Literatura citada

- Álvarez del Castillo, M. and Cahu, Ch. 1990. Effects of fresh and frozen feed on reproduction and eggs quality of shrimp. *Presented at the 21th Ann. Meeting W.A.S.*, Halifax, Canada. 12 p.
- A.O.A.C. 1975. Methods of Analysis. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D.C., U.S.A. 123-135 pp.
- 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, Stirling, U.K. 424 p.
- Cabrera, J.; Chávez, C. y Martínez, C. 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. *An. Inst. Biól.-Universidad Nacional Autónoma de México*, México. 50:127-152.
- Caluwé, J. de; Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1995. The influence of *Macrobrachium rosenbergii* brood stock diet on egg and larval characteristics. Abstract, 79-82. In: *Larvi'95-Fish&Shellfish Larviculture Symposium*, P. Lavens, P. Sorgeloos, and Y. Roetlans (Eds.). European Aquaculture Society, Special Publication No. 24, Gent, Belgium.
- Carrillo, M.; Bromage, N.; Zanuy, S.; Serrano, R. and Prat, F. 1989. The effects of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*. 81:351-365.
- Costero, M. C. y Meyers, S. P. 1992. Evaluación de la atractibilidad y palatabilidad de diferentes compuestos alimenticios sobre *Penaus vannamei* en condiciones experimentales. *Memorias del 1er. Congreso Ecuatoriano de Acuicultura*, Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador. 273 p.
- Dhert, P.; Lim, L.-C.; Lavens, P.; Chao, T. M.; Chou, R. and Sorgeloos, P. 1991. Effect of dietary essential fatty acid on egg quality and larviculture success of the greasy grouper (*Epinephelus tauvina*, F.): Preliminary results. Abstract, 58-62. In: *Larvi'91-Fish&Crustacean Larviculture Symposium*, P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier (Eds.). European Aquaculture Society, Special Publication No. 15, Gent, Belgium.
- Fernández-Palacios, H.; Montero, D.; Socorro, J.; Izquierdo, M. S. y Vergara, J. M. 1994. First studies on spawning, embryonic and larval development of *Dentex gibbosus* (Rafinesque, 1810) (Osteichthyes, Sparidae) under controlled conditions. *Aquaculture*. 122:63-73.
- Gallager, S. M. and Mann, G. 1986. Growth and survival of larvae of *Mercenaria mercenaria* (L.) and *Crassostrea virginica* (Gmelin) relative to broodstock conditioning and lipid content of eggs. *Aquaculture*. 56:105-121.
- García-Ulloa, G. M. 1995. *Effect of dietary ascorbic acid on hatchery production of turbot (Scophthalmus maximus, L.) larvae*. Master of Science in Aquaculture, Ghent University, Belgium.
- García-Ulloa, G. M. 1998. *Uso de harinas derivadas de subproductos agrícolas para la producción de biomasa del branquiópodo Artemia franciscana, Kellog, 1906*. Tesis de Doctorado en Ciencias Pecuarias, Acuícolas y del Mar, Universidad de Colima, México, 140 p.
- Hernández, R. M.; Bückle, R. L. F. and Díaz, H. F. 1995. Preferred temperature of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea, Palaemonidae). *Rivista Italiana Acquacultura*. 30:93-96.
- Kjorsvik, E.; Stene, A. and Lonning, S. 1984. Morphological, physiological and genetical studies of egg quality in cod (*Gadus morhua*, L.). In: E. Dahl, D.S. Danielssen, E. Moksens and P. Solendal (Eds.), *The Propagation of cod Gadus morhua L.*, Flodevigen repporster. 1:67-86.
- Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1991. Variation in egg and larval quality various fish and crustacean species. Abstract, 221-222. In: *Larvi'91-Fish&Crustacean Larviculture Symposium*, P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier (Eds.). European Aquaculture Society, Special Publication No. 15, Gent, Belgium.

- Ling, S.W. 1967a. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Conferencia Científica Mundial de la Organización de la Alimentación y Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas, sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas*, México, D. F. 18 p.
- Ling, S.W. 1967b. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Conferencia Científica Mundial de la Organización de la Alimentación y Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas, sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas*, México, D. F. 11 p.
- Mangor-Jensen, A. and Huse, Y. 1991. On the changes in bouyancy of halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (1), larvae caused by hatching-a theoretical view. *J. of Fish Biol.* 39: 133-135.
- New, M.B. 1995. Status of freshwater prawn farming: a review. *Aqua. Res.* 26: 1-54.
- Palacios, E.; Ibarra, A. M.; Ramírez, J. L.; Portillo, G. and Racotta, I. S. 1998. Biochemical composition of eggs and nauplii in white Pacific shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone), in relation to the physiological condition of spawners in a commercial hatchery. *Aqua. Res.* 29: 183-189.
- Reyes, C. P. 1982. *Bioestadística Aplicada*. 1a. edición, Editorial Trillas, México, D. F. 217 p.
- Robertson, L.; Bray, B.; Samocha, T. and Lawrence, A.L. 1993. Reproduction of penaeid shrimp: an operations guide. In *CRC Handbook of Mariculture*, 2nd Edition, Volumen 1, Crustacean Aquaculture, James P. Mc Vey (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A. pp. 107-132.
- Sorgeloos, P.; Lavens P.; Léger, Ph.; Tackaert, W. and Versichele, D. 1986. *Manual for the culture of brine shrimp Artemia in aquaculture*. Artemia Reference Center, State University of Ghent, Belgium. 319 p.
- Van der Merwe, C. W. 1970. *Física general*. 1st. edition, McGraw-Hill Co. U.S.A., 276 p.
- Voltolina, D., Nieves, M. and Ruiz L., J. 1997. Zeolitic products as enrichment for cultures of a marine microalga. *Aquacultural Engineering*. 16:1-5.

Congelación de semen de carnero en pellets con los diluyentes Tris-glucosa-yema de huevo o Lactosa-yema de huevo

Freezing of ram semen in pellets with Tris-glucose-yolk and lactose-yolk extenders

Brito, F. I.;¹ Valencia, M. J.;¹ Balcázar, S. A.;¹ Angulo, M. R.² y Mejía, V. O.¹

¹ Departamento de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.
Correo electrónico: jjvm@servidor.unam.mx

² Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Resumen

El objetivo del trabajo fue comparar la recuperación de la motilidad al descongelar el semen congelado en pellets utilizando el diluyente Tris-glucosa-yema de huevo o Lactosa-yema de huevo. Se obtuvieron 30 eyaculados de nueve carneros por medio de una vagina artificial y se evaluó el volumen, la motilidad progresiva, la concentración y la morfología espermática. Cada eyaculado se dividió en dos partes, una de ellas se diluyó con Tris-glucosa-yema de huevo y la otra con Lactosa-yema de huevo, de manera que la dilución final contuviera 100×10^6 de espermatozoides en 0.1 ml. Los pellets se prepararon goteando 0.1 ml del semen diluido en perforaciones realizadas en hielo seco. Se evaluó la motilidad inicial, después de diluir y al descongelado. Se eva-

Abstract

The aim of this study was to compare the posthaw motility of Tris-glucose-yolk and lactose-yolk extenders for freezing ram semen in pellets. Thirty ejaculates from 9 rams were collected using an artificial vagina and volumen, progressive motility, sperm concentration and morphology were evaluated from each ejaculate. Ejaculates were fractioned by the split sample technique and each part was diluted either with: Tris-glucose-yolk or lactose-yolk extenders to a final concentration of 100×10^6 spermatozoids in 0.1ml. Pellet-freezing was performed by placing droplets (0.1ml) into depressions on dry ice. Initial and posthaw motility were evaluated. Sperm motility were recorded after collection, after dilution and after thawing. Five pellets from each ejaculate frozen with either extender were eva-



luó la motilidad de cinco pellets de cada eyaculado preparado con cada diluyente (300 en total). Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza, considerando la motilidad progresiva como variable dependiente y transformando al arcoseno los valores expresados en porcentaje. No se encontraron diferencias en la motilidad inicial de los eyaculados diluidos con tris o Lactosa ($P > 0.05$). La motilidad espermática al descongelar fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en el semen diluido con Lactosa-yema (45.8%), que con Tris-glucosa-yema (40.2%).

Palabras clave

Carnero, ovino, semen congelado, diluyentes.

luated, with a total of 300. Data was statistically analysed by ANOVA after transforming the percentage into arcosen. No differences were found in the initial progressive motility between tris or lactose diluted ejaculates ($P > 0.05$). Sperm motility after thawing was significantly higher ($P < 0.05$) for semen frozen in lactose-yolk (45.8%) than in Tris-glucose-yolk extender (40.2%).

Keywords

Ram, sheep, semen freezing, extenders, diluents.

Introducción

La fertilidad obtenida en los programas de inseminación artificial en ovinos, utilizando semen congelado, está limitada principalmente porque la congelación y descongelación del semen del carnero ocasiona daños ultraestructurales, bioquímicos y funcionales en una proporción significativa de espermatozoides. Estos cambios causan una menor motilidad, alteraciones en el transporte y viabilidad de los espermatozoides en el aparato genital y reducida fertilidad después de la inseminación cervical [Salamon y Maxwell, 1995].

Con la implementación de la inseminación artificial por laparoscopia, la barrera natural que representa el cérvix de los pequeños rumiantes ha sido superada al depositar el semen dentro del lumen uterino [Armstrong y Evans, 1984; Maxwell y Salamon, 1993]. Además, con la inseminación intrauterina se ha renovado el interés por la congelación de semen, ya que permite reducir la cantidad de espermatozoides por dosis para obtener niveles óptimos de fertilidad. En la inseminación cervical, es necesaria una concentración mínima de 60 millones de espermatozoides móviles en un volumen de 0.05 a 0.20 ml, mientras que para la inseminación intrauterina por laparoscopia se utilizan 20 millones de espermatozoides móviles en un volumen de 0.05 a 0.1 ml [Evans y Maxwell, 1990].

Una de las formas más comunes de congelar semen de carnero ha sido la preparación de pellets en hielo seco (-79°C), ya que además de ser un método rápido, permite una mayor recuperación de espermatozoides motiles al descongelar, que con las pajillas [Evans y Maxwell, 1990].

A pesar de que se ha probado una gran cantidad de diluyentes para la congelación del semen del carnero en pellets [Salamon y Maxwell, 1995], no existe un consenso acerca de cuál es el que proporciona mejores resultados al descongelar, pero los diluyentes preparados a partir de Tris-yema de huevo y el de Lactosa-yema de huevo son los que más se han experimentado.

Algunos autores han encontrado que cuando se utiliza el diluyente a base de Tris-glucosa-yema de huevo, se obtienen buenos resultados al descongelar [Salamon y Viser, 1972] y buena fertilidad a la inseminación cervical [Viser y Salamon, 1974]. Sin embargo, el diluyente Lactosa-yema de huevo, ampliamente utilizado para congelar el semen bovino [Nagase y Niwa, 1964], equino [Klug *et al.*, 1977], suino [Westendorf *et al.*, 1975] y ovino [Colas y Brice, 1970], contiene un disacárido (lactosa) que es altamente efectivo para proteger a los espermatozoides, pues reduce la temperatura de cristalización durante el congelamiento, con dicho procedimiento se logran mejores resultados al descongelar [Mathur *et al.*, 1989], además, el diluyente Lactosa-yema de huevo es económico, sencillo y de fácil preparación.

El objetivo del presente estudio fue comparar los diluyentes Tris-glucosa-yema de huevo y Lactosa-yema de huevo, en la congelación del semen de carnero en pellets.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra ubicado en el km 53.1 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, en el pueblo de Tres Marías, Huitzilac, Morelos (México) a una altura de 2,830 msnm, a 19° 02' de latitud norte y 99° 16' de longitud oeste. El clima es de Cb (m) (w) ig con lluvias en verano, con una precipitación pluvial promedio de 1,245 mm y una temperatura media anual que oscila entre 12°C y 18°C [García, 1981].

Se colectaron 30 eyaculados de nueve carneros de dos razas, dos Rambouillet y siete Suffolk. La colección se realizó mediante vagina artificial, que al momento de la obtención del eyaculado tenía una temperatura interna de 42 a 45°C y estaba conectada en uno de sus extremos, a una copa colectora graduada en mililitros, que tenía una temperatura de 30-37°C al momento de recibir el eyaculado [Evans y Maxwell, 1990; Hafez, 1989]. Se cuidó que la copa estuviera cubierta para evitar los rayos del sol.



Después de la obtención, el semen se colocó en baño María a 30°C para igualar la temperatura con la de ambos diluyentes previamente colocados en el baño María [Evans y Maxwell, 1990].

Cada eyaculado colectado fue evaluado en los siguientes puntos: color, volumen, concentración, motilidad y morfología [Evans y Maxwell, 1990]. Una vez obtenido el semen, el volumen se midió directamente en la copa colectora. De cada eyaculado se tomó una pequeña gota para determinar el porcentaje de motilidad progresiva y una muestra para la concentración espermática. La evaluación de la motilidad progresiva se hizo utilizando un portaobjetos mantenido a 37°C y observando la muestra en un microscopio óptico para determinar el porcentaje correspondiente. Únicamente se utilizaron eyaculados con una motilidad progresiva mínima del 70% [Córdova *et al.*, 1989]. La concentración espermática se evaluó mediante un hematocitómetro, utilizando una solución de formalina, más eosina en una dilución 1:200 (semen:solución) [Evans y Maxwell, 1990]. La determinación de anomalías morfológicas se realizó utilizando frotis del semen teñidos con el colorante eosina-nigrosina [Evans y Maxwell, 1990] y sólo se usaron los eyaculados con menos del 15% de anomalías [Córdova *et al.*, 1989].

Cada eyaculado fue dividido en dos partes iguales para proceder a una dilución inicial 1:1 (semen: diluyente) con el diluyente Tris-glucosa-yema de huevo [Salamon y Viser, 1972] y la otra mitad, con el diluyente Lactosa-yema de huevo [Nagase y Niwa, 1964]. En ambos casos el glicerol ya iba incorporado en el diluyente. El semen, una vez diluido en un tubo de centrifuga, se colocó en un vaso de precipitado con agua a 30°C, se introdujo al refrigerador a 5°C, en donde permaneció dos horas (tiempo de equilibrio) [Jones y Martin, 1973]. Después de haber calculado la concentración espermática, se añadió el resto del diluyente al término del periodo de equilibrio (dilución final), de manera que la concentración final de la dosis fuera de 100×10^6 espermatozoides móviles en un volumen de 0.1 ml. Durante este procedimiento, el diluyente se mantuvo a la misma temperatura que el semen (5°C), para evitar variaciones en la temperatura al realizar la dilución final.

Las fórmulas de los diluyentes que se utilizaron son:

Diluyente A (Tris-glucosa-yema de huevo):

Tris	4.361 g
Glucosa	0.600 g
Ácido cítrico	2.388 g
Sulfato de estreptomina	0.005 g
Penicilina	0.006 g
Glicerol	6.0 ml
Agua tridestilada	76.0 ml

Por cada 10 ml de la solución anterior se agregaron 2.2 ml. de yema de huevo.

Diluyente B (Lactosa-yema de huevo):	
Lactosa	5.5 g
Agua tridestilada (aforar a)	50 ml
De esta solución al 11% se agregaron por cada 7.4 ml:	
Glicerol	0.6 ml
Yema de huevo	2.0 ml
Sulfato de estreptomicina	0.005 g
Penicilina G sódica	0.006 g

Una vez preparados los diluyentes, se procedió a inactivar la yema de huevo, las lecitinas específicamente, colocando los diluyentes en baño María a 56°C, durante 30 minutos [Flores-Foxworth, comunicación personal]. Posteriormente, se mantuvieron en baño María a 30°C, durante media hora previa a la dilución inicial del semen.

Después de las dos horas del periodo de equilibrio [Jones y Martin, 1973], se procedió a elaborar los pellets, haciendo pequeñas perforaciones sobre una placa de hielo seco y se depositaron 0.1 ml de semen diluido (concentración de 80-100 millones/dosis) en cada orificio, con la ayuda de una jeringa para insulina y una aguja del número 18. Después de 15 minutos, los pellets congelados se envasaron en recipientes de plástico previamente identificados y fueron introducidos en el nitrógeno líquido.

Para la evaluación del semen ya congelado, se tomaron como muestra cinco pellets de cada eyaculado preparado con cada uno de los dos diluyentes (300 pellets en total); solamente se consideró la motilidad progresiva (individual) al descongelar. La descongelación se realizó utilizando pequeños viales de vidrio, que contenían un volumen de 0.15 ml de solución salina fisiológica (para obtener un volumen total de 0.25 ml al descongelarse el pellet), manteniéndolos en baño María a una temperatura de 37°C durante 10 a 15 segundos, tiempo en que tardó en descongelarse el pellet. Posteriormente, con una pipeta Pasteur se tomó una gota de la muestra y se colocó en un portaobjetos calentando previamente, a 37°C en una termoplatina, para evitar así, variaciones en la temperatura antes de ser observado y evaluado en el microscopio [Evans y Maxwell, 1990; Bustamante, 1981].

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza, utilizando el procedimiento de modelos lineales generales (PROCGLM) del paquete estadístico SAS [SAS/STAT, 1991], en el cual se tomó a la motilidad progresiva (individual) como variable dependiente y transformando los valores expresados en porcentajes al arcoseno [Steel y Torrie, 1980], utilizando el siguiente modelo:*

$$Y_{ij} = \mu + T_i + S_j + \beta MI_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = La motilidad progresiva para el i-ésimo diluyente con el j-ésimo semental

μ = Media poblacional constante



T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento de diluyente

S_j = Efecto del j-ésimo semental

βMI_{ij} = Efecto de la motilidad inicial considerado como covariable

E_{ij} = Error

*En un primer modelo analizado se consideró como variable independiente a la raza de los sementales, sin embargo ésta no fue significativa, por lo que se decidió no considerarla en un modelo final.

