

**Agroecology systems and its role in third
world countries**

Funes-Aguilar, F. y Monzote, M./ 5

**Cattle feeding with silage of mixtures of rejected
banana fruits and rafter at different proportions**

De la Cruz-Hernández, J. C.
y Gutiérrez-Fernández, G. A./ 29

**Temperature and light intensity affecting
egg production and growth performance
of the Apple Snail *Pomacea
patula* (Baker, 1922)**

Meyer-Willerer, A. O. and Santos-Soto, A. / 41

**Influence of yeast culture on productive
performance of intensively fattened
Pelibuey lambs in Colima, México**

Macedo, R.; Arredondo, V. y Beauregard, J./ 59

**Effect of depuration on the biomass of the snail
Pomacea patula (Baker, 1922) using
the condition index**

García-Ulloa, M.; Ramnarine, I. W.; Ponce-Palafox,
J. T. y Góngora-Gómez, A. M./ 69

Editorial

Continuamos con el trabajo como publicación cuatrimestral en esta segunda época, en la cual seguimos obteniendo logros en una de las metas propuestas al tomar la Dirección de la revista: me refiero con ello a su *visibilidad*. En este año, además de *Periódica* y *Latindex*, índices con prestigio internacional, se adiciona una más: *Actualidad Iberoamericana*, con la cual suman ya cuatro indizaciones en donde se difunde *REVAIA*. Aunque parezcan pequeños logros, tienen un amplio significado por la repercusión que tendrá su efecto multiplicador en cuanto a la proyección que representa, así como el estar presente en otros ámbitos donde antes no éramos *visibles*; y, por supuesto, estos acontecimientos nos mantienen satisfechos. Sin embargo, no cejamos en el esfuerzo e interés en ese punto que nos es fundamental; por lo tanto, seguimos en la búsqueda de una mejor y mayor difusión de nuestra revista; para tal efecto, invitamos a la comunidad científica a que se incorpore a este esfuerzo que será benéfico para todos los participantes.

Después de señalar y comentar estas buenas nuevas, quiero hacer mención de un tema medular en la publicación científica: me refiero a los *Materiales y métodos*. Esta parte del artículo también es conocida como *Metodología*. Como se sabe, es una sección fundamental de toda investigación científica, la cual permite entender exactamente el *qué, cuándo y cómo* se realizó el experimento.

Los materiales y métodos detallados proveen a otros colegas suficiente información para poder *reproducir* el trabajo experimental en cuestión. Se le debe dar particular importancia a la descripción del método experimental utilizado para lograr los objetivos planteados. Debe mostrar concordancia plena con las hipótesis; y que en ésta se incluyan: la descripción del sitio experimental, materiales, equipos, métodos, técnicas y diseños experimentales; así como datos de ciclo, localidad o año.

En este sentido, es ampliamente aceptada —en la descripción metodológica— la necesidad de una secuencia en la escritura de los apartados, en donde se debe considerar una definición de la población o del grupo de estudio; se anota el diseño seleccionado, la selección y asignación de sujetos a grupos de estudio, los tratamientos y descripción clara del control, patrón o testigo y el o los análisis estadístico(s) de la información.

En el caso de métodos conocidos, con tan sólo citar correctamente la fuente, ya es suficiente; pero en caso de modificar algún método, además de citar fielmente, es necesario explicar el cambio de forma detallada. Por otra parte, en el supuesto de que

exista algún método nuevo, es necesario describirlo de manera pormenorizada y, probablemente, justificarlo.

Los artículos sobre investigaciones de campo incluyen, en esta sección, la localización del sitio del estudio, sus características biofísicas (temperatura, precipitación, etcétera) y las fechas de cuando se haya realizado el trabajo.

Es necesario confirmar con el cumplimiento de los reglamentos y las normas éticas aplicables al uso de humanos y otros organismos. En experimentación animal, se indicará si se siguieron los lineamientos de la institución o de alguna ley nacional en el uso y cuidado de los animales. En el caso de especímenes, es necesario identificarlos por el género, la especie y, de ser posible, por su determinador (de acuerdo a las normas taxonómicas). Igualmente, es obligatorio identificar los aparatos utilizados por el modelo y la marca de fábrica.

Se usarán nombres genéricos para los compuestos químicos, si no hay diferencias importantes entre las marcas comerciales; en caso necesario, se deberá anotar el principio activo y la marca comercial. Es imprescindible identificar con precisión todas las drogas usadas y dar el nombre genérico, la dosis y la vía de administración.

En esta sección también se mencionan las pruebas estadísticas empleadas para evaluar los resultados, los procedimientos; las técnicas y las fórmulas de uso común no se describen, solamente se mencionan. Asimismo, en el caso del análisis estadístico, se recomienda señalar el programa de computación utilizado.

También es preciso que se describan las pruebas estadísticas con suficientes detalles para que, un lector avezado con acceso a los datos originales, pueda verificar los resultados notificados. En el caso de utilizar métodos de asignación al azar, se tiene que explicar con nitidez la forma en que se realizó; de igual manera, se puntualizará cuando se hayan usado métodos de enmascaramiento. Es recomendable manejar —como referencias de los métodos empleados— libros de texto conocidos y evitar la cita de artículos, cuando esto sea posible.

En su redacción, es necesario utilizar el tiempo pasado e impersonalizado (se midió, se contó, etcétera).

Dentro de los errores frecuentemente encontrados en este apartado, se observan los siguientes: el uso de diseños inapropiados para los objetivos del estudio, desacuerdo con el nivel actual de conocimientos del problema o con inconvenientes éticos, muestra no representativa del universo, imprecisión en la descripción de materiales, de los métodos de análisis químicos y estadísticos, así como la inclusión de resultados y la falta de ordenamiento metodológico.

Esperamos que estas reflexiones sirvan de guía tanto a autores, como revisores y lectores en general, para que permitan orientar y elevar la calidad de los futuros trabajos en nuestra publicación.

Es así como cerramos el año, con esta edición en la que, una vez más, adicionamos novedades que nos congratulan y que, definitivamente, incidirán en el nivel de difusión, calidad y profesionalismo de *REVAIA* y de sus próximas ediciones.

José Manuel Palma García

Director, Revista AIA



Título: *Entre surcos de animal*

Técnica: Tinta china sobre opalina con pincel abanico a dos manos

Autor: "2manos" (Adoración Palma)

(Nov. 2006)

Sistemas agroecológicos y su papel en los países del Tercer Mundo •

Agroecology systems and its role in third world countries

Funes-Aguilar, F. y Monzote, M.

Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes-IGAT, Cuba

*Correspondencia: mgahona@enet.cu

•Artículo invitado

Resumen

El tercer milenio inicia en un mundo globalizado, unipolar: 6.3 mil millones de personas; de ellas, 850 millones hambrientas, 1,200 sin agua potable, 2,400 sin saneamiento, 850 millones analfabetos, 10 millones de niños mueren anualmente. Mientras tanto, 10% de la población disfruta del 70% de riquezas. Proliferan estallidos sociales, guerras, huracanes, terremotos, contaminación ambiental, inundaciones, calentamiento global, SIDA. Numerosas comunidades rurales se han colapsado económica y socialmente, el desempleo aumenta por tecnologías ahorradoras de fuerza laboral, persiste alta migración a las ciudades. La “Revolución Verde”, de especialización e industrialización agropecuaria de países desarrollados, ha generado conflictos ambientales y no ha sido una solución. La geofagia y sed de poder de países y políticos, generan distribución desequilibrada de riquezas. En nuestro planeta abundan resultados positivos con sistemas agroecológicos de producción que han demostrado poder resolver gran número de esos problemas. En América Latina y Cuba, existen experiencias del saber y tradiciones campesinas e indígenas, investigación y producción comercial con soluciones factibles para los problemas de este lla-

Abstract

Third millennium begins in a globalized world: 6.3 thousand million people, 850 millions hungry, 1,200 without drinkable water, 2,400 without proper healthcare, 850 millions illiterate, 10 million children die annually. Meanwhile, 10% of the population enjoys 70% of wealth. Social explosions, wars, hurricanes, earthquakes, environmental contamination, floods, global heating, AIDS, proliferate. Rural communities have economic and socially collapsed, unemployment increases for technologies of low labor force, migration to the cities persists. The “Green Revolution”, of specialized and industrialized agriculture of developed countries has generated environmental conflicts and has not been any solution. The geophagy and power thirst of countries and political leaders, generate more unbalanced distribution of wealth. In our planet, positive results with agroecological systems of production are plentiful, demonstrating its possibility to solve great number of problems. In Latin America and Cuba, large number of experiences based on knowledge of rural and indigenous traditions, research and commercial production exist, with feasible solutions for this called third world”, where the neediest countries are. There are possible roads to reach

mado “Tercer Mundo”, donde están los países más necesitados. Son evidentes los caminos posibles para alcanzar el anhelado desarrollo agropecuario. Este trabajo resume algunos ejemplos de los avances. El reto futuro es integrar los componentes de los agroecosistemas y lograr sinergias, consolidando sistemas agroecológicos holísticos, con eficiencia biológica, productiva, económica, energética y ambiental. Es esperanzador pensar que un futuro agroecológico unido a la voluntad política de desarrollo económico y social, puede contribuir en alto grado a liberar a nuestros países tercermundistas de la crítica situación actual.

Palabras clave

Agroecología, desarrollo agropecuario, sostenibilidad, Tercer Mundo.

the desired agricultural development. This paper summarizes some examples of these advances. The future challenge is to integrate agroecosystems components to achieve synergies, consolidating holistic agroecological systems, with biological, productive, economic, energetics and environmental efficiency. It is hopeful to think in an agroecological future together to political will for the economic and social development, can contribute in a high degree to liberate our third world countries of the critical current situation.

Key words

Agroecology, agricultural development, sustainability, third world.

Introducción

Ha comenzado el tercer milenio en un mundo globalizado, unipolar, la población crece y ya sobrepasa los 6.3 mil millones de personas. Los estallidos sociales, guerras, huracanes, terremotos, contaminación ambiental, inundaciones, calentamiento global, pobreza y hambre proliferan. Más de 850 millones de seres humanos padecen hambre crónica, 1,200 están sin agua potable, 2,400 sin saneamiento básico; hay 850 millones de analfabetos, 10 millones de niños menores de 5 años mueren cada año por causas, muchas veces prevenibles; hay 50 millones de personas con VIH-SIDA. Mientras tanto, un 10% de la población disfruta del 70% de las riquezas del planeta. La brecha en la relación de ingresos de los países ricos/pobres que era 37 veces en 1960, se elevó a 60 en Río, en 1992, de 74 veces al comenzar el siglo XXI [Funes, 2002; García y Mahiques, 2006].

Resulta contrastante que de 13% de hambrientos, la mayoría se concentren en áreas rurales a pesar de que en los últimos cuarenta años hubo un incremento per cápita global de 25% en alimentos. El rendimiento de cereales creció de 1.2 a 2.5 t/ha y su producción total se triplicó, pero la población creció 150% y los precios cayeron 40% [FAO, 2000; Pretty y Hine, 2001].

Gran parte de alimentos agrícolas y pesca se dedican a alimentar ganado, cuya carne, leche y subproductos, consumen mayormente países del norte [Drago, 2006]. Numerosas comunidades rurales se han colapsado económica y socialmente y el desem-

pleo aumenta con la implantación de tecnologías ahorradoras de fuerza de trabajo y persiste migración a las ciudades. En el país más rico, Estados Unidos, el hambre es fenómeno presente y común entre los pobres, alcanzando más de 35 millones de personas [Food First, 1998; AP, 2006].

En los últimos años se han impuesto guerras por poderes del norte, para dominar la energía, y en un futuro próximo la causa o “excusa” será el agua. El precio del petróleo ha alcanzado más de \$70 USD/barril (más de 30 veces que hace 30 años). Con el crecimiento poblacional y reducción de áreas cultivables, puede disminuir la disponibilidad de alimentos [Funes, 2006].

Sin embargo, la superpoblación no es causa fundamental. China, el país más poblado, ha generado mejoras en los últimos años y sus índices de pobreza y desarrollo han cambiado extraordinariamente. También Vietnam, de importador de arroz, su principal cereal, en pocos años ha pasado a exportar más de 20 millones de toneladas anuales. En ambos, el acceso a la tierra y mejor distribución de recursos han dado impulso a los cambios.

Los patrones de desarrollo presentan problemas en el sur y en el norte y exhiben limitaciones dramáticas en dos aspectos fundamentales: la pobreza no ha sido erradicada, sino que aumenta y las bases ecológicas del desarrollo están degradadas a escalas locales, regionales, nacionales y globales. La actual trayectoria de desarrollo es claramente insostenible [Altieri, 1995].

Cuba, a pesar de los profundos cambios realizados por el proceso revolucionario, no escapa a algunos de estos problemas, pues confrontamos dificultades de desertificación, salinidad, degradación de cubierta vegetal, erosión, baja fertilidad y otros. Estas dificultades, en parte, son ocasionadas por factores climáticos y por las restricciones del bloqueo económico de hace casi cinco décadas; pero por otra parte, por factores antrópicos, al emplear técnicas y estrategias inadecuadas en nuestro modelo de desarrollo agropecuario.

Tanto a nivel mundial como regional y nacional, abundan resultados de sistemas agroecológicos que demuestran que ésta es una vía que puede contribuir a resolver un gran número de los problemas. En Cuba, afortunadamente, disponemos de gran número de experiencias y datos, tanto del saber y tradiciones campesinas, como de la investigación y producción comercial, con soluciones para los problemas existentes —muchos de los cuales están en proceso de aplicación—, aunque todavía hay mucho por hacer y aún no existe correspondencia entre investigaciones acumuladas, su aplicación masiva y resultados productivos y económicos. Estos resultados pueden ser útiles, tanto dentro como fuera del país, en el Tercer Mundo, donde se ubican los países más necesitados y afectados.

Asimismo, son muchos los resultados y experiencias positivas con sistemas agroecológicos en otros países en desarrollo y, particularmente, en Latinoamérica, que nos indican que hay muchos caminos posibles a seguir para alcanzar el tan anhelado y necesario desarrollo agropecuario para los países del Tercer Mundo. (Ver Cuadro 2).

Agricultura y pobreza

Con el auge tecnológico a nivel mundial se crearon diferencias económicas y sociales entre el sector industrial, más favorecido, y el agrícola, menos apoyado, a pesar de ser este último la base del desarrollo de la civilización. Esas diferencias ocasionaron cambios de valores éticos, lo cual motivó el éxodo a las ciudades, principalmente en los países desarrollados y la pobreza del campo, fundamentalmente en el Tercer Mundo. La industrialización de la agricultura aceleró aún más este proceso [Monzote, 2000].

Los patrones “modernos” de desarrollo agropecuario, tipo “Revolución Verde”, de alta especialización e industrialización y excesiva ganaderización de la agricultura, impulsados por los países desarrollados, “como única vía de solución”, han generado conflictos ambientales, como: pérdida de biodiversidad, erosión e infertilidad de suelos, agotamiento de acuíferos, contaminación por agroquímicos, deforestación (15 millones de hectáreas de bosques/año), contaminación atmosférica por daño a la capa de ozono (la concentración de CO₂ ha crecido un 30%), ha aumentado la dependencia de combustibles fósiles, disminuido la eficiencia energética en la producción de cultivos y ganadería, causando vulnerabilidad y baja resiliencia de los sistemas. La geofagia y sed de poder de países y políticos, generadoras de una desequilibrada distribución de la riqueza, ha agravado esta panorámica, creándose más diferencias entre ricos y pobres.

Otras causas subyacentes de la pobreza y deterioro de recursos naturales, son el neoliberalismo, los patrones inapropiados de desarrollo rural (que han llevado al endeudamiento de los países), la globalización política y cultural y relaciones comerciales y financieras, causantes de negativos impactos sociales y ambientales. También deben señalarse las agencias públicas ineficientes, con enfoques inapropiados, sin participación de los actores sociales ni en correspondencia con las necesidades de la población rural.

Es engañoso que la causa fundamental de la pobreza sea la superpoblación, ese enfoque simplificado no va a la raíz del problema, que ha llevado a amplios sectores a repensar en los paradigmas convencionales del desarrollo agropecuario y forestal. Para enfrentar estos fuertes desafíos sociales y económicos, es palpable la necesidad urgente de nuevos modos de pensar y actuar a favor del hombre y del ambiente; el paradigma que se ha venido empleando es insostenible. El problema no puede ser resuelto a través

de medidas correctivas: se requieren cambios sustanciales en lo económico, social, ecológico y cultural [Monzote, 2000].

El acceso a enormes extensiones de tierra no cultivadas o subutilizadas en el mundo, y en especial en áreas tropicales subdesarrolladas de Asia, África y América Latina, puede convertirse en un pivote decisivo para el desarrollo de esos países más necesitados.

Antecedentes de una necesidad, el desarrollo sostenible

El reconocimiento mundial de los problemas ambientales, emergieron públicamente en la Cumbre de Río, Brasil, iniciado el pasado decenio (1992), aunque mucho antes se había iniciado una fuerte lucha para que los políticos tomaran en cuenta los daños que estaban provocando las prácticas imperantes para obtener bienes de consumo y su efecto sobre ciclos y procesos naturales. Dos obras maestras encierran las preocupaciones de las últimas generaciones: *La primavera silenciosa* [Carson, 1962] y más recientemente, *Nuestro futuro robado* [Colborn et al., 1996]; ambas profundizan en las causas y con ejemplos, demuestran las dimensiones de las consecuencias ambientales que provoca el modelo agrícola practicado en las últimas décadas [Funes, 2001, 2002].

Monzote [2001] señala que se han ido conformando, hasta nuestros días, dos tendencias de ideas técnicas, científicas, culturales y políticas en el sector agrícola a nivel mundial. Una, rechaza la dependencia de mercados de importación; las políticas de privatización y mejoramiento de semillas; los cultivos transgénicos; la biopiratería y patentamiento de la vida; el uso de agroquímicos; los mega proyectos que destruyen los agroecosistemas; el no respeto a las culturas indígenas y campesinas, por tanto, rechazan también la globalización y el neoliberalismo. La otra, apoya todos estos aspectos y está a favor de las transnacionales que dominan el desarrollo agrícola mundial con falsas expectativas.

El término “desarrollo sostenible” se ha convertido en parte del discurso de muchos gobiernos, ONG’s y agencias internacionales, especialmente desde que éste se popularizó por la citada Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo. En Johannesburgo, Sudáfrica, pasados diez años, se desarrolló la II Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, para pasar revista a lo hecho y a lo mucho que aún hay por hacer.

Agroecología y sostenibilidad

De acuerdo con Altieri y Nicholls [2000], la agroecología es la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y se define

como un marco teórico, cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. Considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las investigaciones socio-económicas son investigados y analizados como un todo.

La agricultura sostenible se refiere a una forma de producir que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo a través del uso de tecnologías de manejo de corte ecológico [Altieri, 1995]. Por otra parte, Restrepo [1996] considera que “la agricultura orgánica es el anuncio y la práctica de una nueva concepción del universo. A través de ella la humanidad cambiará su relación con el cosmos y en particular con la naturaleza”.

El objetivo principal del movimiento orgánico o ecológico mundial, es demostrar que hay otras vías y modelos de desarrollo agrícola a través de los cuales asegurar la alimentación y bienestar de la población mundial de una manera sostenible. Es así como en todas latitudes comienzan a forjarse doctrinas de pensamiento que unen la práctica con la teoría, el conocimiento tradicional con el científico, el empirismo con la técnica y, a veces, hasta lo desconocido, como parte del pensamiento agroecológico, que cada vez tiene mayor credibilidad y aplicación a los paradigmas de la sociedad moderna [Funes *et al.*, 1999].

En enero de 1999, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO, 1999] reconoció la labor del movimiento orgánico y declaró: “La FAO tiene la responsabilidad de dar a la Agricultura Orgánica, un legítimo lugar dentro de los programas de agricultura sostenible y ayudar a sus países miembros en sus esfuerzos para responder a la demanda de los agricultores y consumidores en este sector. La agricultura orgánica puede contribuir a disímiles metas de la sustentabilidad y así lo está demostrando”.

Experiencias agroecológicas en el Tercer Mundo

En todo el mundo y, por tanto, en los continentes y regiones donde se concentra más la pobreza, esto es, en África, Asia y América Latina, en donde se han desarrollado, en los últimos años, miles de proyectos de investigación y actividades prácticas llevadas a cabo tanto por técnicos como por productores, donde se han demostrado las bondades de aplicar métodos agrícolas orgánicos, bajo principios agroecológicos y teniendo como meta alcanzar la sostenibilidad de los sistemas. A continuación, se resumen algunas de estas experiencias.

Cuadro 1. Estado de algunos programas en distintos países de Asia y África.