Resultados

Después de evaluar la totalidad de los eyaculados, se encontró que el semen antes de congelar presentó, en promedio, una concentración espermática de 3.13×10^9 espermatozoides/ml.

En el Cuadro 1, se presenta el porcentaje de la motilidad en masa obtenida en los diferentes eyaculados teniendo como mínimo 80% de motilidad.

Cuadro 1. Concentración espermática y motilidad en masa de los eyaculados de carnero evaluados.

Macho	Eyaculados	Concentración (millones/ml)	Motilidad en masa (%)
1	3	1 176.00	80.00
2	4	2 987.50	86.25
3	1	2 890.00	85.00
4	1	1 500.00	90.00
5	2	3 425.00	80.00
6	2	455.00	80.00
7	8	4 237.00	84.37
8	2	3 920.00	82.50
9	7	4 515.70	81.42

En el Cuadro 2, se presentan los porcentajes de la motilidad progresiva antes de la congelación y después de haberse realizado la dilución inicial. Como puede observarse, estos porcentajes iniciales no presentaron una gran variación entre los eyaculados de cada semental, ni entre los dos diluyentes evaluados.

Cuadro 2. Porcentajes de motilidad progresiva del semen de carnero después de la dilución inicial con los diluyentes ensayados.

Macho	Eyaculados evaluados por macho	Motilidad (%)	
		Tris-g-yema de huevo	Lactosa-yema-de huevo
1	3	75.00	75.00
2	4	78.75	81.25
3	1	75.00	85.00
4	1	85.00	80.00
5	2	80.00	70.00
6	2	77.50	77.50
7	8	83.13	79.37
8	2	77.50	80.00
9	7	78.57	80.00

En el Cuadro 3, se presentan los porcentajes de la motilidad progresiva al diluir y al descongelado. Después de transformar al arcoseno, los porcentajes de la motilidad progresiva al descongelado, se encontraron diferencias significativas entre los diluyentes, siendo mayor la motilidad del semen diluido en Lactosa-yema de huevo (45.8%), que el diluido en Tris-Yema de huevo (40.2%). El grado de dilución promedio fue de 1+ 2.1 (semen + diluyente).

Cuadro 3. Porcentajes de la motilidad progresiva al diluir y posdescongelamiento del semen de carnero congelado con los diluyentes Tris-Yema de huevo o Lactosa-Yema de huevo.

Diluyente	Motilidad al diluir (%)	Motilidad al descongelado (%)
Tris-glucosa-yema de huevo	78.93	40.2a
Lactosa-yema de huevo	78.68	45.8b

* Diferente literal indica diferencia significativa ($p < 0.05$).



Discusión

Los porcentajes de la motilidad individual obtenidos en este trabajo con los pellets congelados en la solución Lactosa-yema de huevo al momento de la descongelación, no coinciden con los resultados informados por Trejo [1983], Trejo *et al.*, [1984] y Mathur *et al.* [1989], quienes mencionan porcentajes inferiores en la motilidad individual utilizando el mismo diluyente. Sin embargo, es importante destacar que en este trabajo se utilizó una concentración de 100×10^6 y un volumen de 0.1 ml en la elaboración de los pellets, diluciones diferentes a los utilizados por estos autores, quienes para la elaboración de los pellets utilizaron concentraciones de 600×10^6 en un volumen de 0.5 o 1.0 ml [Trejo, 1983; Trejo *et al.*, 1993] y concentraciones de $1,000 \times 10^6$ en un volumen de 0.2 ml [Mathur *et al.*, 1989].

Esto pudo haber sido la causa principal de la diferencia entre los porcentajes de motilidad a la descongelación obtenidos en dichos trabajos (19.4%, 25.71% y 15.83%, respectivamente) y el de este trabajo (45.8%). Se ha comprobado que mientras más grande sea el pellet y mayor concentración espermática por volumen contenga, la motilidad posdescongelamiento disminuye [Mathur *et al.*, 1993], ya que posiblemente los ingredientes que se encuentran en el diluyente no son suficientes para proporcionar un adecuado aporte nutricional y de protección al espermatozoide durante la congelación.

Probablemente el haber usado un grado de dilución del semen diferente en este trabajo, haya proporcionado los elementos necesarios para proteger y nutrir a los espermatozoides durante el congelamiento; esto último significó un mayor porcentaje de la motilidad progresiva al descongelar los pellets. Otro factor que puede haber originado la disminución de la motilidad en el trabajo hecho por Mathur *et al.* [1989], pudo haber sido la temperatura usada en la descongelación de los pellets (45°C). Aunque es cierto que la descongelación a temperaturas superiores a 37°C puede mejorar la recuperación de los espermatozoides viables [Evans y Maxwell, 1990], existe el peligro de que la exposición del semen a temperaturas altas durante un tiempo mayor al indicado, sea fatal. Los resultados obtenidos por Salamon [1970] y Honmode [1979] con el mismo diluyente, son más parecidos a los obtenidos en este trabajo (34.9 y 38.8 vs 45.8, respectivamente). En dichas investigaciones se utilizaron también temperaturas semejantes para la descongelación de los pellets en baño María (37 y 35°C) y volúmenes semejantes (0.300 y 0.132), aunque la solución descongelante fue diferente (glucosa-citrato).

El hecho de que haya existido diferencia estadística significativa en la recuperación de la motilidad espermática entre los diluyentes Tris-glucosa-yema de huevo y Lactosa-yema de huevo, pudo deberse a los diferentes porcentajes de glicerol que contenían (7.31% y 6%, respectivamente). Sin embargo, estos porcentajes de glicerol

concuerdan con los niveles óptimos mencionados por Salamon y Maxwell [1995] en una revisión hecha sobre congelación de semen, en la cual se concluye que la mayoría de los investigadores han encontrado que el rango óptimo, usando este método convencional, varía entre 6% y 8%.

Se conoce que las altas concentraciones de yema de huevo en el diluyente actúan de manera desfavorable sobre la motilidad y la fertilidad. La yema de huevo contiene lecitina, la cual al ser hidrolizada provoca cambios degenerativos en la estructura acrosomal del espermatozoide [Maxwell y Salamon, 1993; Molinia *et al.*, 1994]. En el presente trabajo este factor fue descartado, ya que después de elaborados los diluyentes fue inactivada la lecitina, evitando con ello sus efectos tóxicos al hidrolizarse a lisolecitinas y ácidos grasos. Además, el porcentaje de yema de huevo incluido en los dos diluyentes ensayados (20%) se encuentra dentro de lo recomendado [Salamon y Maxwell, 1995]. Desafortunadamente no fue posible conocer el efecto de la inactivación de la yema del huevo sobre la congelación al usar ambos diluyentes, ya que no se contó con un grupo testigo.

Para determinar la fertilidad de los pellets preparados, se tomaron pellets congelados con el diluyente Lactosa-yema de huevo y se utilizaron para inseminar ovejas superovuladas (n:6); otras ovejas superovuladas recibieron monta natural (n:8). Se pudo comprobar que el número de embriones transferibles obtenidos fue igual (8.7 ± 2.2 y de 5.8 ± 1.3 para los grupos de inseminación intrauterina y monta natural, respectivamente), ya que no existió diferencia significativa entre ambos grupos ($P < 0.05$). [Cerbón *et al.*, 1995].

Sin embargo, no fue posible hacer lo mismo con los pellets congelados en Tris-glucosa-yema de huevo, por lo que se desconoce su fertilidad.

Los resultados del presente trabajo muestran que la recuperación de la motilidad espermática al descongelar fue mayor en el semen congelado con diluyente a base de Lactosa-yema de huevo que en Tris-glucosa-yema de huevo, además de que el primero es más sencillo y de fácil preparación.

Literatura citada

- Armstrong, D.T. y Evans, G. 1984. Intrauterine insemination enhances fertility of frozen semen in superovulated ewes. *J. Reprod. Fertil.* 71:89-94.
- Bustamante, G. 1981. Evaluación del semental. En: Memorias del curso de actualización: Aspectos de producción ovina. 116-122. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cerbón, J. L.; Valencia, J.; Balcázar, A.; Zarco, L.; Luyando, C.; Saharrea, A. y Mejía, O. 1995. Recuperación de embriones en ovejas superovuladas inseminadas intrauterinamente o por monta natural. Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. 112-116. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Edo. de México, México.

- Colas, G. y Brice, G. 1970. Fertilité des brevis traitées avec de l'acétate de fluorogestone et inséminées artificiellement avec du sperme congelé: resultats préliminaires. *Ann. Zootech.* 19:353-357.
- Córdova, M.; Feldman, D.; Valencia, J. y Ortiz, A. 1989. Fertilidad de ovejas inseminadas utilizando dos diluyentes para semen fresco. *Vet. Méx.* 20:419-422.
- Evans, G. y Maxwell, W.M.C. 1990. *Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats.* Buterworths Pty. Limited, Sydney, Australia.
- García, M. E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. 3ª. Ed. Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F.
- Hafez, E. S. E. 1989. Estudios del semen. Reproducción e Inseminación Artificial en animales 5a. ed. Hafez E. S. E. 491-518. Ed. Interamericana McGraw-Hill, México, D.F.
- Honmode, J. 1979. Observations on some factors influencing vitality of ram semen during its freezing and thawing. *Ind. Vet. J.* 56:663-666.
- Jones, R. C. y Martin, I. C. A. 1973. The effects of dilution, egg yolk and cooling to 5°C on the ultrastructure of ram spermatozoa. *J. Reprod. Fertil.* 35: 311-320.
- Klug, E.; Günzel, A.; Merkt, H. y Krause, D. 1977. Untersuchungen Von Hengsten zum Einsatz in der instrumentellen Samenübertragung mit Tiefgefriersperma. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 84:236-238.
- Mathur, A.K.; Srivastava, R.S.; Ani, L. J. y Kalra, D.B 1989. Pellet freezing of ram semen. *Indian J. Anim. Sci.* 59:1529-1531.
- Mathur, A.K.; Srivastava, R.S. y Rawat, P.S. 1993. Effect of larger volumes frozen on round and flat glass surfaces on cryosurvival of ram spermatozoa. *Indian J. Anim. Sci.* 63:427-429.
- Maxwell, W.M.C. y Salamon, S. 1993. Liquid Storage of Ram: a review. *Reprod. Fertil. Dev.* 5:613-638.
- Molinia, F.C.; Evans, G. y Maxwell, W.M.C. 1994. Effect of polyols on the post-thawing motility of pellet-frozen ram spermatozoa. *Theriogenology.* 42:15-23.
- Nagase, H. y Niwa, U. T. 1964. Deep freezing bull semen in concentrated pellet form. 5. Intern. Kongr. für Fortpfl. Haustierbesamung. Trient, Italien. 410-415.
- Salamon, S. 1970. The survival of ram spermatozoa following pellet freezing below -79°C. *Aust. J. Biol. Sci.* 23:459-468.
- Salamon, S. y Maxwell, W.M.C. 1995. Frozen storage of ram semen I. Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 37:185-249.
- Salamon, S. y Maxwell, W.M.C. 1995. Frozen storage of ram semen II. Causes of low fertility after cervical insemination and methods of improvement. *Anim. Reprod. Sci.* 38:1-36.
- Salamon, S. y Visser, D. 1972. Effect of composition of Tris-based diluent and of thawing solution on survival of ram spermatozoa frozen by the pellet method. *Aust. J. Biol. Sci.* 25:605-618.
- SAS/STAT (computer program). 1991. Version 6.03. SAS. Institute Inc Cary North Carolina, USA.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics.* Mc. Graw-Hill, London.
- Trejo, A. 1983. Congelación de semen de carnero en pastillas (pellets) I. Efecto de la congelación sobre la motilidad progresiva, la morfología espermática y la fertilidad. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México.* México, D. F., noviembre-diciembre. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. 110-113.
- Trejo, A.; Soto, R.; Neria, B. y Peña, M. 1984. Inseminación artificial en ovinos con semen congelado. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México.* Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. 322-324.
- Viser, D. y Salamon, S. 1974. Fertility following inseminations with frozen-thawed reconstituted and unconcentrated ram semen. *Austr. J. Biol. Sci.* 27:423-425.
- Westendorf, P.; Richter, L. y Treu, U.H. 1975. Zur Tiefgefrierung von Ebersperm-Labor- und Besamungsergebnisse mit dem Hülsenberg Pailletenverfahren. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 82:261-267.

Efecto de dos sistemas de simulación de monta durante la I. A. en el comportamiento reproductivo de las cerdas (*Sus scrofa domestica*)

Effect of two systems of mount simulation during A. I. of sows (*Sus scrofa domestica*) in some reproductive parameters

Castañeda, J.¹ y Orihuela, A.²

¹Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (SEP). Posgrado (PICP).
Correo electrónico: castanedadr@hotmail.com

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Apartado Postal 5-78, Cuernavaca, Morelos, México.
Correo electrónico: aorihuela@prodigy.net.mx

Resumen

Los estímulos del verraco alrededor de la Inseminación Artificial (IA) pueden afectar el desempeño reproductivo de la cerda. El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de alforjas de 25 kg sobre la grupa o un cinturón alrededor de la zona lumbar de las hembras simulando, respectivamente, la monta y presión de las extremidades delanteras del verraco durante la cópula, en el tiempo requerido para realizar la IA, tasa de parición y número de lechones nacidos vivos por cerda. Treinta y tres cerdas primerizas y 117 multíparas alojadas en jaulas individuales desde el momento de la IA hasta el parto, fueron asignadas de manera aleatoria a uno de tres tratamientos: (I) animales inseminados artificialmente sin presión sobre sus grupas ni zona lumbar (testigo); (II) individuos con alforjas sobre sus

Abstract

Boar stimuli at or around insemination may affect reproductive characteristics. Previous research showed that mount simulation may increase litter size and parturition rate in free housing sows. The purpose of the present study was to evaluate the effect of 25-kg saddlebags on the rump of the sows or a belt around the lumbar area simulating the mount and the front leg pressure during the mount, respectively. Thirty-three gilts and 117 sows restrained in individual cages from A. I. to weaning were randomly assigned to one of three treatments: (I) animals artificially inseminated with no pressure on their backs or lumbar area. (II) individuals with saddlebags on their rumps during A. I. and (III) animals with a belt around their lumbar area. No difference ($P > 0.05$) was found in the timing of the use of boar se-



grupos durante la IA y (III) animales con un cinturón ajustado alrededor de su zona lumbar durante la IA. No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en el tiempo requerido para la aplicación del semen durante cada una de las tres inseminaciones realizadas a cada hembra en celo. Las marranas primerizas en el grupo testigo tuvieron mayor ($P < 0.05$) número de lechones nacidos vivos, en comparación con las sometidas a los tratamientos de alforja o cinturón. Se concluye que los aditamentos utilizados durante la IA bajo las condiciones del presente experimento, no mejoran el tiempo requerido para realizar la IA, la tasa de parición, ni el número de lechones nacidos vivos por cerda.

Palabras clave

Cerdos, fertilidad, IA, estimulación sexual, simulación de monta.

men during A. I. among treatments. First parity sows under the control I group tended to have more ($p < 0.05$) live born piglets than saddlebags or belt treatment. It was concluded that A. I. management, social housing conditions and stress susceptibility of gilts might be responsible of contradictory results obtained when mount simulation methods are applied.

Key words

Pig-fertility, sexual stimulation, mount simulation, A. I.

Introducción

La disminución del número de verracos en las granjas, como resultado de la adopción de técnicas como la Inseminación Artificial (IA), ha traído por consecuencia la reducción de los estímulos que estos machos dirigen hacia las hembras en celo durante el cortejo y cópula [Soede, 1993].

Los estímulos sexuales son necesarios para un desempeño óptimo de las funciones reproductivas. Por ejemplo, en la hembra, pueden adelantar la pubertad [Dyck, 1988], contribuir a la expresión de la conducta estral [Signoret, 1970], reducir el periodo al estro después del destete, afectar el transporte espermático y acelerar la ovulación [Soede, 1993]. Otros efectos han sido encontrados por Hemsworth, Beilharz y Brown [1978], quienes demostraron una correlación positiva entre el número de golpes que el macho proporciona a la hembra en sus flancos y la subsecuente tasa de preñez.

El mecanismo preciso de cómo funcionan estos estímulos se desconoce. Sin embargo, la falta de éstos durante la IA pudiera afectar el desempeño reproductivo de las cerdas. Por lo que, el objetivo del presente experimento consistió en estímulos sexuales

a la hembra durante la IA, y evaluar su efecto sobre el tiempo necesario para la aplicación del semen, tasa de parición y número de lechones nacidos vivos por cerda.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en un centro experimental en Jalisco (México), utilizando semen de un verraco híbrido de la línea Seghers Hybrids, 33 cerdas primíparas y 117 multíparas de entre 2do. y 3er. parto de la crucea Yorkshire x Landrace.

El semen se colectó utilizando la técnica de la mano enguantada, posteriormente, se evaluó y disolvió en diluyente comercial BTS, envasándose en botellas de plástico de 100 ml con una concentración de 4.0×10^9 espermatozoides viables. Se conservó a 16–18°C hasta su uso, que nunca fue mayor de 48 h posteriores a su colección.

Las hembras se encontraban en corrales de aproximadamente 20-25 individuos, donde diariamente se detectaban celos, utilizando la prueba de presión en el dorso por parte del operador, quien se ayudaba durante aproximadamente 15 min., con la presencia de un verraco vasectomizado con buena libido. La detección de celos se realizó dos veces al día entre las 07:00-08:00 y las 17:00-18:00.

Aquellas hembras determinadas en celo, eran trasladadas a jaulas individuales donde eran inseminadas. Por la parte anterior limitaban con un pasillo donde se contaba con un macho, a los lados había otras cerdas en calor esperando ser inseminadas, y por la parte posterior, había una puerta que se abría mientras se llevaba a cabo la IA, siempre por el mismo operador.

Todas las hembras fueron inseminadas en tres ocasiones; en el caso de las primíparas, la 1er. IA se realizó inmediatamente después de ser detectadas en calor, la 2da. y 3ra. a las 12 y 24 h después de la primera, respectivamente. Las multíparas, se inseminaron 12, 24 y 36 horas después de haber sido detectadas en celo. La aplicación de semen se realizó utilizando pipetas desechables tipo “Golden Pig” (Medi Chimica® USA) con punta de esponja.