País	Programa/ proyecto	Observaciones	Fuente
Bangladesh	INTERFISH/ CARE	Educación a campesinos en conceptos agroecológicos, manejo integrado de plagas (MIP), cultivo de peces y vegetales en arroz. Mejora socio-económica, seguridad ambiental, sostenibilidad	Ingram y Kamp, 1996
Filipinas	Kasakalikahan Gv. / ICDAI/ FAO/ Otras ONG's	Entrenamiento participativo, agricultura sostenible (AS) y agricultura ecológica (AE), programas MIP, miles de campesinos han adoptado métodos integrales sin químicos	Ravanera <i>et al.</i> , 1996
Kenya / Zambia	ICRAF	Agroforestería, integración con otros componentes de la finca	Sánchez, 2002
Madagascar	SRI	Sistema de trasplante joven de arroz con composta o abono orgánico, uso cuidadoso del agua, altos rendimientos	Uphoff, 2002
Malawi	ICLARM	Integración de acuicultura en sistemas agropecuarios, reduce contaminación	Brummett, 2002
Senegal	RARC / Rodale Institute	Desarrollo de recursos locales. Investigación aplicada, capacitación y entrenamiento, comunicación y desarrollo rural comunitario, uniendo diversos actores. Control biológico de insectos, salud del suelo primero, policultivos, rotación, otras prácticas	Thrupp, 1996; Makhtar Diop, 2002

Cuadro 2. Estado de algunos programas en distintos países de América Latina.

País	Programa/proyecto	Observaciones	Fuente
Brasil	EPAGRI AS-PTA	Abono verde, cultivos cobertura, 38,000 familias 1'330,000 ha.	Altieri y Nicholls, 2000
Colombia	CIPAV	Ganadería, sistemas agroforestales y silvopastoriles, restauración ambiental sin prescindir en total de la pecuaria	Murgueitio, 2001
Ecuador	CEDIS/ITACAB	Sistema AS. Mejora suelo, aprovechamiento agua, cantidad y calidad producción, producción orgánica	Peralvo, 1998
El Salvador	COAGRES	Rotaciones, abonos verdes, insecticidas botánicos	Altieri y Nicholls, 2000
Guatemala Honduras	COSECHA, IIED San Martín / Guinope	Siembra contornos, conservación suelo, agricultura, ganado, rotaciones, M. O., abonos verdes, cobertura	Bunch, 2002
Guatemala	ALTERTEC y otros	Conservación suelo, abono verde, cultivos orgánicos, 17,000 unidades	Altieri y Nicholls, 2000
Honduras	CIDDICO COSECHA	Conservación de suelo, abonos verdes, 27,000 unidades	Altieri y Nicholls, 2000
México	MESMIS	Evaluación de sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales integrados. Materiales didácticos, estudios de caso, bases de datos, entrenamiento	Masera <i>et al.</i> , 1999
México	Cooperativas oaxaqueñas	Composta, terrazas, siembra, 3,000 familias	Altieri y Nicholls, 2000
México	Manejo traspatios en Tlaxcala	Tres técnicas: lombricomposta, captación agua lluvia y horticultura. Se produjeron cantidades apreciables de productos para las familias y excedentes para comercializar. Se extiende a 300 familias en 4 municipios de Tlaxcala	Quispe, 2006
México	Finca ecológica integral Tabasco	Rentable desde primer año, más en el cuarto. Sistema de huertos de frutales orgánicos, cultivos de alta rentabilidad (chile, jamaica, chayote) y alto consumo (maíz), acuacultura, cerdos, aves, cerdos, hortalizas varias aplicando agroecología	Moreno y Gómez, 2006
Nicaragua	CATIE / INTA / MAG	Entrenamiento participativo a agricultores y técnicos, MIP, sustitución de insumos	SIMAS, 1996
Panamá	Fundación NATURA y otras ONG/ITACAB	Desarrollo rural participativo, Proyectos de agricultura orgánica (AO), abonos verdes, conservación suelos. Desarrollo participativo	Tarte, 1998
Perú	CIP / INIA / ONG's	Mejoramiento de rendimientos y MIP	Fano <i>et al.</i> , 1996
Perú	AIDER/ITACAB	Producción sostenida de madera y frutos, agroforestería y silvopecuaria. Actividades agrícolas y ganaderas, apicultura. Capacitación	Palomares, 1998
Perú	IDMA/ITACAB	Sistemas campesinos c/manejo agroecológico, rotaciones y asociaciones, policultivos. Capacitación de promotores	Núñez, 1998
Perú	CIED	Rehabilitación terraplenes antiguos, campos elevados, rehabilitación agrícola de cuencas, policultivos, sistemas agroforestales, compostaje, 2,262 familias	Altieri y Nicholls, 2000
Perú	Conservación y manejo recursos naturales	Recuperación y diversificación productiva en comunidades indígenas (120 familias). Trabajo comunal respetando costumbres ancestrales, agricultura orgánica, insumos locales a bajo costo, asociaciones, huertos, animales menores	Ríos y Masson, 2006

Pretty y Hine [2001], llevaron a cabo una amplia investigación, llamada SAFE-World (Salvar el mundo), a través de 208 casos o proyectos en 52 países del Tercer Mundo, considerando nueve aspectos principales de mejoramiento, debidos a la agricultura ecológica y aseveran una perspectiva confiable de que la productividad crecerá,

incrementando las mejoras en las fincas, y que habrá incrementos estables en el tiempo si se acumula capital natural, social y humano.

Por otra parte, Rosset [1999] afirma que en las comunidades agrícolas tradicionales, la finca familiar es fundamental para mantener y sostener la producción agrícola y que en la pequeña finca, las labores productivas, movilización de fuerza de trabajo, patrones de consumo, conocimiento ecológico e interés común en el mantener a largo plazo la finca, contribuyen a una economía estable en una empresa familiar donde la calidad del trabajo, la administración, el conocimiento y las relaciones están entrelazados y se refuerzan mutuamente.

Cuba y la agricultura sostenible

En Cuba, a partir de 1959, y hasta la década de los ochentas, se habían alcanzado niveles aceptables de consumo, desarrollo y calidad de vida; pero a principios de la década de los noventas, el país se vio, de pronto, ante condiciones muy difíciles, de las cuales ha podido ir saliendo; especialmente por la preparación cultural y coraje de su pueblo, que de inmediato empezó a implementar cambios de todo tipo. Entre ellos, en la agricultura, donde después de treinta años de aplicación —casi generalizada— de la “Revolución Verde”, se comenzó a desarrollar un Movimiento de Agricultura Orgánica, debido —inicialmente— a dicha crisis económica coyuntural, pero con antecedentes y principales precursores en grandes pensadores agrícolas y en la rica experiencia práctica del campesinado, quienes, con su amplio quehacer naturalista sentaron las bases de tradiciones agrícolas con plena vigencia actual.

Esta sería crisis, causada por el colapso del campo socialista y la desintegración de la Unión Soviética, con cuyos países Cuba mantenía algo más del 85% de su comercio, fue acentuada por el prolongado bloqueo estadounidense de hace más de cuarenta y cinco años. Hoy día, se han sumado los efectos derivados de la globalización y crisis financiera internacional.