Las cerdas se fueron asignando de acuerdo a su orden de entrada en celo a uno de tres grupos experimentales en forma sucesiva: (I) animales inseminados artificialmente sin presión sobre sus grupas ni zona lumbar (testigo), (II) individuos con alforjas con 25 kg de arena sobre sus grupas durante la IA y (III) animales con un cinturón ajustado confortablemente alrededor de la zona lumbar durante la IA.

Después de la tercer inseminación, las cerdas se trasladaron al área de gestación donde se les mantuvo en jaulas individuales por 18-22 días, fecha en que se realizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonido. Las cerdas diagnosticadas como vacías, fueron eliminadas del experimento. En caso contrario, los animales permanecie-



ron en esta área hasta 4-5 días antes del parto, momento en que se trasladaban a parideros individuales.

Para su análisis, los dos grupos tratados se consideraron en forma independiente, debido a los diferentes tiempos de inseminación empleados, y a que las cerdas en su primer parto tienen camadas más pequeñas [Vesseur *et al.*, 1996].

Se registraron como variables dependientes: el tiempo necesario para la aplicación del semen en cada una de las tres inseminaciones practicadas por hembra en celo se comparó mediante un análisis de varianza [Gill, 1978]; la tasa de parición entre primíparas y múltiparas, mediante un análisis de Ji cuadrada [Siegel y Castellan, 1988], y el número de lechones nacidos vivos por cerda en esta misma comparación, mediante una "t" de Student [Gill, 1978]. Dentro de las múltiparas, para determinar la posible existencia de un efecto debido a paridad, además se realizó un análisis de regresión [Gill, 1978], para cada una de las variables, bajo el modelo: $Y = \text{efecto de paridad} + \text{efecto del tratamiento}$.

Resultados

El tiempo requerido para inseminación fue igual ($P > 0.05$) en las tres inseminaciones por celo, para ambos grupos de cerdas, bajo los tres tratamientos (Cuadro 1). La tasa de parición también fue similar ($P > 0.05$) en ambos tipos de animales para los tres tratamientos (Cuadro 2). Sin embargo, el número de lechones nacidos vivos, en los animales primerizos fue a favor del grupo testigo, arrojando una diferencia ($P < 0.05$) de 4-5 lechones más por parto por cerda, sin encontrarse diferencia entre el uso de alforjas y cinturón, mientras que para las cerdas múltiparas no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos. Tampoco se encontró efecto de paridad en la producción de lechones nacidos vivos por cerda múltipara ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Tiempo promedio (\pm de) de inseminación (en minutos) durante cada una de las tres inseminaciones por celo en ambos grupos de cerdas bajo los tres diferentes grupos experimentales.

Tratamiento	Inseminación			Promedio de tratamiento
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	
Primíparas:				
Alforjas	5.1 \pm 1.4	5.5 \pm 1.2	5.7 \pm 1.4	5.4 \pm 1.3
Cinturón	4.9 \pm 1.4	5.5 \pm 2.0	5.4 \pm 2.0	5.3 \pm 1.8
Testigo	4.5 \pm 1.4	4.8 \pm 1.5	4.9 \pm 1.2	4.7 \pm 1.4
Promedio de inseminación	4.8 \pm 1.4	5.3 \pm 1.6	5.3 \pm 1.5	
Múltiparas:				
Alforjas	4.7 \pm 1.2	5.1 \pm 1.2	4.8 \pm 1.1	4.9 \pm 1.2
Cinturón	4.9 \pm 1.2	5.0 \pm 1.5	5.1 \pm 1.4	5.0 \pm 1.4
Testigo	4.6 \pm 1.0	5.1 \pm 1.3	4.4 \pm 1.3	4.7 \pm 1.2
Promedio de inseminación	4.7 \pm 1.1	5.0 \pm 1.3	4.8 \pm 1.3	

Cuadro 2. Tasa de parición (%) y número de lechones nacidos vivos por cerda primípara o múltipara dentro de los tres tratamientos experimentales.

Tratamiento	Primíparas:		Múltiparas:	
	Tasa de parición	Lechones nacidos vivos	Tasa de parición	Lechones nacidos vivos
Alforjas	90.9 a	7.3 \pm 2.5 a	87.2 a	11.6 \pm 2.6 a
Cinturón	90.9 a	8.5 \pm 2.3 a	92.3 a	10.9 \pm 3.0 a
Testigo	100 a	12.4 \pm 1.7 b	82.0 a	10.4 \pm 1.9 a
	100.0			

* Las columnas con distinta literal tienen diferencia estadística ($P < 0.01$).



Discusión

Los promedios de tiempo de aplicación de semen son similares a los encontrados por Levin *et al.* [1989], quienes mencionan un promedio de 4.5 minutos por cerda. También García *et al.* [1997], encontraron un rango con valor máximo de 10.3 y un mínimo de 1.4 minutos por aplicación. La tasa de parición encontrada en el presente trabajo, fluctúa alrededor del promedio nacional de 85% [Ramírez y Alonso, 1987].

La diferencia en el número de lechones nacidos vivos en favor de las cerdas primíparas así como la falta de un efecto de tratamientos sobre la tasa de parición, muestra resultados contradictorios con los encontrados en trabajos preliminares por Castañeda *et al.* [1997]. Sin embargo, en este último trabajo, las cerdas se encontraban libres y únicamente se consideraron para el experimento aquellas que aceptaban las alforjas tranquilamente durante la IA, eliminando aquellas que mostraban signos de intranquilidad durante el proceso. Además, después de la IA las cerdas se mantuvieron en lotes de 20 hembras. En cambio, en el presente estudio, las jaulas del área de IA impedían el movimiento de las marranas, lo que les obligaba a aceptar el tratamiento asignado y éstas fueron inseminadas independientemente de mostrar signos de intranquilidad o no; además, después de la IA, se mantuvieron en jaulas individuales hasta el parto, situaciones que pueden marcar la diferencia. Por ejemplo, Hunter [1980], encontró resultados diferentes al comparar la IA en grupos de cerdas tranquilas vs. inquietas, estableciendo que, un estado de calma durante y después del coito, puede facilitar el transporte espermático, beneficiando la tasa de concepción. Aunado a lo anterior, Döcke y Worch [1963], encontraron en cerdas libres durante la IA, un efecto positivo en la motilidad uterina.

Barnett *et al.* [1982], encontraron que entre aquellas cerdas alojadas en jaulas pueden estar bajo estrés crónico, produciendo niveles altos de cortico-esteroides que afectan la fertilidad. También Hemsworth *et al.* [1978], encontraron un efecto positivo en la tasa de preñez y el tamaño de la camada de cerdas alojadas en grupo. Con base en lo anterior, la falta de un efecto en los tratamientos puede ser consecuencia de las condiciones de manejo durante la IA y de alojamiento, realizados durante el presente trabajo. Por otra parte, la falta de un efecto de paridad en el número de lechones nacidos vivos por parto, puede ser debido al corto rango de edades, pues en la literatura se encuentra que las primerizas tienden a tener menos lechones nacidos vivos en comparación con marranas de seis o más partos [Vesseur *et al.*, 1996].

Conclusiones

Se concluye que el uso de alforjas o cinturones pélvicos durante la IA bajo las condiciones del presente estudio, no mejora el desempeño reproductivo (tasa de preñez y tamaño de la camada), ni la duración de inseminación de cerdas primíparas o multiparas. Se recomienda realizar futuras investigaciones donde se evalúe el grado de estrés que provoca el uso de estos implementos, fundamentalmente en cerdas primerizas, así como valorar las diferentes condiciones de manejo durante la IA, así como de alojamiento posterior.

Literatura citada

- Barnett, J.L.; Comn, G.M. and Winfield, C.G. 1981. *The effects of individual and group penning of pigs on total and free plasma corticosteroids and the maximum corticosteroid binding capacity*. Gen. Comp. Endocrinol. 44 (2): 219-225.
- Barnett, J.L.; Hensworth, P.H. and Cronin, G.M. 1982. *The effect of mating on plasma corticosteroids in the female pig and the influence of individual and group penning on this response*. Gen Comp. Endocrinol. 47 (4): 516-521.
- Castañeda, J.; Orihuela, A. y Becerril, A. J. 1997. Efecto de la simulación de la monta durante la inseminación artificial sobre el comportamiento reproductivo en cerdas. Memorias de la X Reunión Trópico, 1997, Noviembre 13 y 14; Barra de Navidad (Jalisco). Universidad de Colima, México, pp. 201-204.
- Döcke, R. and Worch, H. 1963. *Untersuchungen über die Uterusmotilität und die Paarungsreaktionen der Sau*. Zuchthygiene. 7 (1): 169-178.
- Dyck, G.W. 1988. *Factors influencing sexual maturation, puberty and reproductive efficiency in the gilt*. Can. J. Anim. Sci. 68 (1): 1-13.
- García, R.; Lapuente, J. A.; Sagües, A.; Alba De, J.; Martín, C. y Rillo, S. 1997. Avances en inseminación artificial para mejorar resultados reproductivos. Memoria del V Congreso de Reproducción e Inseminación Artificial en porcinos. León (Guanajuato), México, pp. 56-74.
- Gill, L.J. 1978. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. 1st ed. The Iowa State University Press, Ames Iowa. 515 p.
- Hensworth, P.H.; Beilharz, R.G. and Brown, W.J. 1978. *The importance of the courting behavior of the boar in the success of natural and artificial matings*. Appl. Anim. Ethol. 4 (4): 341-347.
- Hunter, R.H.F. 1980. Physiology and technology of reproduction in female domestic animals. Academic Press, London. 554 pp.
- Levin, K.L.; Viasov, V.V.; Mishin, V.F. and Kuvshinov, V.P. 1989. *The timing of the use of boar semen following warming up*. Zootekhnya. 4 (1): 65-67.
- Ramírez, N. R. y Alonso S. M. L. 1987. Indicadores relevantes para la producción porcina. Sistema de Universidad Abierta. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 213 p.
- Siegel, S. and Castellan, N.J. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2nd ed. McGraw-Hill, New York. 450 pp.
- Signoret, J.P. 1970. *Reproductive behavior of pigs*. J. Reprod. Fertil. (Suppl.) 11:105-117.
- Soede, N.M. 1993. *Boar stimuli around insemination affect reproductive processes in pigs: A review*. Anim. Reprod. Sci. 32 (1): 107-125.
- Vesseur, P.C.; Kemp, B. and Hartog Den, L.A. 1996. *Factors influencing the proportion of offspring from a second insemination in sows*. Anim. Reprod. Sci. 41 (3-4): 255-265.

Evaluación económica y efectos en la reproducción porcina de tres tipos de pipetas usadas para I. A.

Effect in swine reproduction and economics from the use of three different artificial insemination pipettes

Castañeda, J.¹ y Orihuela, A.²

¹Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (SEP),
Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias (PICP) de la Universidad de Colima.
Correo electrónico: castanedadr@hotmail.com

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Apartado Postal 5-78 Cuernavaca, Morelos.
Correo electrónico: aorihuela@prodigy.net.mx

Resumen

La vagina y cerviz de las cerdas son estimuladas físicamente durante la inseminación. Este contacto puede afectar características reproductivas tales como el transporte espermático y el proceso de ovulación. En el presente trabajo se evaluaron desde el punto de vista económico y reproductivo, tres tipos de pipetas utilizadas para I. A. de cerdas de diferente material y forma. Se utilizaron 120 animales multíparos asignados de acuerdo a su orden de entrada al celo, en forma sucesiva a uno de tres grupos experimentales: 1) I. A. mediante pipeta reusable de hule tipo Melrose (®Medata), 2) I. A. con pipeta desechable de punta plástica en espiral y 3) I. A. con pipeta desechable con punta de poliestireno redonda (®Medi chimica). No se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre los porcentajes de gestación, parición y promedio de lechones nacidos vivos por

Abstract

The vagina and cervix of the female pigs are stimulated by tactile contact during insemination. This stimulation may affect reproductive characteristics such as sperm transport and process of ovulation. In the present study, three breeding catheters for A. I. in swine of different materials and design were evaluated. One hundred and twenty mature sows were assigned according to the order they appeared in estrus, to one of the following experimental groups: 1) sows artificially inseminated with a soft rubber reusable breeding spirette Melrose type (®Medata), 2) sows artificially inseminated with a disposable plastic spiral swine catheter and 3) sows artificially inseminated with a disposable catheter with tapered foam tip (®Medi chimica). No effect was found ($P > 0.05$) in pregnancy and parturition rates, number of piglets born alive, time required to

parto, en el tiempo de aplicación del semen, ni en el volumen del mismo, arrojado por las cerdas en los 10 min. posteriores a la I. A. Los valores promedio fueron de: 91.7%, 86.7%, 10.4 ± 2.8 , 7.8 ± 2.6 min. y 10.4 ± 11.3 ml, respectivamente. El análisis de regresión, no mostró significancia en cuanto a paridad en ninguna de las variables estudiadas ($P > 0.05$). Se concluye que las pipetas evaluadas no difieren en su efecto sobre el desarrollo reproductivo de la pira. Sin embargo, la pipeta reusable tipo Melrose ofrece ventaja económica bajo las condiciones del presente estudio.

Palabras clave

I. A., porcinos, pipetas, parámetros reproductivos.

achieve each service nor in the volume of semen rejected by the sow during ten minutes after each A. I. The average values for these variables were: 91.7%, 86.7%, 10.4 ± 2.8 , 7.8 ± 2.6 min and 10.4 ± 11.3 ml, respectively. The regression analysis did not show any effect from parity in any of the variables evaluated ($P > 0.05$). The results suggest that the different catheters evaluated did not differ in their effect on the reproductive performance of the sows. Nor does the stimulus in the reproductive tract of the sow due to the use of different types of catheters during A. I. affect swine reproductive performance in a significant way. Therefore, the use of the soft rubber reusable breeding spirette Melrose type might be favored as in the mean term these are more economical.

Key words

A. I., swine, catheters, breeding spirette, reproductive parameters.

Introducción

Los estímulos que el verraco proporciona a la hembra durante la cópula, tradicionalmente se han dividido en olfativos, táctiles, visuales y auditivos [Hughes, Pearce y Patterson, 1990]. Se ha observado que desde el cortejo, el cerdo emite saliva y orina con frecuencia, sustancias que contienen grandes cantidades de feromonas con efectos directos en el comportamiento reproductivo de las cerdas [Booth, 1988]. Los estímulos táctiles los realiza el macho, principalmente con el hocico, dirigiendo embates hacia la región posterior y flancos de las hembras [Hemsworth *et al.* 1978]. Además, la presencia del macho y los sonidos que éste emite, han demostrado también efectos importantes en la reproducción de esta especie [Davies, 1986].

Aunado a lo anterior, investigaciones recientes han postulado que la estimulación que el verraco proporciona durante la cópula involucra otros aspectos [Soede, 1993].



Por ejemplo, las partes del tracto reproductivo de la cerda también son estimuladas. El pene del verraco ejerce un estímulo táctil sobre la vagina y cerviz principalmente.

Hoy en día existen en el mercado diferentes pipetas para la I. A. de las cerdas, variando en precio, forma y material. Sin embargo, se desconoce el grado de estimulación que éstas puedan provocar y la repercusión que se pueda tener en la reproducción. Por lo que el objetivo del presente trabajo es la evaluación de los efectos en la reproducción y económicos de tres tipos de pipetas usadas comúnmente en México para la I. A. de cerdas.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en una granja porcina de ciclo completo localizada en Querétaro (México) 20° 34' 13" N y 100° 22' 11" O, con una altitud de 1820 msnm, clima semi-seco templado con temperatura media anual de 19°C y precipitación pluvial de 551.5 mm [García, 1973].

Se utilizaron 120 cerdas híbridas de la línea Camboroug PIC®, con uno a seis partos (40/tratamiento), alojadas en grupos de alrededor de 25 animales por corral.

La detección de estros se llevó a cabo realizando la prueba de presión en el dorso, por el mismo operador, durante aproximadamente 15 min. por corral, diariamente, a las 07:00 y 18:00 horas, ayudado por la presencia de un verraco vasectomizado de buena libido.

Una vez detectadas en calor, las cerdas fueron trasladadas al área de I. A., donde se colocaron en jaulas individuales de herrería. Estas jaulas limitaban el movimiento de las marranas hacia el frente y los lados. Por la parte anterior, limitaban en un pasillo donde se contaba con la presencia de un macho; a los lados había otras cerdas en la misma situación, y por la parte posterior, eran abiertas de manera que facilitaran el manejo del inseminador. Para la presente investigación fue siempre el mismo.

Las cerdas se asignaron de acuerdo a su orden de entrada al celo, en forma sucesiva a uno de los tres grupos experimentales siguientes: 1) inseminada con pipeta reusable (Medata®) de hule tipo Melrose; 2) inseminada con pipeta desechable con punta de hule en espiral e 3) inseminadas con pipetas desechables (Medi química®) con punta de poliestireno redonda (Figura 1).

Figura 1. Diferentes tipos de pipeta (forma y material) utilizadas en la I. A. de cerdas. De arriba hacia abajo: 1) pipeta desechable de unta plástica en espiral, 2) pipeta desechable con punta de poliestireno redonda (®Medi chimica) y 3) pipeta reusable de hule tipo Melrose (®Medata).



Todas las hembras fueron inseminadas en tres ocasiones: 12, 24 y 36 horas después de dictaminadas en celo.

El semen utilizado fue de un semental híbrido de la línea Seghers Hybrids procedente del Centro de Inseminación Artificial y Mejoramiento Genético de la Asociación de Porcicultores de Querétaro (CIAMGQ). Para su dilución se utilizó el medio Modena modificado, en un volumen total de 80 ml y concentración de 3×10^9 espermatozoides viables por dosis. El semen procesado se envasó en botellas de plástico suave, tipo cono de pasta dental, selladas al calor y se conservó entre 16 y 18°C. Para la inseminación, no se utilizó semen que tuviera más de 48 horas post-dilución.

Durante la I. A. se registró el tiempo de aplicación de semen así como el volumen de “reflujo”, considerado éste como el semen arrojado a través de la vulva de las cerdas durante los diez minutos posteriores a su aplicación. Esto último se midió sosteniendo manualmente un tubo graduado en la parte inferior de la vulva de las cerdas durante el tiempo mencionado.

Una vez inseminadas, las cerdas fueron trasladadas al área de gestación, donde se les mantenía en jaulas individuales por 18 a 22 días, fecha en que se realizaba el



diagnóstico de preñez mediante ultrasonografía. Aquellas cerdas negativas, eran eliminadas del experimento. En caso de ser confirmada la gestación, los animales permanecían en sus jaulas hasta cuatro a cinco días antes del parto, momento en que se trasladaban a parideros individuales en la sala de parición.

Los datos de tasa de parición y número de lechones nacidos vivos se analizaron a través de la prueba de Ji cuadrada [Siegel y Castellan, 1988]. Mientras que los resultados sobre el tiempo de aplicación del semen y el volumen de reflujo del mismo, se analizaron mediante un análisis de varianza [Gill, 1978]. Con el fin de determinar la posible existencia de un efecto debido al número de partos, además se llevó a cabo un análisis de regresión para cada una de las variables estudiadas [Gill, 1978], bajo el modelo: $Y = \text{efecto de paridad} + \text{efecto del tipo de pipeta}$.

Resultados

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre los porcentajes de gestación, parición y promedio de lechones nacidos vivos por parto por cerda entre los diferentes tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del tipo de pipeta en los porcentajes de gestación y parición, así como en el promedio de lechones nacidos vivos por parto por cerda.

Tipo de pipeta	Gestación %	Parición %	Lechones nacidos vivos
Reusable Melrose	92.5 a	87.5 b	10.08 ± 3.00 c
Desechable punta de espiral	92.5 a	82.5 b	10.69 ± 2.10 c
Desechable punta redonda	90.0 a	90.0 b	10.33 ± 3.30 c
Media (± ds)	91.7	86.7	10.40 ± 2.80

Literales iguales en la misma columna indican igualdad estadística ($P > 0.05$).

En el Cuadro 2, se aprecia que, en general, se requirieron 7.8 ± 2.7 minutos para realizar la inseminación, y el volumen promedio de reflujo que se obtuvo fue de 10.4 ± 11.3 ml de semen, independientemente del tipo de pipeta empleada ($P > 0.05$), correspondiendo al 12.5% del total del volumen de la dosis aplicada. El análisis de regresión, no mostró significancia en ninguna de las variables estudiadas ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Efecto del tipo de pipeta en el tiempo de aplicación del semen y volumen del reflujo.

Tipo de pipeta:	Tiempo promedio de aplicación (minutos) de semen (\pm ds)	Volumen promedio de semen (ml) reflujo (\pm ds)
Reusable Melrose	7.8 \pm 3.2 a	9.7 \pm 10.9 b
Desechable punta de espiral	7.8 \pm 2.0 a	11.3 \pm 11.7 b
Desechable de punta redonda	7.8 \pm 2.7 a	10.2 \pm 11.3 b
Media (\pm ds)	7.8 \pm 2.6	10.4 \pm 11.3

Literales iguales en la misma columna indican igualdad estadística ($P > 0.05$).

La pipeta reusable tipo Melrose resultó la de mayor precio de adquisición en el mercado (US \$ 160.00). Sin embargo, calculando una vida útil de alrededor de un año, con 260 inseminaciones en ese periodo (cinco veces por 52 semanas), nos arroja un costo por inseminación de US \$ 0.61. A este valor, se le aumentaron los costos por esterilización requeridos para cada utilización. Una vez considerados los gastos de energía, equipo, insumos y mano de obra, el costo por inseminación se incrementó a US \$1.00.

Por otra parte, las pipetas desechables de punta en espiral y la redonda, tuvieron un costo de adquisición en el mercado de US \$ 3.50 y 4.50, respectivamente.

Discusión

La diferencia entre la tasa de gestación y parición se debió a que se presentaron cinco abortos, y otras dos cerdas fueron desechadas por problemas diversos estando aún gestantes.

La tasa de parición encontrada en el presente trabajo se encuentra cerca del valor promedio nacional de 85% [Ramírez y Alonso, 1987].

La falta de un efecto en la tasa de gestación y parición concuerda con el trabajo de Rillo [1982], donde se compararon la pipeta tipo Allard y la Melrose.

Los promedios en el tiempo de aplicación de semen no mostraron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, en la literatura relativa al caso, sólo se encontró un trabajo referente a este factor, en el que se muestran valores de 4.5 minutos utilizando semen precalentado [Levin *et al.*, 1989]. Lo anterior sugiere la necesidad de mayor



investigación respecto a la velocidad de aplicación del semen con respecto a su temperatura, y los efectos que este pre-calentamiento pudiera tener en los parámetros reproductivos aquí considerados.

En lo que se refiere al volumen de semen que la hembra desecha en los diez minutos posteriores a la I. A., se observó una tendencia a ser menor al utilizar la pipeta tipo Melrose, sin que este valor pueda llegar a ser significativo. Esto, seguramente, debido a que se registraron desviaciones estándar muy grandes en todos los tratamientos, en virtud de que se observaron animales que no desecharon semen en absoluto, mientras otros arrojaron volúmenes de hasta 40 ml, correspondiendo este último valor a la mitad del volumen aplicado.

El no encontrar un efecto significativo de la regresión con referencia al número de parto en las variables estudiadas, puede ser debido al tamaño de la muestra y/o al corto rango de paridad, que para el presente trabajo fue de cinco (2-7).

No hay duda de que el glande del pene, así como las diferentes formas de las pipetas proporcionan un estímulo durante el momento de inseminación, que puede afectar las características reproductivas de la cerda, tales como el transporte espermático y el proceso de ovulación. Sin embargo, de los resultados de este trabajo, se desprende que los efectos de los tres tipos de pipeta evaluados no son significativos como para afectar de manera importante el desarrollo reproductivo de la pira.

Lo anterior nos lleva a únicamente una ventaja económica al momento del estudio en favor de la pipeta reusable tipo Melrose. No obstante, deben considerarse factores tales como la preferencia de los inseminadores y el riesgo de transmisión de enfermedades que implica la utilización de una pipeta reusable si no se tienen los cuidados necesarios.

Conclusiones

Las pipetas evaluadas no difieren en su efecto sobre el desarrollo productivo de la pira. Sin embargo, la pipeta reusable tipo Melrose ofrece ventaja económica bajo las condiciones del presente estudio.

Literatura citada

- Booth, W.D. 1988. *Hormones, pheromones and sexual behavior in the boar*. Pig News Inf. 9:251-255.
- Davies, O.D. 1986. Effect of using vasectomized boars for additional mating on sow reproductive performance. Winter Meeting of the British Society of Animal Production, 17-29 March, Trawsgood, UK, Pap. No. 123. Br. Soc. Anim. Prod. 17 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, México, D. F. 215 pp.
- Gill, L.J. 1978. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. 1st ed., USA, The Iowa State University Press. 515 p.

- Hemsworth, P.H.; Beilharz, R.G. and Brown W.J. 1978. *The importance of the courting behavior of the boar in the success of natural and artificial mating*. Appl. Anim. Ethol. 4 (4):341-347.
- Hughes, P.E.; Pearce, G.P. and Patterson, A.M. 1990. *Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction* in: Cole DJA, Foxcroft GR and Weir JJ (Editors). Control of Pig Reproduction III. J. Reprod. Fertil. (Suppl) 40:323-341.
- Levin, K.L.; Vlasov, V.V.; Mishin, V.F. and Kuvshinov, V.P. 1989. *The timing of the use of boar semen following warming up*. Zootekhniya. 4 (1): 65-67.
- Ramírez, N. R. y Alonso, S. D. L. 1987. Indicadores relevantes para la producción porcina. Sistema de Universidad Abierta. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 75 pp.
- Rillo, M. S. 1982. Reproducción e inseminación artificial porcina. Editorial Aedos, Barcelona, España, 245 pp.
- Siegel, S. and Castellan, N.J. 1988. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. 2nd ed. USA, McGraw-Hill. 450 pp.
- Soede, N. M. 1993. *Boar stimuli around insemination affect reproductive processes in pigs*. A review. Anim. Reprod. Sci. 32 (1-2):107-125.

Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas

Forage species utility in silvopastoral system in the valley central of Chiapas

Pinto, R.;¹ **Gómez, H.;**¹ **Martínez, B.;**¹ **Hernández, A.;**¹
Medina, F.;¹ **Ortega, L.;**² **y Ramírez, L.;**³

¹Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico en Agroforestería Pecuaria. Carretera Villaflores-Ocozocoautla km 8.5. Apdo. Postal 63. Villaflores, Chiapas, México.

Correo electrónico: pinto_ruiz@yahoo.com.mx

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mérida, Yucatán, México.

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Departamento de Nutrición Animal. Apdo. Postal 4-116. Mérida, Yucatán, México.

Resumen

Con el objetivo de conocer los usos, la composición química y degradabilidad ruminal de especies arbóreas y herbáceas del trópico mexicano, se desarrolló el presente trabajo en el Valle Central del estado de Chiapas, México. A través de entrevistas con productores se identificaron 14 leñosas y 7 herbáceas con mayor mención forrajera, así como sus múltiples usos. De éstas, el contenido de PC varió de medio a alto (5.8-28.7%), sobresaliendo las especies herbáceas, el contenido de MO fue muy similar entre especies (79.1-96.6%) y los niveles más altos de FDN y FDA se encontraron en los frutos y las mayores concentraciones de FT en los follajes arbóreos. En términos de degradabilidad a 24 h de la PC, MS y

Abstract

With the objective of knowing the use, chemical composition and rumen degradability some tree and herbaceous species, this work was carried out in the Central Valley of Chiapas state, México. Through interviews with producers, the widest forage use of 14 woody species and seven herbaceous species was known, as well as their many uses. The content of CP varied from medium to high (5.8-28.7%) and the herbaceous species stood out. The OM content was very similar among species (79.1-96.6%). The highest levels of NDF and ADF appeared in the fruits and the highest concentrations of total phenols in the tree foliage. Regarding degradability of CP, DM and OM at 24 h the foliage of *G. americana* and the fruit of *E. cyclo-*

MO, sobresalieron el follaje de *G. americana* y el fruto de *E. cyclocarpum* ($P < 0.05$), en tanto, el follaje y fruto de *A. pennatula*, y el follaje de *B. unguolata* y *M. hondurana* presentaron los valores más bajos ($P < 0.05$) de todas las especies en evaluación. Los parámetros de degradabilidad ruminal (*a*, *b*, *a + b*, *c*) de los frutos fueron menores en comparación a los follajes. Sobresalió el fruto de *E. cyclocarpum* por su alto potencial de degradabilidad. Para el caso del follaje, excepto el género *Acacia*, todas las especies presentaron valores altos de degradabilidad ruminal de la MS.

Palabras clave

Árboles forrajeros, arvenses, composición química, degradabilidad *in situ*.

carpum stood out ($P < 0.05$); meanwhile, the foliage and fruit of *A. pennatula*, and the foliage of *B. unguolata* and *M. hondurana* showed the lowest values ($P < 0.05$) among all the fruits were lower than those of the foliage. The fruit of *E. cyclocarpum* stood out for its high degradability potential. In the case of foliage, except the *Acacia* genera, all the species showed high values of rumen degradability of the DM.

Key words

Forage trees, herbaceous plants, chemical composition, degradability *in situ*.

Introducción

En los últimos años, la investigación en Sistemas Silvopastoriles ha asumido un papel muy importante debido a la necesidad de diseñar sistemas productivos armónicos con el ambiente. Bajo este contexto, el desarrollo de la ganadería con el uso de especies leñosas, arvenses y trepadoras asociadas a las pasturas es una estrategia que deberá explotarse, particularmente en los trópicos del mundo, debido a la gran biodiversidad vegetal presentes en éstos. Al respecto, en el trópico mexicano, existe un amplio conocimiento empírico por parte de los productores acerca del uso de una gran diversidad de especies vegetales forrajeras como alimento animal, pero poco se conoce acerca de su calidad nutricional. Esta situación manifiesta el potencial de la región para desarrollar estrategias eficientes para la producción animal, sin embargo, esta gran diversidad no ha sido evaluada en forma sistemática, por lo que se requiere explorar y generar mayores conocimientos al respecto.

Por lo anterior, los objetivos específicos de este trabajo fueron: Identificar el uso de las especies con potencial forrajero integrantes de los diversos estratos en sistemas



silvopastoriles del Valle Central de Chiapas, México, así como conocer la composición química y degradabilidad ruminal de las especies de mayor mención forrajera y, finalmente, conocer los parámetros de degradación ruminal de las especies arbóreas utilizando la técnica de la bolsa de nylon.

Materiales y métodos

Características del área de estudio

El Valle Central de Chiapas localizado en el trópico del Sureste mexicano, posee una longitud aproximada de 280 km y una anchura promedio de 32.5 km; la altitud promedio es de 575 msnm, una precipitación promedio de 1,100 mm y una temperatura promedio de 25.5°C. Los tipos de climas predominantes son: Cálido subhúmedo con lluvias en verano AW₁''(W)(I)g con variantes como el semicálido húmedo con lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias todo el año. Los suelos son clasificados como Cambisoles, Rendzinas y Luvisoles [García, 1989; Nieuwkoop *et al.*, 1994].

Conocimiento local de especies forrajeras

Para registrar el conocimiento local de las especies forrajeras consumidas por los animales en vegetaciones de múltiples estratos así como sus diferentes usos, se efectuaron entrevistas directamente en las fincas y únicamente con productores que contaran con bovinos y que éstos se alimentaran bajo pastoreo. El tamaño de muestra fue determinado de acuerdo a la fórmula propuesta por Scheaffer *et al.* [1987], y con una confiabilidad mínima del 95%. Con la ayuda de prensas botánicas se colectó muestras de cada especie para ser identificadas en el herbario del Instituto de Historia Natural y Ecología del Estado de Chiapas.

Obtención de muestras para estudios químicos y de degradabilidad

La selección de las especies se basó en los resultados derivados del conocimiento local de su uso forrajero por bovinos, ya que se efectuó un muestreo solamente en las especies que presentaron una mayor mención forrajera. La obtención de dichas muestras fue realizada en diversos transectos localizados en todos los municipios de la zona de estudio, utilizando para ello simulación de pastoreo. Se consideró follaje-tallos tiernos (diámetro < 5 mm) y/o frutos de acuerdo al uso animal.

Composición químico-nutricional

Las muestras fueron analizadas para determinar los contenidos de Proteína Cruda (PC) y Materia Orgánica (MO) (A. O. A. C., 1990); las fracciones de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA), según la técnica de Vant Soest *et al.* (1991), y la presencia de fenoles totales (FT) de acuerdo a la técnica de Domínguez (1979).

Características de los animales y dieta basal

Se utilizaron cuatro toretes cebú-suizo (215 kg \pm 10.0) provistos de cánulas ruminales flexibles, cuya alimentación fue basada en el pastoreo de zacate Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*). Las degradaciones del follaje arbóreo se realizaron durante la época de secas y las arvenses y enredaderas durante las lluvias con la finalidad de crear un ambiente ruminal similar al que se encuentran los animales en condiciones comerciales.

Degradabilidad ruminal

Para medir la degradación ruminal de la Materia Seca (DgrMS), Materia orgánica (DgrMO), de la Proteína Cruda (DgrPC), se empleó un tiempo de incubación de 24 h y para los parámetros de degradabilidad (*a*, *b*, *a+b* y *c*) los tiempos de incubación fueron de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h. En ambos casos se empleó la técnica de la bolsa de nylon [Orskov y McDonald, 1979]. Para ello, se utilizaron bolsas de nylon de 7 x 5 cm y 50 micras de tamaño de poro. Las bolsas se introdujeron por duplicado a cada animal por cada tiempo de incubación, y por cada especie y componente evaluado (hoja-fruto). Todas las bolsas en el rumen estuvieron contenidas en una bolsa de corsetería. La desaparición del material fue expresada en porcentaje y estimada por diferencia entre la cantidad existente del material incubado, menos la cantidad del material residual.

A través del ajuste de la ecuación exponencial descrita por Orskov y McDonald [1979], se derivaron las constantes de degradación de la materia seca: *a* (fracción soluble en tiempo cero), *b* (potencial de degradabilidad del componente que se degradará cuando el tiempo no sea limitado), *c* (tasa de degradación de *b*) y *a+b* (degradabilidad potencial a 96 h).

Análisis estadísticos

Para analizar la información obtenida, los datos de uso y mención forrajera, se interpretaron por medio del uso de porcentajes. Se realizaron análisis de varianza de acuerdo al diseño completamente al azar para la degradabilidad *in situ* a 24 h de la

MS, MO y PC y para los parámetros de degradabilidad entre las especies, donde los tratamientos fueron las especies con cuatro réplicas cada uno de ellos. La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Asimismo, se realizaron análisis de correlación y regresión para buscar relaciones entre las variables estudiadas. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS [1994].

Resultados

Los nombres locales y científicos de las especies derivadas del estudio, así como su mención forrajera son presentados en el Cuadro 1. Con relación a las especies arbóreas, ocho especies fueron importantes por su follaje, cuatro por su follaje y fruto y sólo dos por su fruto, lo que explica el número y tipo de especie presente en los Cuadros 3 y 4. De éstas, la de mayor uso forrajero fue el Caulote (*G. ulmifolia*) (82.0%), mientras que el Pitillo (*E. golmanii*), a pesar de sus ventajas (alta cantidad de hojas y excelente calidad nutritiva), fue poco mencionada (5.9%). De las enredaderas y arvenses, el Puyú (*I. triloba*) y Flor Amarilla (*S. procumbens*) destacan en su importancia (88.2 y 54.9%, respectivamente). Por otro lado, el Cuadro 2 presenta los diferentes usos dados a las especies arbóreas evaluadas en este trabajo. Una elevada proporción de especies posee un uso múltiple, todas las especies tuvieron usos o servicios alternos al forrajero, encontrándose 38 combinaciones entre el uso y la especie. Para el caso de las herbáceas, no se reportaron usos alternos al forrajero.