Como respuesta, desde inicio de los noventa, el paradigma de una agricultura intensiva-industrial, que venía ocasionando problemas productivos y ambientales, se ha ido transformando paulatinamente en una agricultura sostenible, de bajos insumos, más independiente, con técnicas orgánicas de producción. Esto es posible por la prioridad dada por el gobierno a estos cambios, por la aplicación de resultados científico-técnicos de años anteriores, especialmente de las décadas 70-80, la buena preparación educacional y cultural del pueblo, así como por la labor de concientización, promoción y divulgación desarrollada en los últimos años.

Algunas prácticas exitosas desarrolladas o incrementada su aplicación en esta etapa [Funes 2001, 2002, 2005, 2006], han sido, entre otras:

Reordenamiento agropecuario. Se diversificaron las formas de propiedad existentes. Se han cooperativizado gran cantidad de las grandes empresas anteriores, disminuido el tamaño de las unidades, se han repartido (en régimen de usufructo gratuito), tierras que permanecían ociosas, a los interesados en hacerlas producir.

Laboreo y conservación de suelos. Se emplea extensamente el cultivo mínimo y “cero labranza”, el laboreo, conservación y recuperación de suelos compactados, salinizados, erosionados, barreras vivas, cobertura, curvas de nivel, entre otras. El implemento “multiarado” con versiones para tractor y bueyes, para la roturación, cruce, surcado, cultivo y aporque, siembra, tape, con la ventaja de que no invierte el prisma de suelo.

Tracción animal. Se ha venido rescatando. La existencia de bueyes creció en 2.5 veces respecto a 1990, con un marcado efecto sobre la conservación del suelo y el ahorro energético.

Manejo de suelos y nutrición orgánica. Se ha trabajado en el manejo ecológico y nutrición orgánica del suelo, elaboración y empleo de composta, lombricultura, abonos verdes, cobertura, residuales líquidos y otros. En general, los abonos orgánicos y biofertilizantes han incrementado el rendimiento de cultivos, área cubierta, contenido de materia orgánica y propiedades físicas de los suelos. Han sustituido, en distinto grado, los fertilizantes químicos y requerimientos nutritivos de cultivos y, en algunos casos, reducido su demanda hídrica.

Biofertilizantes. Han aportado resultados positivos en diversos cultivos, mismos que resume el Cuadro 3.

Cuadro 3. Biofertilizantes y abonos orgánicos.

Organismo o abono orgánico	Cultivos con mayor efecto
Rhizobium	Frijoles, maní, leguminosas de abonos verdes
Bradirhizobium	Soya, leguminosas forrajeras
Azotobacter	Vegetales, viandas, maíz, arroz
Solubilizadores de P	Vegetales, yuca, boniato, posturas
Azospirillum	Arroz, caña de azúcar
Micorrizas V. A.	Arroz, yuca, maní, frijol, maíz, ajo, zanahoria
Humus de lombriz	Vegetales, viandas
Biotierra	Tomate
Composta, lombricomposta	Viandas, vegetales, agricultura orgánica y urbana
Cachaza, estiércol	Diversos cultivos

Biogas. Forma de utilizar estiércol produciendo combustible barato y útil para generar electricidad y para cocinas familiares. El biodigestor genera subproducto (“lodo”) fertilizante.

Rotaciones, policultivos. Ambos métodos son comúnmente empleados en la agricultura orgánica y han mostrado respuesta positiva, especialmente en utilización de la tierra y rendimientos. Diversos policultivos han mostrado muy buena efectividad, con IET (Índice Equivalente de la Tierra), desde 1.01 hasta 2.82, mejoran cobertura y condiciones del suelo, y dan un aporte sistemático de alimentos a la población. Por otra parte, ha sido demostrado el papel que juegan ambos en cuanto al control de plagas y enfermedades perjudiciales.

Manejo ecológico de plagas. Uno de los retos principales para la conversión a AO es la eliminación del uso de sustancias químicas y agrotóxicas. Se ha creado una Red Nacional de Centros para la Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE), con una producción “artesanal” y descentralizada de agentes biocontroladores, que dan soluciones ecológicas al ataque de plagas y enfermedades. Estas prácticas, son de gran interés como sustitución de insumos y son ejemplo en el mundo por su desarrollo masivo y a bajo costo, lo cual llama la atención a científicos y productores orgánicos extranjeros.

Se trabaja en entomófagos, entomopatógenos y antagonistas para control de plagas, plantas insecticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas y nemátodos parasíticos. Se han desarrollado 200 CREE por los Ministerios de Agricultura (MINAG) y del Azúcar (MINAZ); además, cuatro plantas a mayor escala. Los CREE dan servicios de asesoría y venta de productos. En la actualidad, se aplican medios biológicos a cerca de 1 millón de hectáreas, de los cinco millones dedicadas a la agricultura en el país, cubriendo un amplio rango de cultivos.

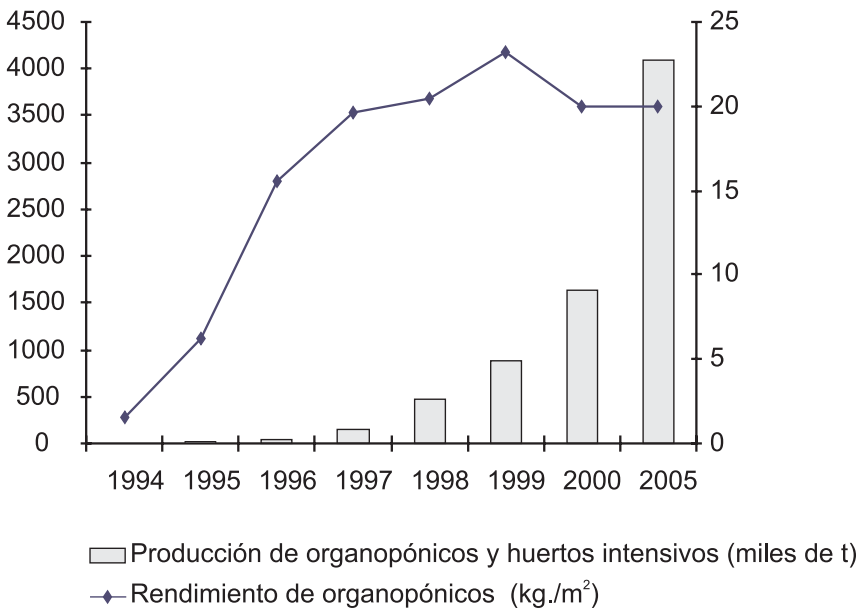
Control de malezas. Evitar aradura inadecuada, hacer labranza superficial, dejar semillas en la superficie, emplear pastoreo bovino, caprino y ovino con carga alta, reforestar con plantas de crecimiento rápido y alta densidad. Sembrar cultivos temporales después del desbroce.

Plantas medicinales y condimentos. Se revalorizaron experiencias populares tradicionales, intensificándose su uso y estudio para humanos y animales. Se resolvió la carencia crítica de medicamentos con la “medicina verde”. Comenzó en 1992 como producción del Ministerio de la Fuerzas Armadas (MINFAR), después se convirtió en programa conjunto de los Ministerios de Salud Pública (MINSAP) y Agricultura (MINAG). Existen 13 fincas provinciales y 136 módulos municipales con métodos orgánicos de producción. La producción actual de plantas medicinales, condimentos y colorantes excede las 1,000 t/año, con perspectivas de incremento.