Con relación a la calidad nutricional (Cuadros 3, 4 y 5), el contenido de PC varió de medio a alto (5.8-28.7%), sobresaliendo las especies herbáceas y dentro de ellas, las arvenses. El contenido de MO fue muy similar entre especies (79.1-96.6%). Los niveles más altos de FDN y FDA se presentaron en los frutos arbóreos y las mayores concentraciones de FT se dieron en los follajes de las especies leñosas, sobresaliendo *B. ungulata* (4.2%), contrariamente, las especies herbáceas presentaron las menores concentraciones de FT. Por otra parte, los follajes de *G. sepium*, *P. dulce*, *G. americana*, *D. robinooides*, *L. leucocephala* y *E. goldmanii* y el fruto de *E. cyclocarpum*, así como todas las enredaderas y arvenses presentaron valores mayores al 50% de desaparición ruminal de la MS, MO y PC; sobresaliendo de éstos, los valores del follaje de *G. americana* y el fruto de *E. cyclocarpum* ($P < 0.05$), en tanto, el follaje y fruto de *A. pennatula*, y el follaje de *B. ungulata* y *M. hondurana* presentaron los valores más bajos ($P < 0.05$) de todas las especies en evaluación.

Con relación a los parámetros de degradabilidad ruminal, se encontró que para el caso de frutos (Cuadro 6), se presentaron diferencias significativas para dichos parámetros ($P < 0.05$), excepto para la tasa de degradación (c). En promedio, el valor de

a para todas las especies varió de 19.3 a 46.6%; la tasa de degradación (*c*) tuvo un rango de 0.04-0.085/h. El valor *a+b* fluctuó entre 38.3 a 75.6%, y los valores de *b* de 17.4-45.0%. Con relación al follaje (Cuadro 7), se encontraron diferencias altamente significativas para todos los parámetros ($P < 0.01$). En promedio, el valor *a* para todas las especies varió de 22.4 a 35.0%; los de *c* tuvieron un rango de 0.031 a 0.078/h; los de *a+b* fluctuaron de 42.5 a 91.7%, y los valores de *b* presentaron un rango de 19.6 a 57.7%. La falta de parámetros de degradación para las herbáceas, para el fruto de *A. pennatula* y para los follajes *A. farnesiana*, *B. unguata* y *A. caribaea* en los cuadros respectivos, fue debido a problemas en el manejo de las muestras.

Discusión

Como se aprecia en el Cuadro 1, la presencia de leguminosas arbóreas corresponde al 43.4% del total de las especies más importantes. Inicialmente, se mencionaron en total 66 especies arbóreas y 19 herbáceas reconocidas como de uso forrajero en rumiantes, apreciándose un mayor conocimiento local de especies leñosas en comparación a las herbáceas. Sin embargo, sólo 14 arbóreas (entre follajes y frutos), 3 enredaderas y 4 arvenses son consideradas de mayor importancia forrajera de acuerdo a su mención por los productores.

Con relación a sus usos, el Cuadro 2 muestra que el mayor número de especies consideradas en este estudio es usada como leña (12), seguidos de las utilizadas como utensilios (10), medicinales (7), cercas vivas (6) y alimentos (3). De lo anterior se desprende el amplio conocimiento local de especies que son consumidas por los animales, existiendo preferencias y mayor arraigo en su uso sobre algunas de ellas.

Considerando el aspecto nutricional, la PC y DgrPC son indicadores importantes de la calidad nutricional de especies forrajeras, por lo cual los valores reportados para muchas de las especies aquí evaluadas son suficientes para considerarse como suplementos proteicos en pasturas de baja calidad, ya que se encontraron valores superiores de PC en algunos casos hasta de un 100% respecto a lo contenido en pastos tropicales.

En las especies leñosas, sobre todo sus frutos, se observan contenidos significativos de FDN y FDA lo que indica una menor proporción de compuestos solubles disponibles para el animal, sobresaliendo el fruto de *A. pennatula* (FDN= 72.2, FDA= 48.7%). Por otro lado, el follaje de *G. ulmifolia*, *B. unguata*, y el follaje y fruto de *A. millenaria* y *A. pennatula* poseen contenidos importantes de FT. Sin embargo, los valores químicos encontrados en los follajes son similares a los reportados por otros autores (Morales *et al.*, 1998; Magaña *et al.*, 2000 y Llamas *et al.*, 2001),

al igual en el caso de frutos [Navas y Restrepo, 2000]. Al relacionar sus valores de degradabilidad a 24 h con su composición química, se encuentran asociaciones que indican efectos negativos del contenido de FDN (DgrMS= -0.94, P0.004; DgrMO= -0.93, P<0.006) y FDA (DgrMS= -0.90, P<0.001; DgrMO= -0.90, P<0.01) en frutos y con los valores de FT en follajes (DgrMS= -0.70, P<0.05; DgrMO= -0.65, P<0.05 y DgrPC= -0.81, P<0.001).

Con relación a las enredaderas y arvenses, los valores de PC superan a muchas especies arbóreas y sobre todo al de pastos tropicales. Los valores de pared celular en general son muy bajos, lo que permitió los altos porcentajes de degradación ruminal, lo que podría garantizar un aporte importante de nutrientes a la dieta de animal cuando éste las selecciona. En general, las especies leñosas y herbáceas estudiadas presentaron niveles aceptables de PC, MO, fracciones de fibra, bajo contenido de FT y valores medios de DgrMS, DgrMO y DgrPC, lo cual demuestra el potencial nutricional de muchas de ellas y que su inclusión en dietas de baja calidad podría mejorar la eficiencia de utilización de las mismas, por lo cual la promoción del empleo de estas especies en sistemas de múltiples estratos podría ser justificada.

Con relación al potencial de degradación ruminal (*a+b*) de los frutos, el de *E. cyclocarpum* demostró ser más extensamente degradado (75.6%, P<0.05). Sin embargo, se ha reportado que la degradabilidad del follaje de esta especie podría ser baja, debido a su alto contenido de polifenoles totales que presenta [Chongo *et al.*, 1998]. El fruto de *A. milleriana* fue el menos degradado (38.3%), lo que indica una pobre digestibilidad, coincidiendo con los valores encontrados también en el follaje de los géneros *Acacia* evaluados en este trabajo. *L. leucocephala* y *G. ulmifolia* mantuvieron un comportamiento intermedio. Los resultados aquí encontrados podrían estar estrechamente relacionados con el contenido de fracciones de fibra de cada fruto. En este sentido, se encontraron contenidos más bajos de estos componentes en el fruto de *E. cyclocarpum*, y los más altos para *A. milleriana* y *F. glabrata*, lo cual puede reducir la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal afectando, en consecuencia, la actividad microbiana (Mupangwa *et al.*, 2000). Al buscar relaciones entre *a+b* en frutos y su composición química, sólo FDN demostró estadísticamente afectarlo negativamente ($Y = -1.24x + 117.37$, $R^2 = 0.86$, P<0.05). Sobre esta base, los frutos pueden ser ordenados de acuerdo a su potencial de degradación ruminal de la manera siguiente: *E. cyclocarpum*>*G. ulmifolia*>*L. leucocephala*>*F. glabrata*>*A. milleriana*.

Con relación al potencial de degradación ruminal a 96 h (*a+b*) de los follajes, el de *G. americana* resultó con los valores mayores (91.7%), siendo estadísticamente diferente (P<0.01) a todas las demás especies, lo que indica su importancia como posible aportadora de nutrientes, si el tiempo de permanencia en el rumen no es limitante. Cabe señalar que esta especie presentó valores bajos de fracciones de fibra y

fenoles totales. El follaje de *A. pennatula* resultó con el menor ($P < 0.01$) potencial de degradación ruminal (42.5%), confirmando con ello su poco aporte a nivel ruminal e indicando altos valores de paso al tracto digestivo posterior. Las demás especies presentaron valores intermedios, y muchas fueron estadísticamente similares.

Al evaluar la interrelación de los componentes químicos en los follajes con los valores de $a + b$, se encontró que únicamente la concentración de FDN lo afectó negativamente ($Y = -0.27x + 125.93$, $R^2 = 66$, $P < 0.05$). Los rangos de los parámetros a , b , c y $a + b$, encontrados en este estudio para el género *Acacia*, son similares a los reportados por Abdulrazak *et al.*, [2000], quienes estudiaron seis especies de este género. Los valores para *G. ulmifolia* coinciden con los reportados por Ramírez [1998]. Los valores de *E. goldmanii* fueron superiores a los reportados por Roa *et al.* [1985], para dos especies de *Erythrina* (*glauca* y *poeppigiana*), pero semejante a los valores reportados para *E. americana* [Maldonado *et al.*, 2000]. *L. leucocephala* presentó valores dentro del rango de los reportados por La O *et al.* [2000]. En general, con excepción del género *Acacia*, todas las especies arbóreas aquí evaluadas están dentro del rango de degradabilidad potencial reportada para géneros como *C. calothyrsus*, *Morus sp.*, *C. argentea* e *H. rosa-sinensis* [Flores *et al.*, 1998], así como del *B. alicastrum* [Delgado *et al.*, 2000]. Sobre la base de su degradación ruminal potencial ($a + b$), los follajes pueden ser ordenadas como sigue: *G. americana* > *D. robinioide* > *L. leucocephala* > *G. ulmifolia* > *G. sepium* > *P. dulce* > *E. goldmanii* > *A. milleriana* > *A. pennatula*.

Finalmente, los valores de degradabilidad ruminal de los frutos fueron menores en comparación a los follajes, sin embargo, sobresalió el fruto de *E. cyclocarpum* por su alto potencial de degradabilidad. Para el caso del follaje, excepto el género *Acacia*, todas las especies presentaron valores altos de degradabilidad ruminal de la MS. Lo anterior podría resultar en un adecuado comportamiento productivo de los rumiantes, ya que los valores de degradabilidad son indicativos de la capacidad de un alimento para aportar nutrientes a la flora ruminal. Relaciones positivas entre los parámetros *in situ*, consumo de alimento y digestibilidad han sido reportadas, sugiriendo por tanto, que estas especies tienen un buen potencial para integrarlos a los sistemas de alimentación de rumiantes en el trópico mexicano. No obstante, es importante considerar otros factores tales como la concentración de taninos, su disposición estacional y características agronómicas, los cuales contribuyen a la selección de estas especies leñosas para ser incorporadas a los sistemas pecuarios.



Conclusiones

Los resultados sugieren la existencia de un amplio conocimiento de especies nativas potencialmente forrajeras y que éstas poseen una composición química aceptable, lo que hace que su uso en la ganadería sea promisorio como suplemento a través de su integración bajo diversas prácticas silvopastoriles en los sistemas de producción pecuarios del Valle Central de Chiapas. Destacaron las especies arbóreas *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala* y *P. dulce*, y dentro de las herbáceas, *S. deeringianum* y *S. procumbens*, por lo que es recomendable profundizar en el uso de estas especies por el animal y en su agronomía. La concentración de FT y Fracciones de Fibra afectaron la degradabilidad ruminal a 24 h y, por tanto, su mejor aprovechamiento, en los follajes y frutos respectivamente.

Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento a la FUNDACIÓN PRODUCE CHIAPAS, A. C. por el financiamiento otorgado al proyecto "Identificación del Potencial Forrajero de Especies Arbóreas en Chiapas", en su segunda etapa, durante el ciclo 2002-2003.

Cuadro 1. Identificación y mención de uso forrajero de especies vegetales integrantes de los diversos estratos en sistemas silvo pastoriles del Valle Central de Chiapas, México.

Nombre local	Nombre científico	Familia	% mención forrajera
Árboles			
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb	Fabaceae	82.0
Matarratón	<i>Gliciridia sepium</i> (Jacq.) Steud	Esterculiaceae	49.0
Amate	<i>Ficus glabrata</i>	Moraceae	41.7
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae	38.8
Quebracho	<i>Acacia milleriana</i> St.	Fabaceae	29.8
Guash	<i>Leucaena leucocephala</i> (Law.) De Wit	Fabaceae	26.8
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i> Benth.	Fabaceae	26.8
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Fabaceae	16.4
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Wild	Fabaceae	13.4
Pie de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Cesalpiniaceae	11.9
Maluco	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	10.4
Guachipilin	<i>Diphysa robinoides</i> Benth	Fabaceae	10.4
Guaje blanco	<i>Albizzia caribaea</i> (Britton and Rose)	Fabaceae	7.4
Pitillo	<i>Erythrina goldmanii</i> St.	Fabaceae	5.9
Arvenses y enredaderas			
Puyú	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	88.2
Flor Amarilla	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Asteraceae	54.9
Frijol nescafé	<i>Stizolobium deeringianum</i>	Fabaceae	37.2
Bledo	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amarantaceae	29.4
Malvavisco	<i>Sida acuta</i> Burn.	Malvaceae	27.4
Pica-Pica	<i>Stizolobium pruriens</i>	Fabaceae	17.6
Sierrita	<i>Mimosa hondurana</i> Britt.	Fabaceae	13.7

Cuadro 2. Usos tradicionales de las especies leñosas de mayor uso forrajero del Valle Central de Chiapas.

Especie arbórea	Alimentación humana	Cerco vivo	Leña	Medicinal		Utensilios
				H	A	
(Porcentajes de respuestas)						
<i>G. ulmifolia</i>	0	65	84	94+	92+	53
<i>G. sepium</i>	15*	78	60	75+	0	9
<i>F. glabrata</i>	0	0	0	0	32++	3
<i>E. cyclocarpum</i>	0	30	76	0	0	85
<i>A. milleriana</i>	0	40	65	0	0	5
<i>L. leucocephala</i>	80**	28	72	0	0	5
<i>A. pennatula</i>	0	0	88	38+	0	5
<i>P. dulce</i>	0	0	90	0	0	0
<i>A. famesiana</i>	0	0	88	22+	0	0
<i>B. unglata</i>	0	0	100	37+	0	87
<i>G. americana</i>	100**	0	0	0	0	0
<i>D. robinoides</i>	0	0	85	0	0	42
<i>A. caribaea</i>	0	0	100	0	0	0
<i>E. goldmanii</i>	0	75	75	0	0	50
Total de especies mencionadas en cada uso	3	6	12	5	2	10

Nota: el total es mayor de 100% debido a respuestas múltiples

H: Humano; A: Animal; * flor; ** fruto; + hoja; ++ fruto.

Cuadro 3. Composición química y degradación ruminal a 24 h del follaje de especies arbóreas de mayor uso forrajero en el Valle Central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDN	FDA	F T	DgrMS	DgrPC	DgrMO
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.4	86.2	42.5	29.5	2.8	40.87 ^f	19.03 ^{ef}	40.88 ^{ed}
<i>Glinicidia sepium</i>	23.8	89.4	38.5	24.7	0.3	67.25 ^b	74.85 ^a	63.38 ^b
<i>Acacia milleriana</i>	11.8	91.5	42.7	28.5	3.5	46.90 ^e	28.26 ^{de}	44.15 ^d
<i>Acacia pennatula</i>	12.5	92.9	59.0	35.8	2.8	28.94 ^g	12.13 ^f	28.04 ^f
<i>Phitecellobium dulce</i>	19.6	89.9	45.2	29.3	0.6	59.83 ^{cd}	65.26 ^b	61.70 ^{bc}
<i>Genipa americana</i>	9.4	91.5	37.7	30.9	0.9	77.26 ^a	69.06 ^{ab}	76.87 ^a
<i>Diphysa robinoides</i>	18.7	88.2	31.7	23.2	0.6	61.27 ^c	70.56 ^{ab}	60.78 ^{bc}
<i>Leucaena leucocephala</i>	20.1	89.8	27.5	19.1	0.3	54.37 ^d	45.58 ^c	46.33 ^d
<i>Eritrina goldmanii</i>	22.8	88.0	43.1	28.8	0.6	57.83 ^{cd}	62.22 ^b	54.71 ^c
<i>Acacia famesiana</i>	24.0	92.2	42.1	26.7	1.0	41.74 ^{ef}	45.90 ^c	39.64 ^{de}
<i>Bauhinia unguolata</i>	13.2	92.8	42.4	26.5	4.2	34.14 ^g	20.24 ^{ef}	34.30 ^{ef}
<i>Albizia caribaea</i>	16.6	94.3	36.7	31.0	0.9	46.51 ^{ef}	35.53 ^d	44.81 ^d
E. E.						1.2	1.9	1.5

PC: Proteína cruda; MO: Materia orgánica; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácida; F.T.: Fenoles totales; DgrMS: Degradabilidad de la Materia Seca; DgrPC: Degradabilidad de la Proteína Cruda; DgrMO: Degradabilidad de la Materia Orgánica.

Medias con diferente literal en una misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Composición química y degradación ruminal a 24 h de frutos de especies arbóreas de mayor uso forrajero en el Valle Central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDN	FDA	F T	DgrMS	DgrPC	DgrMO
<i>Leucaena leucocephala</i>	18.6	94.2	51.9	37.0	1.3	44.81 ^c	65.53 ^b	44.39 ^b
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.8	94.7	46.1	35.4	0.6	49.82 ^b	43.42 ^e	44.71 ^b
<i>Acacia pennatula</i>	8.5	95.5	72.0	48.7	2.0	22.87 ^e	52.16 ^d	20.94 ^d
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	16.43	96.69	33.9	22.15	0.14	65.41 ^a	86.98 ^a	65.15 ^a
<i>Ficus glabrata</i>	15.8	90.2	64.4	49.8	0.02	34.22 ^d	39.05 ^e	33.78 ^e
<i>Acacia milleriana</i>	8.1	94.9	52.3	37.2	2.6	33.40 ^d	57.33 ^c	32.46 ^e
E. E.						1.1	0.8	1.0

Medias con diferente literal en una misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 5. Composición química y degradación ruminal a 24 h de enredaderas y arvenses de mayor uso forrajero en el Valle Central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDA	F T	DgrMS	DgrPC	DgrMO
Enredaderas							
<i>Ipomoea triloba</i>	21.9	84.6	21.7	0.3	77.62 ^{ab}	85.14 ^a	79.56 ^b
<i>Stizolobium deeringianum</i>	34.0	89.1	16.9	0.2	82.97 ^b	94.74 ^b	87.36 ^b
<i>Stizolobium pruri</i>	22.9	91.1	25.7	0.6	68.54 ^a	84.68 ^a	66.12 ^a
Arvenses							
<i>Sanvitalia procumbens</i>	28.7	83.1	16.1	0.3	87.27 ^a	92.59 ^a	87.60 ^a
<i>Amaranthus hybridus</i>	27.6	79.1	14.1	0.1	80.49 ^b	78.57 ^b	82.82 ^a
<i>Sida acuta</i>	25.2	88.3	15.6	0.3	85.90 ^{ab}	90.30 ^a	82.63 ^a
<i>Mimosa hondurana</i>	17.8	93.5	24.6	1.1	51.28 ^c	52.21 ^c	52.16 ^b

Medias con diferente literal en una misma columna son significativamente diferentes (P< 0.05).

Cuadro 6. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca de frutos de especies arbóreas del Valle Central de Chiapas, México.

Especie	Parámetro			
	a+ b %	a %	b %	c (/h)
<i>Acacia milleriana</i>	38.30 ^a	19.57 ^a	18.73 ^a	0.085
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	75.64 ^c	30.68 ^b	44.96 ^b	0.074
<i>Leucaena leucocephala</i>	58.98 ^b	19.60 ^a	39.38 ^b	0.076
<i>Guazuma ulmifolia</i>	64.08 ^b	46.64 ^c	17.43 ^a	0.064
<i>F. glabrata</i>	40.23 ^a	19.29 ^a	20.93 ^a	0.040
E.E.	1.27	1.38	1.48	0.011
Significancia	***	***	***	N. S.

E.E.= Error Estándar de las medias

Medias seguidas de distintas literales en una misma columna son significativamente diferentes (P< 0.05).

Cuadro 7. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca de follaje de especies arbóreas del Valle Central de Chiapas, México.

Especie	Parámetro			
	a+ b, %	a, %	b, %	c, (/h)
<i>Leucaena leucocephala</i>	81.02 ^d	35.06 ^c	45.96 ^{bcd}	0.031 ^a
<i>Diphyssa robinoides</i>	81.31 ^d	31.93 ^{bc}	50.04 ^{cde}	0.047 ^{abc}
<i>Gliciridia sepium</i>	77.64 ^{cd}	25.36 ^{ab}	52.27 ^{cde}	0.070 ^{bc}
<i>Erythrina goldmanii</i>	70.86 ^{bc}	25.99 ^{ab}	44.87 ^{bc}	0.078 ^c
<i>Genipa americana</i>	91.71 ^e	33.82 ^c	57.73 ^e	0.047 ^{abc}
<i>Phitecellobium dulce</i>	72.80 ^{bcd}	24.48 ^{ab}	48.31 ^{cde}	0.048 ^{abc}
<i>Guazuma ulmifolia</i>	77.74 ^{cd}	22.38 ^a	55.17 ^{de}	0.035 ^{ab}
<i>Acacia pennatula</i>	42.53 ^a	22.86 ^a	19.68 ^a	0.039 ^{ab}
<i>Acacia milleriana</i>	67.54 ^b	28.74 ^{abc}	35.50 ^b	0.052 ^{abc}
E.E.	1.84	1.45	1.90	0.007
Significancia	***	***	***	**

E.E.= Error estándar de las medias

Medias seguidas de distintas literales en una misma columna son significativamente diferentes (P< 0.05).

Literatura citada

- Abdulrazak, S. A.; Fujihara, T.; Ondiek, J. K. and Orskov, E. R. 2000. *Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya*. Animal Feed Sci and Tech. 85:89-98.
- A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 15th ed. Washington, D. C., U. S. A., 375 p.
- Chongo, B. O.; Delgado, D.; Scull, I.; Santos, Y. y Galindo J. 1998. *Polifenoles totales y degradación ruminal in situ del nitrógeno en árboles forrajeros promisorios para la alimentación del ganado*. III Taller Internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. 67-68.
- Delgado, D.; La O, O.; Chongo, B.; Galindo, J. y Santos, Y. 2000. *Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales: Brosimum alicastrum y Bauhinia galpinii*. IV Taller internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. 1:102-104.
- Dominguez, G. 1979. Métodos Fitoquímicos para Laboratorio. Editorial LIMUSA. México. 213.
- Flores, O. I.; Bolívar M.; Botero, J. A e Ibrahim, M. A. 1998. *Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico*. Livestock Res for Rural Develop. 10:1-7.
- García, E. 1989. Modificación del sistema de clasificación climática de Kopen. 5ª. Ed. Editado por el Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 96.
- La O, O.; Chongo, B.; Valenciaga, D.; Elías, A.; Ruiz, T.; Torres, V. y Scull, I. 2000. *Degradabilidad ruminal de nutrientes y digestibilidad intestinal in vitro de nitrógeno indegradable de Leucaena leucocephala CV CIAT-7929*. IV Taller internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. 1: 122-125.



- Llamas, E.; Castillo, B.; Sandoval, C. and Bautista, F. 2001. *Tree forage production and quality analysis with forage potability on a quaty soil in Merida, Yucatan, Mexico*. I International symposium on silvopastoral systems and second congress on agroforestry and livestock production in Latin America. San Jose, Costa Rica. pp. 355-359.
- Magaña, J. R.; Castrellon, J. L.; Zaragoza, J. L. y Marcoff, C. F. 2000. *Valor nutritivo de los árboles con potencial forrajero en la Sierra Gorda de Querétaro, México*. IV Taller internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. 1:132-134.
- Maldonado, M.; Grande, D.; Aranda, E. y Pérez-Gil, F. 2000. *Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México*. IV Taller internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. 1:135-139.
- Morales, A.; Aguirre, M. A. y J. M. Palma. 1998. Estudio químico nutricional del follaje y frutos de diferentes especies leñosas en condiciones de trópico seco. III Taller Internacional silvopastoril: los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Matanzas, Cuba. pp. 41-44.
- Mupangwa, J. F.; Ngongoni, N. T.; Acamovic, T.; Hamudikuwanda, H. and Topps, J. H. 2000. *Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes*. Animal Feed Sci and Tech. 83: 139-144.
- Navas, C. A. y Restrepo, S. 2000. Frutos de leguminosas arbóreas: una alternativa nutricional para ganaderías en el trópico. <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor2>.
- Nieuwkoop, M. N.; López, W.; Zamarripa, A.; De la Piedra, R.; Cruz, F. R.; Camas, R. y J. López. 1994. Uso y conservación de los recursos naturales en La Frailesca, Chiapas: Un diagnóstico. Editado por el CIMMYT, México. 29 p.
- Orskov, E. R. and McDonald, I. 1979. *The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage*. J. of Agric. Sci. 92: 499-503.
- Ramírez, C. L. 1998. Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno en ovinos alimentados con pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) suplementados con follaje de árboles. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 97 p.
- Roa, M. L.; Céspedes, D. A. y Muñoz, J. 1985. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. M. Rosales, E. Murgueitio (Eds.) Los árboles forrajeros como fuente de proteína. CIPAV. 2ª ed. Cali, Colombia. p. 8-12.
- Sheaffer, J.; A. Mendenhall y R. Ott. 1987. Muestreo Estadístico. Editorial Latinoamericana. México. 250 p.
- SAS. 1994. User's guide. 4th ed. Statistical Analysis System Institute. Inc. North Carolina. USA.
- J. Van Soest, P.; Robertson, J. D. Ad Lewis, B. A. 1991. *Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition*. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

Prevalencia e incidencia de *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* en un hato bovino en Axochiapan, Morelos

Prevalence and incidence of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* in a cattle herd in Axochiapan, Morelos

Rojas, E.;¹ Domínguez, P.;² García, M.;² Cruz-Vázquez, C.;² Figueroa, J.¹ y Ramos, J.¹

¹Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria. INIFAP-SAGARPA. A. P. 206. CIVAC, CP. 62500. Jiutepec, Morelos, México.

²Instituto Tecnológico Agropecuario de Aguascalientes. A.P. 74-2, Admón. Postal No. 2, C. P. 20041, Aguascalientes, Ags., México.
Correo electrónico: ccruz@itaa.edu.mx

Resumen

Se describe la prevalencia e incidencia de *B. bovis* y *B. bigemina*, en un hato de Axochiapan, Morelos (México), en un periodo de seis meses. El hato estuvo formado por 60 animales encastados de Cebú con Suizo Americano, formando dos grupos, < 1 año de edad (1) y > 1 pero < 5 años (2). Se tomaron muestras de sangre y suero cada 30 días, de enero a agosto de 1997, realizando frotis sanguíneo teñido con GIEMSA, determinación del volumen celular aglomerado (VCA) y la prueba de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI). En los frotis sanguíneos no fue posible observar animales positivos al parásito, la determinación del VCA mostró que ningún animal, durante el estudio, se encontró fuera del rango normal. La prevalencia de *B. bovis* a nivel de hato fue más baja en enero (5%) y más alta en julio y agosto (58%); para el grupo 1 y 2, la pre-

Abstract

Prevalence and incidence of *B. bovis* and *B. bigemina* were described from cattle herd in Axochiapan, Morelos (Mexico). The herd was integrated by 60 Zebu x American Brown Swiss animals and was divided in two groups, < 1 year old (1) and > 1 but < 5 years (2). Blood and serum samples were obtained from January to August, 1997, each 30 days, to perform blood smears Giemsa-stained, determine packed cell volume (PCV) and carry out indirect fluorescent antibody test. Blood smears showed that animals were negative to parasite and PCV resulted in normality value for all animals tested. Prevalence to *B. bovis* in the herd was less in January (5%) and higher in July and August (58%); in the group 1 and 2, prevalence was higher in July and August (73 y 47% respectively). Prevalence to *B. bigemina* in the herd was high in January (18%)



valencia más alta fue en julio y agosto (73 y 47% respectivamente). La prevalencia a *B. bigemina* a nivel de hato fue alta en enero (18%) y alcanzó el 60% en junio; en el grupo 1, el valor más alto fue en mayo y junio (82%) y en el grupo 2, a partir de junio (43%). La prevalencia de anticuerpos a la infección por *Babesia* spp, mostró en enero 20%, y a partir de junio, el 71%. La probabilidad diaria de infección para *B. bovis*, situó al hato en inestabilidad enzoótica a partir de abril (0.00056), para *B. bigemina*, esto se presentó a partir de marzo (0.00072). La incidencia presentó el valor más alto en marzo (45.9%), para luego descender en los siguientes meses de estudio, en donde los casos nuevos fueron limitados.

Palabras clave

Babesia bovis, *Babesia bigemina*, prevalencia, incidencia.

and increased to 60% in June; in the group 1, the prevalence was higher in May and June (82%) and in the group 2, starting in June (43%). Prevalence to *Babesia* spp, was in January 20% and from June 71%. The inoculation rate in *B. bovis*, showed instability status from April (0.00056) and in *B. bigemina*, from March (0.00072). Incidence showed the highest value in March (45.9%), after, new cases were scarce.

Key words

Babesia bovis, *Babesia bigemina*, prevalence, incidence.

Introducción

La babesiosis bovina es una enfermedad causada por un protozooario hemoparásito de amplia distribución en las zonas subtropicales y tropicales de América Latina; en México se han reconocido dos especies: *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, cuya presencia y distribución se encuentra asociada con su garrapata vector, *Boophilus* spp, la cual está presente en aproximadamente el 53% del territorio nacional. Esta parasitosis se caracteriza por causar pérdidas productivas y económicas severas debido a la disminución en la producción de leche, pérdida de peso, baja en la habilidad reproductiva, abortos y eventualmente, la muerte [Solís, 1991; Vega, 1991; Homer *et al.*, 2000].

La epizootiología de esta enfermedad está determinada por diferentes elementos que intervienen en las relaciones entre el huésped, la garrapata vector y el medio, siendo reconocido que en México esta parasitosis se encuentra ampliamente distribuida en las áreas ganaderas de los estados del país que cuentan con la presencia del vector

[García-Vázquez, 1991]. A la fecha, son aún escasos y dispersos los estudios que refieren acerca de la prevalencia e incidencia de la infección por *Babesia* spp en el país, siendo este tipo de estudios necesarios para comprender, al menos parcialmente, la epizootiología de la misma en el área de estudio.

El objetivo del presente trabajo fue describir la prevalencia e incidencia de *B. bovis* y *B. bigemina*, en un hato bovino de Axochiapan, Morelos, en un periodo de seis meses.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en la cabecera municipal de Axochiapan, en el estado de Morelos, localizado este último en el centro-sur de México. El sitio de estudio se encuentra en la región oriente sur de Morelos, a 18° 30' de latitud norte y a 98° 45' de longitud oeste, a una altura de 1,025 msnm. El clima presente corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano, observándose una precipitación promedio anual de 872.9 mm; la temperatura media anual es de 24°C.

El hato estuvo conformado por 60 animales encastados de Cebú con Suizo Americano, en el cual había 46 hembras y 14 machos, los animales eran mantenidos bajo el sistema de pastoreo continuo en potreros con zacates nativos. Para fines del estudio en el hato se consideraron dos grupos, menores de un año de edad, al que correspondieron 25 animales (Grupo 1), y mayores de un año pero menores de cinco, con 35 cabezas (Grupo 2). Se llevó a cabo el muestreo individual de los animales cada 30 días, en el periodo comprendido entre enero y agosto de 1997; en cada ocasión se tomaron dos muestras de 5 ml de sangre de la vena caudal con equipo vacutainer nuevo; la primera en tubos con EDTA, y la segunda, en tubos sin anticoagulante. Cada muestra fue identificada y trasladada al laboratorio.

Las muestras se procesaron para realizar las pruebas hematológicas de frotis sanguíneo teñido con Giemsa, para la búsqueda microscópica de *B. bovis* y *B. bigemina*, y la determinación del volumen celular aglomerado (VCA) (Álvarez, *et al.*, 1989); por otra parte, se obtuvo el suero sanguíneo del segundo tubo y con él se realizó la prueba serológica de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI) [Todorovic y Long, 1976], utilizando antígeno procedente de cultivo *in vitro* de *B. bovis* y *B. bigemina* [Rodríguez *et al.*, 1983; Vega *et al.*, 1986]. Cada suero fue probado a una dilución de 1:80 en solución salina de fosfatos (SSF), empleando un conjugado comercial de conejo anti- IgG de bovino, marcado con isotiocianato de fluoresceína (Sigma Chemical Co), a una dilución de 1:1000 en SSF. La reacción fue observada en un microscopio de epifluorescencia UV y se clasificaron como positivos o negativos con base en la presencia o ausencia de fluorescencia específica a *B. bovis* o *B. Bigemina*.



Con los registros por muestreo, de positivos y negativos obtenidos en la prueba de IFI, para *B. bovis* y *B. bigemina*, se calculó la prevalencia mensual de la enfermedad por grupo de edad; asimismo, se calculó la prevalencia para *Babesia* spp [García, 1989]; por otra parte, se calculó la probabilidad diaria de inoculación (h) en cada mes evaluado para *B. bovis*, *B. bigemina* y *Babesia* spp [Mahoney y Rose, 1972]. La incidencia de la enfermedad se calculó mediante la metodología propuesta por Thrusfield [1995].

Resultados

Las observaciones realizadas en los frotis sanguíneos mostraron que en ningún muestreo fue posible observar al microscopio animales positivos a *B. bovis* o *B. bigemina*. En lo referente a la determinación del valor de VCA, los datos fueron muy similares entre grupos y meses durante el tiempo que duró el estudio; ningún valor determinado en esta prueba se encontró fuera del rango considerado como normal para los bovinos.

La prevalencia a la infección por *B. bovis*, se comportó de la siguiente forma: para el grupo 1, la prevalencia más elevada se ubicó en los meses de julio y agosto, con 73%, mientras que la más baja se ubicó en enero, con 4%. En el caso del grupo 2, la prevalencia más alta se observó también en julio y agosto, pero con 47%, y la baja en febrero con sólo 3% (Cuadro 1). Se observó un comportamiento similar al considerar a todo el hato, en donde se registró la prevalencia más baja en enero (5%) y la más alta en julio y agosto (58%). Si se obtiene el promedio de casos positivos del periodo (20) y se divide entre el promedio de población existente (54.5), entonces la prevalencia fue de 37%.

Cuadro 1. Prevalencia de anticuerpos a *B. bovis* (%), determinada por la prueba de IFI, en dos grupos de edad y probabilidad diaria de infección (h) mensual, en un hato bovino de Axochiapan, Morelos, en el periodo enero a agosto 1997.

Mes	Grupo 1		Grupo 2		Hato total		(h)
	Pos/pob	(%)	Pos/pob	(%)	Pos/pob	(%)	
Enero	1 / 25	4	2 / 35	6	3 / 60	5	0.00005
Febrero	4 / 23	17	1 / 34	3	5 / 57	9	0.00010
Marzo	9 / 22	41	6 / 33	18	15 / 55	27	0.00033
Abril	14 / 22	64	9 / 33	27	23 / 55	42	0.00056*
Mayo	15 / 22	68	11 / 31	35	26 / 53	49	0.00067*
Junio	15 / 22	68	13 / 30	43	28 / 52	54	0.00075*
Julio	16 / 22	73	14 / 30	47	30 / 52	58	0.00081*
Agosto	16 / 22	73	14 / 30	47	30 / 52	58	0.00078*

Grupo 1: menores de 1 año; Grupo 2: mayores de 1 año pero menores de 5 años

Pos = animales positivos a la prueba

Pobl = población sometida a la prueba

* Inestabilidad enzoótica ($0.005 > h > 0.0005$).