Programas exitosos y en desarrollo basados en el empleo de principios agroecológicos

Agricultura urbana. A inicios de los noventa, surge el movimiento de agricultura urbana, donde miles de familias producen alimentos mediante métodos orgánicos, ayudando de manera importante a la canasta familiar. Se desarrollan distintas modalidades: organopónicos, huertos intensivos, parcelas y patios, fincas sub-urbanas, autoabastecimientos de empresas y organismos, cultivos domésticos y otros. Se desarrolla en las ciudades y su periferia, produciendo hortalizas y otros renglones, incluida la crianza de animales.

Ha tenido crecimiento sostenido y espectacular (4.1 millones de toneladas en 2005), y ha generado más de 350,000 nuevos empleos; de ellos, 71,258 a mujeres, 71,897 a jóvenes y 37,562 a jubilados. Esta agricultura que se desarrolla a través de 28 subprogramas que incluyen especies de plantas, animales forestales y frutales, se acerca a los sistemas integrados agroecológicos. Constituye un Programa Nacional, dirigido por el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), y ha contado con la colaboración de todos los centros de investigación, docencia y producción agropecuaria del país. En la siguiente figura se presenta la evolución de las producciones y rendimientos de este programa.



Popularización del arroz. Este programa de “arroz popular” surgió de forma espontánea por las restricciones económicas; consiste en producir este cereal, básico para los cubanos, en pequeñas parcelas con bajos o nulos insumos, para consumo familiar y venta de excedentes, como fuente importante de ingresos. Es determinante para la presencia estable del grano en agromercados a precios aceptables. Produce más de 40% de la necesidad del país y sus subproductos se usan en alimentación animal. Lo dirige el Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA).

Producción de azúcar orgánica. Se desarrolla desde hace unos años. Los primeros esfuerzos a escala piloto, comenzaron en una pequeña central azucarera de la Universidad Central de Las Villas. Posteriormente, se iniciaron producciones en Complejos Agroindustriales (CAI) del MINAZ; el primero de los ellos, el “Carlos Baliño” de Villa Clara, que —por primera vez— fabricó a escala comercial unas 3,000 t. Se utilizan prácticas ecológicas que incluyen cultivo en rotación e intercalado de soya y otras leguminosas, control de plagas con medios biológicos, biofertilizantes, composta, cachaza, abonos verdes y otras. Se trabaja para que cada provincia tenga, al menos, una central produciendo en próximos años.

Cítricos. Desde 1997 se inició la selección y conversión de áreas comerciales y el programa de producción de fruta y jugos orgánicos. Se utiliza composta de residuales sólidos de la propia industria, enriquecidos con cachaza y biofertilizantes. Existen áreas en diferentes provincias y en la Isla de la Juventud (ACTAF, 2000), y se desarrollan proyectos con organizaciones extranjeras y asesoría técnica del Instituto de Investigaciones de Cítricos y Frutales (IICF).

Fincas Forestales Integrales en todo el país. Su objetivo es mantener y recuperar áreas boscosas; en ellas viven el finquero y su familia, cuidan del área forestal (bosque) e incorporan animales y otros cultivos para consumo familiar y venta de excedentes. Se ha mejorado ostensiblemente el nivel de producción, calidad de vida y ha rescatado la vocación forestal de esas personas.

Fruticultura orgánica. Alrededor de 32 mil ha de plantaciones de frutales no han empleado agroquímicos en los últimos años. Se ha iniciado la selección de plantaciones con posibilidades de recuperar su potencial productivo; se inició y en gran medida se ha alcanzado su conversión a orgánicas. Con el auge del turismo, el desarrollo de los frutales es una alternativa muy atractiva y se desarrolla el fomento de fincas ecológicas para el consumo directo de frutas tropicales. Existen proyectos con este objetivo, con apoyo de FAO y algunas ONG's y se incursiona en el mercado orgánico para exportación de coco (*Cocos nucifera*) con 300 ha en conversión. Está en perspectiva el desarrollo de piña (*Ananas comosus*) y mango (*Mangifera indica*).

Café y cacao. Existe demanda en el mercado internacional de café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*) orgánicos, y se ha iniciado la conversión de áreas. Del

caféto existen seleccionadas 3,000 ha en el macizo montañoso oriental de Guantánamo y Santiago de Cuba para producir 150 t/año. Existen 1,500 ha de cacao en conversión en Guantánamo y es posible obtener alrededor de 200 t en los primeros años.

Programa de producción familiar de huevos y carne de aves. Se estructura a partir de la creación de una estirpe de gallina semi-rústica, que puede producir más huevos que la criolla que le dio origen, pero con adaptabilidad al medio y desarrollo de un sistema de explotación bajo condiciones sostenibles, lo cual ha formado parte de un plan de capacitación y divulgación, de manera muy especial para criadores primarios. Se ha investigado con otras especies como cabras, conejos y cerdos con resultados positivos.

Tecnologías de manejo en sistemas de cultivos y animales

La recuperación en producción animal es más lenta, pero se ha avanzado en razas y cruces más rústicos en todas las especies, cría a campo de aves y cerdos, dietas con recursos nacionales, leguminosas en bancos proteicos y silvopastoreo en vacunos, diversificación e integración con otras producciones en la finca, etcétera. El esfuerzo actual va también a otras especies como ovinos, caprinos, ocas, peces de agua dulce y otros.

Cuadro 4. Producción animal en pastos basados en leguminosas en Cuba

Sistema de producción	Rango	Carga UGM/ha
Producción de leche, kg/vaca/día		
• Banco de proteína	6 - 15	2.5 - 3.5
• Asociaciones gramíneas/leguminosas	5 - 13	1.5 - 2.0
• Pedestales con leguminosas y riego	10.4 - 13.5	4.0 - 7.0
• Silvopastoreo	7.1 - 8.0	
Producción de carne, g PV/cabeza/día		
Banco de proteína	400 - 700	3.0 - 4.0
Asociaciones gramíneas/leguminosas	400 - 650	2.0 - 2.5

[Adaptado de Funes y Monzote, 1993].

Integración ganadería-agricultura. Este tipo de integración es clave para desarrollar sistemas agroecológicos de producción, posibilita un uso racional de los recursos naturales y la ganadería vacuna cuenta con condiciones para favorecer la conversión. Se han obtenido resultados destacados en fincas experimentales, comerciales y muy diversos estudios de caso, llevados a cabo por el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. El enfoque agroecológico permite mayor eficiencia energética y productiva,

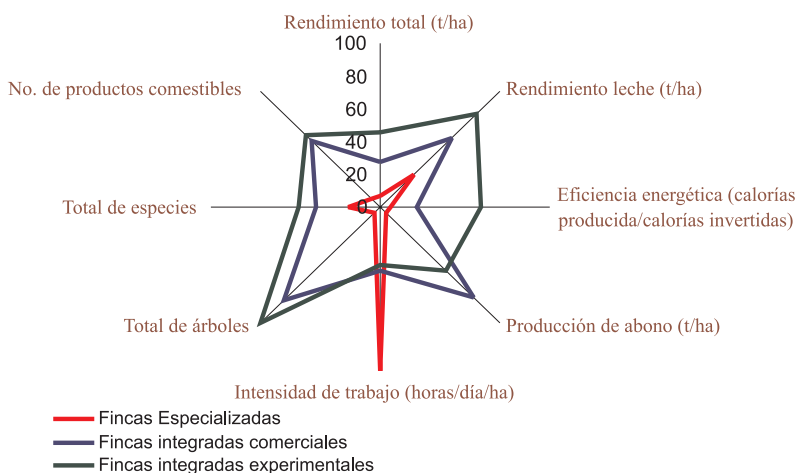
así como cultivar biodiversidad lo cual favorece el ambiente, economía y autosuficiencia alimentaria [Monzote y Funes-Monzote, 2001]. Se han realizado trabajos, integrando ganadería, agricultura y árboles en diferentes proporciones y aprovechando la biodiversidad, empleando y reciclando residuos de cosechas y animales, policultivos, potenciando los insectos biocontroladores *in situ*, etcétera, con resultado productivo, económico, energético y ambiental.

Cuadro 5. Fincas agroecológicas agricultura/ganadería

Indicadores	Rango
Área (ha)	1-20
Producción total (t/ha)	4-9
• Agricultura	3-6
• Ganadería	1-3
Energía (Mcal/ha)	3 000- 10 000
Proteína (kg/ha)	100-300
Individuos que alimenta/ha	
• Fuentes de energía	4-9
• Fuentes de proteína	
1. Origen vegetal	3-10
2. Origen animal	5-12
Insumos (gastos energéticos)	
Fuerza laboral (Mcal)	500-1 000
Fuerza animal (Mcal)	20-60
Trabajo con tractor (Mcal)	0-300
Relación energética (cal producida/cal invertida)	2-10

[Monzote y Funes-Monzote, 1997, 2001].

En la gráfica siguiente puede apreciarse la evolución positiva de indicadores en fincas agroecológicas con relación a las especializadas [Monzote y Funes-Monzote, 2001].



Resultados comparativos de los indicadores de sostenibilidad en diferentes tipos de producción

Experiencias prácticas en la aplicación de la agroecología en Cuba

Son miles las experiencias de fincas agroecológicas en Cuba. Las ricas tradiciones campesinas, atesoradas durante cientos de años, se funden con los abundantes resultados de la ciencia y la técnica, transmitiéndose continuamente a los productores, que —según características edafoclimáticas del lugar, vocación, intereses, gustos y posible mercado, entre otras— las aplican en sus fincas, añaden aportes y decisiones personales y de sus familias involucradas.

A continuación, señalamos los resultados obtenidos por un pequeño grupo de los miles de agricultores que hoy están aplicando experiencias agroecológicas, las cuales fueron expuestas en el pasado VI Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica y Sostenible:

Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) “Gilberto León” y “Jorge Dimitrov” (San Antonio de los Baños) y “28 de Septiembre” (Batabano), provincia La Habana. Diversificación de especies de pastos, introducción de animales menores (aves, porcinos, ovinos, peces) y otras diversas tecnologías agroecológicas, con significativo incremento en la producción total por hectárea, relación favorable de ingresos/gastos y utilidades. Han difundido sus experiencias a otros productores [Martín *et al.*, 2006; Zambrano *et al.*, 2006].

Finca Forestal Integral, provincia Guantánamo. En ecosistema frágil, muy seco y costero, empleando principios agroecológicos, se lograron especies resistentes al me-

dio, con mejora del entorno de manera sostenible, impacto sobre desertificación y sequía, colorido del lugar, económicamente viable y con impacto social positivo [Borges *et al.*, 2006].

Finca Ángel Suárez, Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) David Pérez, Villa Clara. Aplica 24 subprogramas de la agricultura urbana. Integra plantas, animales y forestales. Combina espacio, tiempo, fuerza de trabajo, mejora del ambiente y sostenibilidad [Suárez, 2006].

Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “26 de Julio” (Guanabacoa), Ciudad de La Habana. Han potenciado diversas técnicas, diagnóstico rural participativo, alto empleo de residuos o subproductos para cuidado y restauración del suelo, plantación de árboles, mejora de la producción de leche y carne y nivel de vida de las familias. Ha sido muy importante la capacitación de los productores [Rebollar, 2006].

Finca Agroecológica “Cuenca Herradura” CCS A. Núñez (Los Palacios), Pinar del Río. En suelos erosionados de 15-30% de pendiente se empleó labranza de conservación, bordos de desagüe, conservación y estabilización de cárcavas, mejoradores orgánicos, abonos verdes, medios biológicos, manejo del agua, uso de energías alternativas y rescate de tradiciones campesinas. Se protegió el 90% de las áreas erosionadas, las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementándose el rendimiento de diversas especies de granos, viandas, hortalizas, en más de un 35%. Se triplicaron las producciones animales, la familia ha mejorado su estatus económico y la comunidad en lo técnico y cultural [Díaz *et al.*, 2006].

Finca “Palma Rayo, CCS Julio Martínez, Cienfuegos. En 13.9 ha desarrolla agricultura, forestal y ganadería. Obtiene 67 productos diferentes, entre ellos: viandas y hortalizas, maderables, frutales, medicinales, ornamentales, granos, oleaginosas, pastos, vacunos, equinos, avícolas, caprinos y cunícolas. Alta biodiversidad con 295 especies vegetales. Tiene elevadas ganancias económicas y mejora del medio ambiente [Leyva, 2006].

“Finca del Medio”, Taguasco, Sancti Spíritus. Potencian cercas vivas ecológicas, conservación y mejoramiento del suelo, biogas, energía eólica, producciones de composta y humus de lombriz, apicultura, biodiversidad animal y vegetal, razas animales rústicas y de buen potencial, uso eficiente del agua y muchos otros principios agroecológicos. Se obtienen altas y eficientes producciones hortícolas, frutas, leche, avícolas, porcinas, cunícolas (todas éstas en vida libre, sin confinamiento). Todo se obtiene a muy bajos costos de producción, con muy pocos o nulos insumos externos. En la finca trabaja el propietario, su esposa, dos hijos y nuera, aseguran su economía, mejoran el medio ambiente y es fuente inspiradora de medios materiales y morales [Casimiro y Casimiro, 2006].

Finca “La Esperanza”, Camagüey. Se aplican técnicas agroecológicas, acuartonamiento de áreas, sistema de abasto de agua, diversificación agrícola y pecuaria, desarrollo de nuevos forrajes, reforestación, ninguna aplicación de agrotóxicos. El rendimiento del sistema ha superado las 7 t/ha/año, los productos crecieron desde 6 a 19, con buena rentabilidad. La familia ha mejorado notablemente sus condiciones de vida. Consideran de gran importancia la capacitación para obtener estos resultados [Pereda *et al.*, 2006].