La prevalencia a la infección por *B. bigemina*, fue alta desde el inicio del estudio en el grupo 1: en enero se observó una prevalencia de 32% y su valor más alto (82%), en mayo y junio. En el grupo 2, el comportamiento fue más discreto: en enero, la menor con 9% y la más alta a partir de junio (43%) (Cuadro 2). Al considerar a todo el hato, la menor prevalencia se observó en enero (18%) y fue incrementándose gradualmente hasta alcanzar 60% en junio; finalmente disminuyó a 54% en agosto. Si se obtiene el promedio de casos positivos del periodo (25.4) y se divide entre el promedio de esa población (54.5), la prevalencia se ubicó en 47%.

Cuadro 2. Prevalencia de anticuerpos a *B. bigemina* (%), determinada por la prueba de IFI, en dos grupos de edad y probabilidad diaria de infección (h) mensual, en un hato bovino de Axochiapan, Morelos, en el periodo enero a agosto 1997.

Mes	Grupo 1		Grupo 2		Hato total		(h)
	Pos/pobl	(%)	Pos/pobl	(%)	Pos/pobl	(%)	
Enero	8 / 25	32	3 / 35	9	11 / 60	18	0.00023
Febrero	10 / 23	43	5 / 34	15	15 / 57	26	0.00033
Marzo	15 / 22	68	12 / 33	36	27 / 55	49	0.00072*
Abril	17 / 22	77	13 / 33	39	30 / 55	55	0.00081*
Mayo	18 / 22	82	13 / 31	42	31 / 53	59	0.00088*
Junio	18 / 22	82	13 / 30	43	31 / 52	60	0.00088*
Julio	17 / 22	77	13 / 30	43	30 / 52	58	0.00081*
Agosto	15 / 22	68	13 / 30	43	30 / 52	58	0.00071*

Grupo 1: menores de 1 año; Grupo 2: mayores de 1 año pero menores de 5 años

Pos = animales positivos a la prueba

Pobl = población sometida a la prueba

* Inestabilidad enzoótica ($0.005 > h > 0.0005$).

La prevalencia de anticuerpos a la infección por *Babesia* spp, fue en aumento conforme pasaron los meses de estudio; enero resultó con la tasa más baja (20%), y a partir de junio se presentó la más alta (71%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prevalencia de anticuerpos a *Babesia* spp, determinada por la prueba de IFI y la probabilidad diaria de infección (h) en un hato bovino de Axochiapan, Morelos, en el periodo enero a agosto 1997.

Mes	Positivos/población	Prevalencia (%)	(h)
Enero	12 / 60	20	0.00025
Febrero	17 / 57	30	0.00039
Marzo	30 / 55	55	0.00084*
Abril	34 / 55	61	0.00099*
Mayo	36 / 53	68	0.00114*
Junio	37 / 52	71	0.00121*
Julio	37 / 52	71	0.00117*
Agosto	37 / 52	71	0.00114*

* Inestabilidad enzoótica ($0.005 > h > 0.0005$).

La probabilidad diaria de infección, para el caso de *B. bovis*, situó al hato en inestabilidad enzoótica a partir de abril (0.00056); de esa fecha en adelante, se mantuvieron los valores altos y el estatus epidemiológico mencionado. Para *B. bigemina*, la inestabilidad enzoótica se presentó a partir de marzo (0.00072); desde ese momento, su valor se mantuvo prácticamente sin variación (Cuadros 1 y 2).

La incidencia de la enfermedad se observó de la siguiente manera: en enero se diagnosticaron 12 casos seroreactores positivos (20%), presentando un pico de infección en marzo (45.9%), para luego descender en los siguientes meses de estudio, en donde los casos nuevos fueron escasos. En el periodo se registraron 30 casos nuevos después de enero; todos los casos nuevos seroconvirtieron de negativos a positivos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Incidencia de la infección por *Babesia* spp, en un hato bovino de Axochiapan, Morelos, durante el periodo enero a agosto de 1997.

Mes	Casos Seroreactores	Población	Incidencia (%)
Enero	12	60	20

Mes	Casos Nuevos	Población	Pob. Aj	Incidencia (%)
Febrero	6	57	45	10.5
Marzo	17	55	37	45.9
Abril	4	55	20	20.0
Mayo	1	53	14	7.1
Junio	1	52	12	8.3
Julio	0	52	11	0.0
Agosto	1	52	11	9.0

Pob. Aj = Población Ajustada

Cabe anotar que los animales que abandonaron el hato durante el estudio habían sido diagnosticados como negativos a la infección.



Discusión

La prevalencia a la babesiosis bovina en el estado de Morelos ha sido previamente reportada por otros autores; para el caso de *B. bigemina* se ha encontrado una prevalencia de 69.8%, determinada por IFI en bovinos del municipio de Miacatlán, al poniente del estado [Bautista, 1987]; mientras que para *B. bovis*, la prevalencia ha sido de 51.23%, utilizando la técnica de inmunoensayo enzimático en bovinos de la zona sur del estado [García-Vázquez *et al.*, 1997]. En el presente estudio, se ha observado una prevalencia para *B. bovis* en un rango de 5 a 58%, con un promedio estimado de 37% (Cuadro 1), mientras que para *B. bigemina* el rango fue de 18 a 60%, con un promedio estimado de 47% (Cuadro 2); en ambos casos, en apariencia menor que la prevalencia previamente reportada en otras regiones del estado. Sin embargo, los otros estudios no consideraron un periodo de muestreo de seis meses; así, en el presente trabajo se observó que la prevalencia tuvo diferentes valores a lo largo del tiempo: el mes de enero fue el de menor prevalencia, mientras que en los meses de julio y agosto, para *B. bovis* (Cuadro 1), y en mayo-junio, para *B. bigemina* (Cuadro 2), fueron los de mayor prevalencia; al considerar la misma para *Babesia* spp, se puede observar que este valor fue más alto a partir del mes de mayo y en los subsecuentes meses, la prevalencia se ubicó entre el 68 y 71% (Cuadro 3). Bajo cualquiera de los enfoques citados, la prevalencia observada fue alta y similar a la de otras regiones de Morelos, lo cual confirma que la enfermedad es enzoótica en el estado, así como sucede en otras regiones ganaderas de México, particularmente en el trópico [García-Vázquez, 1991]. En el estado de Yucatán, se ha observado una prevalencia a *B. bigemina* de 57% determinada por IFI [Ramos *et al.*, 1992], y de 66% para *B. bigemina* y 60% para *B. bovis* determinada por PCR [Figueroa *et al.*, 1993]. Estos resultados también coinciden con los observados en Sudáfrica, en donde la prevalencia subió del 46 al 82% conforme se incrementó la edad de los animales [Regassa *et al.*, 2003].

En áreas enzoóticas, los bovinos se infectan generalmente en los primeros meses de edad y reciben anticuerpos maternos vía calostro, de manera que la protección desaparece entre los seis y nueve meses de edad, lo cual indica que difícilmente será posible observar casos clínicos en dichas condiciones [García-Vázquez, 1991], debido a ello, es que no fue posible diagnosticar por medio de frotis sanguíneo a algún animal positivo al protozooario, ya que no hubo presencia de infecciones agudas [Mahoney y Saal, 1961]. A ello se debe que el VCA se mantuviera en rangos normales, de 24 a 46% [Schalm *et al.*, 1975]. La prevalencia fue más alta en el grupo de animales jóvenes, tanto para *B. bigemina* como para *B. bovis*, situación asociada al estado endémico de la parasitosis.

La dinámica de incremento en la prevalencia de enero a agosto, muestra que la probabilidad diaria de inoculación (h) en el hato entra en estado de inestabilidad enzoótica a partir de marzo-abril, y los valores más altos se ubican en el verano (Cuadro 4), esta situación se encuentra influenciada también por la presencia del vector; en el estado de Morelos, la dinámica poblacional de *Boophilus* spp muestra que es más abundante en la estación de otoño [Camino *et al.*, 1984], lo que permite mayor exposición a la posible inoculación del protozoario y a la presencia de anticuerpos específicos en los animales a partir de esa estación. Los resultados observados en el presente estudio coinciden con los reportes de otros autores en el poniente y sur de Morelos [Bautista, 1987; García-Vázquez *et al.*, 1997], en donde la inestabilidad enzoótica fue también manifiesta, lo que indica la vulnerabilidad del hato bovino estatal en primavera y verano.

La incidencia observada tuvo su valor más alto en marzo (46%), siendo a partir de mayo el decremento, lo cual indica que la mayoría de los casos nuevos se ubicaron en febrero, marzo y abril, en que seroconvirtieron de negativos a positivos (Cuadro 4), la ubicación de este cambio en el tiempo fue diferente a lo reportado en otros estudios, en donde la seroconversión sucedió con mayor frecuencia en el verano [Teclaw *et al.*, 1985].

Conclusiones

La información obtenida en este estudio permite observar la alta prevalencia de anticuerpos a *B. bovis* y *B. bigemina* en la población estudiada y confirma el carácter enzoótico de la enfermedad en el estado de Morelos, por lo que deben de implementarse medidas de control hacia esta parasitosis.

Literatura citada

- Álvarez, M.A. y Rojas, M. C. 1989. *Hematología diagnóstica*. En: Diagnóstico de Helmintos y Hemoparásitos de rumiantes. Campos, R. R. y Bautista, G. R. (editores). AMPAVE. México. 216-219.
- Bautista, S.F. 1987. *Prevalencia de anticuerpos contra Anaplasma marginales y Babesia bigemina, en bovinos del municipio de Miacatlán, Morelos*. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 9, DGETA-SEP, México.
- Camino, L. M.; Butler, J. S.; Ríos, R. G. and Quintero, M.T. 1984. *The development of an integrated pest mangement system of the cattle tick, Boophilus microplus (Canestrini) in Morelos state, Mexico*. *Acarology*. 6(2):1220-1231.
- Figueroa, J. V.; Álvarez, J. A.; Ramos, J. A.; Vega, C.A. and Buening, G.M. 1993. *Use of a multiplex polymerase Cain reaction-based assay to conduct epidemiological studies on bovine hemoparasites in Mexico*. *Revue Élev. Méd., Vét. Pays trop.* 46: (1-2):71-75.
- García, V.Z. 1989. *Epidemiología Veterinaria y Salud Pública*. Ed. LIMUSA, México. 120 p.
- García-Vázquez, Z. 1991. *Avances en el conocimiento de la epidemiología de la babesiosis*. En: Segundo

- Seminario Internacional de Parasitología Animal. Oaxtepec, Morelos, México. SARH-AMPAVE. pp. 172-179.
- García-Vázquez, Z.; Rosario, C. R.; Espín, O. A. and Cruz-Vázquez, C. 1997. *Evaluation of an enzyme immunoassay as screening test for seroepidemiology of Babesia bovis infection in Mexico*. Adv. Agric. Res. 6 (3):32-36.
- Homer, M.J.; Aguilar-Delfin, I.; Telford III, S.R.; Krause, P.J. and Persing, D.H. 2000. *Babesiosis*. Clin. Microb. Rev. 13 (3):451-469.
- Mahoney, D.F. and Saal, J.R. 1961. *Bovine babesiosis: thick blood films for the detection of parasitemia*. Aust. Vet. J. 36 (1):44-47.
- Mahoney, D.F. and Rose, D.R. 1972. *Epizootiologic factors in the control of bovine babesiosis*. Aust. Vet. J. 48 (3):292-298.
- Ramos, J.A.; Álvarez, J.A.; Figueroa, J.V.; Solís, J.; Rodríguez, R.I.; Hernández, R.; Buening, G.M. and Vega, C.A. 1992. *Evaluation of a colorimetric Babesia bigemina-DNA probe within an epidemiological survey*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 87(3): 213-217.
- Regassa, A.; Penzhorn, B.L. and Bryson, N.R. 2003. *Attainment of endemic stability to Babesia bigemina in cattle on a South African ranch where non-intensive tick control was applied*. Vet. Parasitol. 116 (4):267-274.
- Rodríguez, S.D.; Buening, G.M.; Green, T.J. and Carson, C.A. 1983. *Cloning of Babesia bovis by in vitro cultivation*. Infect. Immunol. 42 (1):15-18.
- Schalm, O.W.; Jain, N.C. and Carrol, E.J. 1975. *Veterinary Hematology*. Lea & Fabiger, USA. 180 p.
- Solís, S.S. 1991. *Epidemiología de garrapatas Boophilus y Amblyoma en México*. En: Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal. Oaxtepec, Morelos, México. SARH-AMPAVE. pp. 19-30.
- Teclaw, R.F.; Romo, G.S.; García, Z.; Castañeda, M. and Wagner, G.G. 1985. *A seroepidemiology study of bovine babesiosis in the mexican status of Nuevo Leon, Tamaulipas and Coahuila*. Prev. Vet. Med. 5 (4):403-405.
- Thrusfield, M. 1995. *Veterinary Epidemiology*. 2th ed. Blackwell Science. UKD. 483p.
- Todorovic, R.A. and Long, R.F. 1976. *Comparison of indirect fluorescent antibody with complement fixation (CF) test for diagnosis of Babesia spp infections in Colombian cattle*. Trop. Med. Parasitol. 27 (2):169-181.
- Vega, C.A.; Buening, G.M.; Rodríguez, S.D. and Carson, C.A. 1986. *Cloning of in vitro propagated Babesia bigemina*. Vet. Parasitol. 22 (2):223-233.
- Vega, C.A. 1991. *Actualidad e importancia de las enfermedades del ganado causada por hemoparásitos*. En: Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal. Oaxtepec, Morelos, México. SARH-AMPAVE. pp. 144-152.

Biomasa y composición nutricional de la asociación *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* al establecimiento

Biomass and quality of forage for association with *Cenchrus ciliaris*
and *Gliricidia sepium* in establishment

Valle, J. L.;^{1,4} Palma, J. M.² y Sangines, G. L.³

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 194.
Miacatlán, Morelos, México.

Correo electrónico: jlvalle194@hotmail.com

²Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario.
Universidad de Colima, México.

Correo electrónico: palma@cgc.ucol.mx

³Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional
de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México, D. F.

⁴Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México.

Resumen

Se asoció *Cenchrus ciliaris* (Cc) y *Gliricidia sepium* (Gs) para evaluar la producción de biomasa y la composición química de los forrajes en la fase de establecimiento, en el estado de Morelos, México, en condiciones de trópico seco. Se empleó un análisis de varianza con diseño en bloques al azar, en donde T₁ fue pasto solo, T₂ Cc más Gs con 5,000 plantas ha⁻¹ y el T₃ Cs más Gs con 14,285 plantas ha⁻¹. Se midió la producción de forraje individual y asociado con materia seca (t MS/Ha), la altura (A) en cm, la proteína cruda (PC%), las fracciones de fibra (FDN% y FDA%) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS%). El T₃ tuvo una mejor producción de biomasa (P < 0.05), respecto al monocultivo: 5.38 vs 2.30 t

Abstract

Cenchrus ciliaris (Cc) and *Gliricidia sepium* (Gs) was planted in association to evaluate the production of biomass and nutritional value of the forage in phase of establishment. An analysis of variance with a random block design was used; where T₁ was only grass, T₂ Cc plus Gs with 5,000 plants ha⁻¹ and T₃ Cs plus Gs with 14,285 plants ha⁻¹. The production of the forage was measured individually and in association: dry matter (t DM/ha), height (A) in cm, crude protein (PC%), neutral detergent fibre (NDF%) and acid detergent fibre (ADF%) and the digestibility *in vitro* of the dry matter (DIVMS%). T₃ showed the best production of biomass (P < 0.05), in respect to the monoculture: 5.38 vs 2.30 t DM/ha. The grass height



MS/Ha. La altura del pasto fue diferente estadísticamente entre tratamientos ($P < 0.05$), 64a, 45b y 53ab para T_1 , T_2 y T_3 , respectivamente. El valor nutritivo del pasto se modificó en las fracciones de fibra y DIVMS en T_1 respecto a los demás tratamientos ($P < 0.05$); en *G. sepium* no se modificó su valor nutritivo por efecto de tratamientos ($P > 0.05$). La asociación de 14,285 plantas ha^{-1} de *G. sepium* con pasto *Cenchrus ciliaris* mejoró la producción de biomasa y la disponibilidad total de nutrientes por superficie cultivada al establecimiento.

Palabras clave

Sistema silvopastoril, policultivo, leguminosa.

was statistically different between treatments ($P < 0.05$), 64a, 45b and 53ab for T_1 , T_2 and T_3 , respectively. The grass quality modify in NDF, ADF and DIVMS in T_1 in respect to the other treatments ($P < 0.05$), however in *G. sepium* it was not modified for the effect of the treatments ($P > 0.05$). The association of 14,285 plants ha^{-1} of *G. sepium* with the grass *Cenchrus ciliaris* improved the production of biomass and modify the availability of nutrients per cultivated surface at the phase of establishment.

Key words

Systems silvopastoril, multicrop, legum tree.

Introducción

La producción de pastos enfrenta diferentes problemas, entre ellos, una menor producción de biomasa por hectárea cuando se siembran como cultivos únicos [Mahecha *et al.*, 1998], e influenciado en su valor nutritivo por efecto de la madurez y la disponibilidad de agua. En este sentido a pesar que *Cenchrus ciliaris* se adapta a condiciones difíciles de producción en el trópico, mantiene la misma respuesta general de las demás gramíneas. Por lo que, el empleo de leguminosas arbóreas nativas como *Gliricidia sepium*, se consideran como alternativas forrajeras para mejorar la producción animal, sobre todo en la estación seca o como un sustituto de proteína en dietas para rumiantes [Palma *et al.*, 1997]; su empleo en asociación con gramíneas permitirá una mayor eficiencia de los recursos disponibles. En este sentido, uno de los aspectos más importantes de dicha combinación, es la densidad de árboles a utilizar, pues ello determinará su relación e influencia en la productividad de la asociación [Giraldo *et al.*, 1995]. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de biomasa y conocer la composición nutricional de pasto *Cenchrus ciliaris* y *Gliricidia sepium* en la fase de establecimiento sembrado con diferente densidad de población de la arbórea.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el rancho "La ilusión" de Miacatlán, Morelos, México, situado a los 18°42'26" del meridiano de Greenwich latitud norte, 99°22'22" de longitud y una altitud de 1,036 msnm. La región tiene una precipitación pluvial anual promedio de 750 mm y un clima Awo cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación en invierno es menor al 5% del total anual, con temperatura media anual de 22 a 26°C y la del mes más frío superior a 18°C [García, 1988].

El suelo de las parcelas experimentales fue franco arcilloso con un 5% de desnivel, alta pedregosidad, materia orgánica de 1.7%, pH 7.4, nitrógeno 0.08%, fósforo 10 ppm y potasio 0.38 ppm. La región está formada por una vegetación arbórea denominada selva baja caducifolia; con predominancia de casahuates (*Iposoma sp*), guamúchiles (*Pithecellobium dulce*), guajes (*Leucaena leucocephala*), cuagulote (*Guazuma ulmifolia*) y matarrata (*Gliricidia sepium*), entre otros.

La asociación *Cenchrus ciliaris*-*Gliricidia sepium* fue sembrada en condiciones de temporal en el mes de julio de 2001. Los tratamientos fueron la gramínea sola como tratamiento testigo (*Cenchrus ciliaris*, T₁), T₂: *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* con 5,000 plantas ha⁻¹ (distancia entre planta de 80 cm y entre surco 2.5 m) y T₃: *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* con 14,285 plantas ha⁻¹ (distancia entre planta de 35 cm y entre surco 2.0 m), se empleó semilla de *Gliricidia sepium* proveniente del estado de Colima, México y el pasto *Cenchrus ciliaris* variedad biloela, sembrado al voleo, utilizando 10 kg de semilla ha⁻¹ sin fertilización, en parcelas de 500 m².

El muestreo de establecimiento para determinar producción de biomasa de la asociación se realizó a los 3.5 meses de edad con la madurez vegetativa del pasto, tomando cinco muestras con un cuadrante de 0.25 m² y 10 plantas de la arbórea al azar por tratamiento y repetición, la cosecha de *Gliricidia* fue de hojas y tallos menores de 4 mm (material comestible). La producción de biomasa del pasto y la leguminosa en forma individual y asociada se determinó en materia seca (t/ha⁻¹) mediante el secado de las muestras a 60°C en estufa de aire forzado durante 48 hrs.

La altura (cm) de los forrajes se determinó, en el caso del pasto, hasta la última hoja ligulada y para la *Gliricidia* hasta el inicio de la yema apical.

El valor nutritivo se estableció mediante la determinación del porcentaje de proteína cruda [AOAC, 2003]; las fracciones de fibra por medio de bolsas filtrantes con el equipo ANKOM [Goering y Van Soest, 1970] y la digestibilidad *in vitro* de la MS [Tilley y Terry, 1963] modificada por Minson y McLeod [1972].

El análisis estadístico fue ANDEVA para un diseño en bloques al azar en donde el factor de bloque fue la pendiente con tres repeticiones por tratamiento, para la diferencia múltiple de medias se utilizó la prueba de Tukey, con el uso de SAS [1997].



Resultados

La producción de forraje en forma individual y asociado se muestra en el Cuadro 1, además se anota la altura como indicador de su desarrollo. La producción de biomasa del pasto fue mayor ($P < 0.05$) cuando se asoció a la arbórea con la mayor densidad de siembra comparado con el monocultivo, aunque la asociación de la arbórea en baja densidad fue análoga al resto de los tratamientos. Similar comportamiento se obtuvo cuando se consideró la producción en su conjunto. Por otra parte, la *Gliricidia* tuvo una mayor producción de biomasa con la mayor densidad de siembra ($P < 0.05$). La altura del pasto fue estadísticamente superior ($P < 0.05$) a la combinación con *Gliricidia* en menor densidad de siembra, pero fue similar con la presencia de la arbórea en alta densidad. En tanto, la leguminosa no difirió estadísticamente ($P < 0.05$) en altura entre tratamientos.

Cuadro 1. Desarrollo y producción de biomasa de *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* sembrados en asociación.

Producción de biomasa	Tratamientos			
	I	II	III	EEM
Pasto (t/ha ⁻¹)	2.30 ^b	3.50 ^{ab}	5.20 ^a	0.84
Leguminosa (t/ha ⁻¹)	---	0.05 ^a	0.18 ^b	0.07
Asociación (t/ha ⁻¹)	2.30 ^b	3.55 ^{ab}	5.38 ^a	0.89
Altura				
Pasto (cm)	64 ^a	45 ^b	53 ^{ab}	5
Leguminosa (cm)	---	30 ^a	41 ^a	5

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Prueba de Tukey.
EEM = Error estándar de la media

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹

El valor nutritivo del pasto “buffel” fue similar entre tratamientos para el tenor de proteína cruda y hemicelulosa. Sin embargo, se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el tratamiento del pasto sin asociarse, el cual tuvo un menor contenido de fracciones de fibra, lignina y celulosa, comparado con aquellos en donde estaba presente la leguminosa. En la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, el pasto solo superó ($P < 0.05$) al tratamiento del pasto asociado a la leguminosa en baja densidad (Cuadro 2). Por otro lado, la calidad de *G. sepium* no se modificó ($P > 0.05$) por la densidad de siembra empleada (Cuadro 3).

Cuadro 2. Valor nutritivo de pasto *Cenchrus ciliaris* asociado a *Gliciridia sepium*.

	Tratamientos			
	I	II	III	EEM
Materia seca (%)	43.0 ^a	42.0 ^a	41.0 ^a	1.4
Proteína cruda (%)	8.3 ^a	7.7 ^a	7.0 ^a	0.4
Fibra Detergente Neutro (%)	62.0 ^b	68.6 ^a	70.8 ^a	2.6
Fibra Detergente Ácido (%)	31.4 ^b	37.0 ^a	35.9 ^a	1.7
Hemicelulosa (%)	33.1 ^a	31.6 ^a	32.9 ^a	0.5
Lignina (%)	4.5 ^b	6.5 ^a	6.5 ^a	0.7
Celulosa (%)	26.9 ^b	30.5 ^a	31.4 ^a	1.4
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (%)	53.4 ^a	44.0 ^b	49.0 ^{ab}	2.7

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliciridia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliciridia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹

Cuadro 3. Valor nutritivo de *Gliciridia sepium* asociado con pasto "buffel".

	Tratamientos			
	I	II	III	EEM
Materia seca (%)	---	28.0	27.0	1.3
Proteína cruda (%)	---	18.3	18.6	0.2
Fibra Detergente Neutro (%)	---	34.9	35.2	0.2
Fibra Detergente Ácido (%)	---	15.6	14.4	0.6
Hemicelulosa (%)	---	19.3	20.8	0.8
Lignina (%)	---	6.2	4.8	0.7
Celulosa (%)	---	9.4	9.6	0.1
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (%)	---	75.9	75.1	0.4

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliciridia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliciridia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹



Discusión

El sistema silvopastoril pasto "buffel" y *Gliricidia* en la densidad más alta utilizada en este trabajo fue mejor comparada con el sistema en monocultivo, lo cual concuerda con otras investigaciones [Mahecha *et al.*, 1998; Vizcáino *et al.*, 2001]; esto motivó un mejor aprovechamiento de los recursos por superficie cultivada, además de mejorar la disponibilidad de nutrientes por superficie, asimismo, permite obtener un recurso con características proteicas para complementar la ración de los rumiantes.

Los datos de altura obtenidos mostraron un menor crecimiento de *Gliricidia* influenciado por la competencia con la gramínea; esto se evidenció con los resultados de la literatura en condiciones de monocultivo o sembrados en alta densidad, en donde se registraron rangos de crecimientos de 50 – 55 cm [Carreón, 2001; Palma, 1997], lo cual significaría entre 20 y 40% de afectación, la *Gliricidia* estaría en desventaja por su menor tasa de desarrollo, con un posible efecto negativo sobre sus reservas nutricionales. Por otra parte, este ecotipo proveniente del estado de Colima (México) ha tenido rechazo o baja aceptación inicial por rumiantes en pastoreo [Palma *et al.*, 2003]; este fenómeno le permitiría sobrevivir ante tal condición adversa.

El valor de proteína cruda de los tratamientos estudiados se ubicó entre 7 y 8%, fenómeno explicado por la edad de muestreo con 105 días de corte y sin fertilización, similar a lo indicado por Martín [1998], en su revisión de pastos tropicales. Por otro lado, García *et al.* [2003], encontraron valores de 6 a 7% entre líneas de este género y variación entre época de 6 a 7% con edad de corte de 75 a 81 días. En el establecimiento de la asociación se presenta el diferencial de crecimiento entre especies, que obliga a desarrollar criterios para definir su utilización, como en el presente caso, en donde, por tiempo, el pasto llegó a su madurez vegetativa y, sin embargo, la *Gliricidia* todavía no estaba apta por altura para poder utilizarla.

En cuanto a valor nutritivo, la DIVMS del pasto fue mayor en el tratamiento con pasto solo respecto a la asociación en baja densidad con 9 puntos porcentuales; estos valores son similares a los encontrados por Shinde *et al.* [1999] y mayores a lo indicado por González *et al.* [1996], quienes señalaron valores de 40% tanto en condiciones de riego o temporal, con un efecto de estacionalidad, con incrementos en primavera respecto a otoño e invierno.

Por otro lado, las diferencias encontradas en las fracciones de fibras, pudieran explicar la mayor digestibilidad de la MS en el tratamiento de pasto solo, ya que con un menor contenido de FND, FAD y lignina se obtuvo un incremento en digestibilidad. En este sentido, González *et al.* (1996), indicaron que el promedio de FND varía entre épocas observando un 77% en verano, 75% en otoño y de 60% en invierno. Incluso, Ribasqui [1987], encontró hasta 83% de FND, independientemente del periodo lluvioso o seco.

Respuestas contrarias fueron observadas en la arbórea, pues los indicadores de los componentes nutricionales se mantuvieron altos, entre ellos, el tenor de proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca, es por ello que los árboles forrajeros pueden utilizarse como suplemento en la época de escasez; aunque esto es de poco valor si no se toma en cuenta el comportamiento del animal. Con relación al contenido de PC de la *Gliricidia* tampoco se observaron cambios por efecto de la densidad de plantas y de la edad de cosecha, datos que coinciden con Alayon *et al.* [1998], quienes mencionaron un contenido de 19%, aunque Vizcaino *et al.* [2001], indicaron valores de 22% y todavía mayores por Clavero y Razz [1999], con 24 a 25%. En general, no se observaron cambios en las fracciones de fibra de la leguminosa, sin embargo, Alayón *et al.* [1998], encontraron una mayor cantidad de FAD y una menor cantidad de hemicelulosa comparada con el presente estudio.

En cuanto a la digestibilidad de la *Gliricidia* concuerdan los resultados con Clavero y Razz [1999], quienes indicaron valores de 76 hasta 78% sin efecto por la densidad de siembra; similares a las descritas por Bray *et al.* [1993], con 75 a 79%. Es posible que la porción comestible considerada como hojas y tallos con un diámetro igual o menor a 4mm, influyera sobre la calidad del material evaluado y que las diferencias encontradas con la literatura estuvieran en función del tipo de suelo y ecotipo utilizado. Es de señalar que la asociación mejoró la producción de biomasa en particular cuando se empleó una mayor densidad de siembra de la arbórea, sin embargo, la calidad nutricional no mostró marcada mejoría; en este sentido, la edad y condición de la planta, así como el método de muestreo no evidenciaron efectos en este sentido, con lo cual se esperaría que esto se modifique cuando la leguminosa tenga un mayor porte y el muestreo considere diferente distancia entre el pasto y la arbórea.

Conclusiones

La asociación *Cenchrus ciliaris-Gliricidia sepium* en densidad de 14,285 plantas/ha en la fase de establecimiento mejoró la producción de forraje e incrementó la presencia de nutrientes por área cultivada, lo cual evidencia las ventajas de los sistemas silvopastoriles.

Literatura citada

- Alayon, J.A.; Ramírez-Avilés, L. and Ku-Vera, J.C. 1998. Intake, rumen digestion and microbial nitrogen supply in sheep fed *Cynodon nlemfuensis* supplemented with *Gliricidia sepium*. *Agroforestry Systems*. 41:115-126.
- AOAC International. 2003. Official Methods of analysis AOAC International. 17th edition. Washington, D.C., USA.
- Bray, R.A.; Ibrahim, T.; Palmer, B. and Schlink, A.C. 1993. Yield and quality of *Gliricidia sepium* accessions at two sites in the tropics. *Tropical Grasslands*. 27:30-36.

- Carreón, J. 2001. Establecimiento de cacahual (*Gliricidia sepium* Jacq. Kunth ex Walp.) por semilla como banco de proteína en condiciones de trópico seco. Tesis Doctorado. PICIP – FMVZ. Universidad de Colima.
- Clavero, T. y Razz, R. 1999. Valor nutritivo de la *Gliricidia sepium* en condiciones de bosque seco tropical. Rev. Cubana Cienc. Agric. 33:97-100.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ra. edición. México, D. F. 176 pp.
- García, G.; Ramírez, R.; Foroughbaktch, R.; Morales, R. y García, G. 2003. Valor nutritivo y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Tec. Pecu. Méx. 41(2):209-218.
- Giraldo, L. A.; Botero, J.; Saldarriaga, J. y David, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región atlántica de Colombia. Agroforestería en las Américas. 2 (8):14.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). United States Department of Agriculture. Agriculture handbook No. 379. Agricultural Research Service, Washington, D.C., USA.
- González, A.; Eguiarte, J.A.; Martínez, R. y Rodríguez, M. R. 1996. Adaptación y producción de gramíneas forrajeras en Jalisco, México. Pasturas Tropicales. 18(2):30-35.
- Mahecha, L.; Rosales, M.; Molina, C. H. y Molina, E. J. 1998. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el valle del Cauca, Colombia. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Mahech20.txt> (Consultado 22 mayo 2004).
- Martín, P.C. 1998. Nutritive value of tropical grasses. Cuban J. Agric. Sc. 32:1-7.
- Minson, D.J. and McLeod, M.N. 1972. The *in vitro* technique. Its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture sample. In Division of Tropical Pasture Technical. Paper No. 8. Research Organization, Australia. pp. 1-5.
- Palma, J.M. 1997. Establecimiento de *Gliricidia sepium* en el trópico seco con alta densidad de siembra. Archivos Latinoamericana de Producción Animal. 5(Suplemento 1):5-6.
- Palma, J.M.; Pérez-Guerrero, J.; Galina, M.A. y Galindo, I. 1997. Efecto de la altura y fecha de poda en la producción forrajera de *Gliricidia sepium*. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 31(1):97-103.
- Palma, J.M.; Díaz, L. y Hummel, J. 2003. Pasturing behaviour of pre-weaned calves on a protein bank of *Gliricidia sepium*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 3:131-134.
- Ribasqui, J. 1987. Comportamiento da algarroba (*Prosopis juliflora*) (SW DC) e do capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), em plantio consorciado na regioe de petrolina, P E. Revista da Associacao Brasileira de Algarroba. 1:171-225.
- SAS Institute. 1997. SAS User's Guide Statistics. SAS Institute Inc. Carey, North Carolina, USA.
- Shinde, A.K.; Sankhyan, S.K.; Bhatta, R. and Karim, S.A. 1999. Comparison of lignin and IVDMD technique for estimation of dry matter intake and digestibility in range managed sheep. Indian J. Anim. Sc. 69(5):336-338.
- Vizcaino, A.; Palma, J.M. y Ruiz, T. 2001. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(2): 175-181.

Instrucciones para los autores

Los autores que tengan interés en publicar algún artículo en *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA) deberán ajustarse a los siguientes lineamientos: publicarán artículos científicos originales e inéditos relacionados con las ciencias agrícolas o pecuarias, que de preferencia sean investigaciones inéditas en el trópico 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, 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)
 - Materiales y métodos (breve, pero con los detalles que permitan reproducir las experiencias)
 - Resultados
 - Discusión
 - Conclusiones
 - Literatura citada
 - Tablas, 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 en seguida dos puntos.
- Primera y última página del trabajo. Ejemplo: Palma, J.M.; Galina, M.A. y Silva, E. 1991. *Producción de leche con (Cynodon plecostachyus) utilizando dos niveles de carga y de suplementación*. 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 plectostachyus) o ensilado de maíz*. Tesis de maestría. FMVZ. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

En caso de libros que incluyan artículos de diferentes autores (anuarios, etcétera)

se citará siempre el apellido e iniciales del (de los) autor (es) del artículo en referencia, año, título del trabajo, título de la obra, nombre del (de los) editor (es), número de volumen en caso de que la obra conste de varios volúmenes, páginas, editorial y lugar donde apareció. Ejemplo: Hodgson, J. 1994. *Manejo de pastos: teoría y práctica*. Editorial Diana. México, D. F. 252 pp.

Conferencias

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

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

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

Material electrónico

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

Los artículos de una revista se anotarán de la siguiente forma: autor, fecha, título, revista, volumen, páginas. Obtenido de la red mundial en (fecha): dirección en la red (URL). Ejemplo: Sánchez, M. 2002. Potencial de las especies menores para los pequeños productores. <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote4.htm> (Consultada el 20 enero de 2003).

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



Abreviaturas

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

Cal	Caloría (s)
cm	Centímetro (s)
°C	Grado centígrado
g	Gramo
ha	Hectárea
h	Hora (s)
i. m.	Intramuscular (mente)
i. v.	Intravenosa (mente)
J	Joule
kg	Kilogramo (s)
km	Kilómetro (s)
l	Litro (s)
log	Logaritmo decimal
Mcal	Megacaloría (s)
MJ	Megajoule
m	Metro (s)
msnm	Metros sobre el nivel del mar
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.