Finca “Loma Arriba”, Sancti Spíritus. En 3.95 ha. de topografía alomada, se ha desarrollado una alta diversificación, técnicas de conservación y mejora del suelo, posee 45 cuarterones o potreros para el manejo de bovinos con pastos adaptados (14 gramíneas y 26 leguminosas), árboles de sombra. Huerto con 14 especies de vegetales, 36 frutales, 2 forestales, 23 condimentos y 66 medicinales, 18 más entre viandas (raíces y tubérculos), especies repelentes y abonos verdes. Hay un total de 229 especies en la pequeña finca. En el año se produjeron 11,000 litros de leche (4,700/ha en área pecuaria), 1.5 t. de carne bovina, 480 kg de carne ovina, 5,030 kg de guayaba, 2,270 kg de plátano y 2,900 mazos de cilantro [Estevez y Estevez, 2006].

Divulgación, educación, capacitación e investigación

El rápido tránsito hacia la agricultura sostenible llevó a las universidades, encabezadas por la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), a una orientación agroecológica, sustituyendo la enseñanza en tecnologías de altos insumos por más conocimientos y habilidades. Se ha llevado un sistema integral que incluye cursos cortos, entrenamientos prácticos, Diplomados a Distancia, Maestrías y Doctorados sobre Agroecología y Agricultura Sostenible. El Ministerio de Educación (MINED) ha desarrollado una visión agroecológica en la enseñanza politécnica.

En la capacitación, sobresale la de campesinos y sus líderes, que imparte la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) con su Movimiento Agroecológico, que favorece a cooperativas y organismos de base. Es provechosa la metodología participativa “campesino a campesino”, en que ha colaborado el Consejo de Iglesias de Cuba (CIC).

Según García [1997], otros actores principales en la capacitación agroecológica han sido: los Centros de Investigación, Grupo Gestor de la Asociación Cubana de Agricultura Orgánica (ACAO), que se integró a la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF), la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), profesores e investigadores de todos niveles y agricultores de base, que cada día se adentran más en este tipo de agricultura y son excelentes promotores y divulgadores de ella.

En la investigación, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), ha dado prioridad a la temática orgánica y agroecológica y en varios casos se ha recibido apoyo financiero internacional, lo cual ha dado respaldo a su ejecución.

En divulgación, el trabajo se ha intensificado, con la edición de revistas, libros, folletos, plegables, prensa escrita, programas radiales y televisivos y otras, que han apoyado esta nueva concepción. Son de señalar algunos esfuerzos, como la Revista "Agricultura Orgánica", que comenzó a editar la ACAO en 1995 y hoy continúa ACTAF; "Se Puede", de la Fundación de la Naturaleza y el Hombre "Antonio Núñez Jiménez"; el programa televisivo "De Sol a Sol" y programas radiales que llevan el mensaje agroecológico. Queremos resaltar la labor educativa que realizaron en la TV cubana, en los programas "Hoy mismo", el Profesor Manuel Álvarez Pinto y en "Entorno", el Dr. Jorge Ramón Cuevas, recordados activistas de nuestro movimiento orgánico, ya fallecidos.

Desde 1993 se han desarrollado seis Encuentros Nacionales de Agricultura Orgánica, en cuyo marco se han organizado Giras de Estudio, Talleres y Cursos Internacionales. En 1996 se recibió el Premio Saard Mallinkrodt, en la Reunión de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) en Dinamarca, por el trabajo de promoción en la agricultura orgánica. En 1999, el Grupo ACAO pasó a formar parte de la ACTAF; y en diciembre de ese año, por su labor de divulgación y promoción de la agricultura orgánica, recibió el honorable Premio Nobel Alternativo (Right Livelihood Award), en sesión solemne del Parlamento Sueco, como reconocimiento a la hermosa obra de miles de cubanos.

Conclusiones

Aunque las experiencias, expuestas anteriormente ejemplifican que en todo el mundo, tanto en Asia, África o América Latina, los resultados obtenidos son muy positivos y se ha avanzado notablemente en la agricultura de sustitución de insumos, el reto del futuro es la integración masiva entre los distintos componentes para lograr mecanismos sinérgicos y consolidar los sistemas agroecológicos holísticos, que son la base para obtener producciones orgánicas [Altieri, 1995].

Es esperanzador ver cómo ya un número considerable de campesinos e indígenas practican agroecología en sus fincas, asentamientos, cooperativas y comunidades, en las que, usualmente integran animales, cultivos agrícolas, árboles frutales y maderables, reciclan residuos, emplean tracción animal, energía eólica, etcétera.

Teniendo en cuenta la situación socioeconómica actual del planeta, donde todavía la pobreza y el hambre se enseñorean, se hace evidente que la aplicación de sistemas agroecológicos no es sólo un cambio de modelo tecnológico, sino también de concepción agrícola y una necesidad de nuestros países del llamado "Tercer Mundo".

La agroecología puede insertarse en el contexto socioeconómico tercermundista, pues este tipo de agricultura se sitúa a favor de una globalización justa, humana y solidaria, sin dependencia de transnacionales, es autosuficiente, no daña el ambiente, reduce intermediarios, desarrolla conciencia de productores y no sólo de consumidores, aplica conocimientos y no paquetes tecnológicos, es aliada de la naturaleza y considera al agricultor una unidad cultural y no una unidad productiva como la agricultura convencional.

Sin embargo, hay que tener claro que de lo que se trata no es únicamente de cambiar tecnologías, sino de cambiar conciencias y es por ello que debe prestársele máxima prioridad a la educación y capacitación ambiental, unido al estímulo mediante un comercio justo.

Las alternativas ecológicas crean conciencia de que puede hacerse agricultura con otra visión y obtener resultados productivos y económicos, protegiendo el ambiente y la naturaleza con menos insumos. La agroecología es hoy una necesidad para contribuir a la solución de los problemas ambientales creados por la Revolución Verde. Para los países en desarrollo es aún más importante al apoyar la economía familiar y autosuficiencia alimentaria.

El acceso a la tierra y las fincas integradas, son importantes para realizar un uso más eficiente de ese recurso y una vía para generar empleos. En este sentido, no deben subestimarse las pequeñas fincas. Mediante la integración ganadería-agricultura se puede cultivar la biodiversidad, base del desarrollo sostenible y acercamiento a los ecosistemas tropicales donde se encuentran la mayor parte de los países menos desarrollados.

La pobreza puede disminuirse con la agricultura ecológica; sin embargo, para eliminarla es necesario cambiar también el paradigma político y social para garantizar un mundo más racional en la distribución de la riqueza y así, los países más desarrollados tengan que pagar su deuda ecológica con los países más pobres.

Como señalara Monzote [2000], desarrollar plenamente la nueva concepción agroecológica es aún un reto para Cuba y la Humanidad. Se puede prescindir de los fascinantes objetos de la sociedad de consumo, generados por la industria, pero no podríamos sobrevivir sin un desarrollo agrícola sostenible. Es por ello que la agricultura, que fue base de desarrollo de las antiguas civilizaciones, lo es y lo será para las presentes y futuras sociedades.

¡Hagámosla ecológica, productiva, eficiente, atractiva! Si logramos hacer esto, la agroecología se convertirá en una realidad promisoría para nuestro “Tercer Mundo”.

Literatura citada

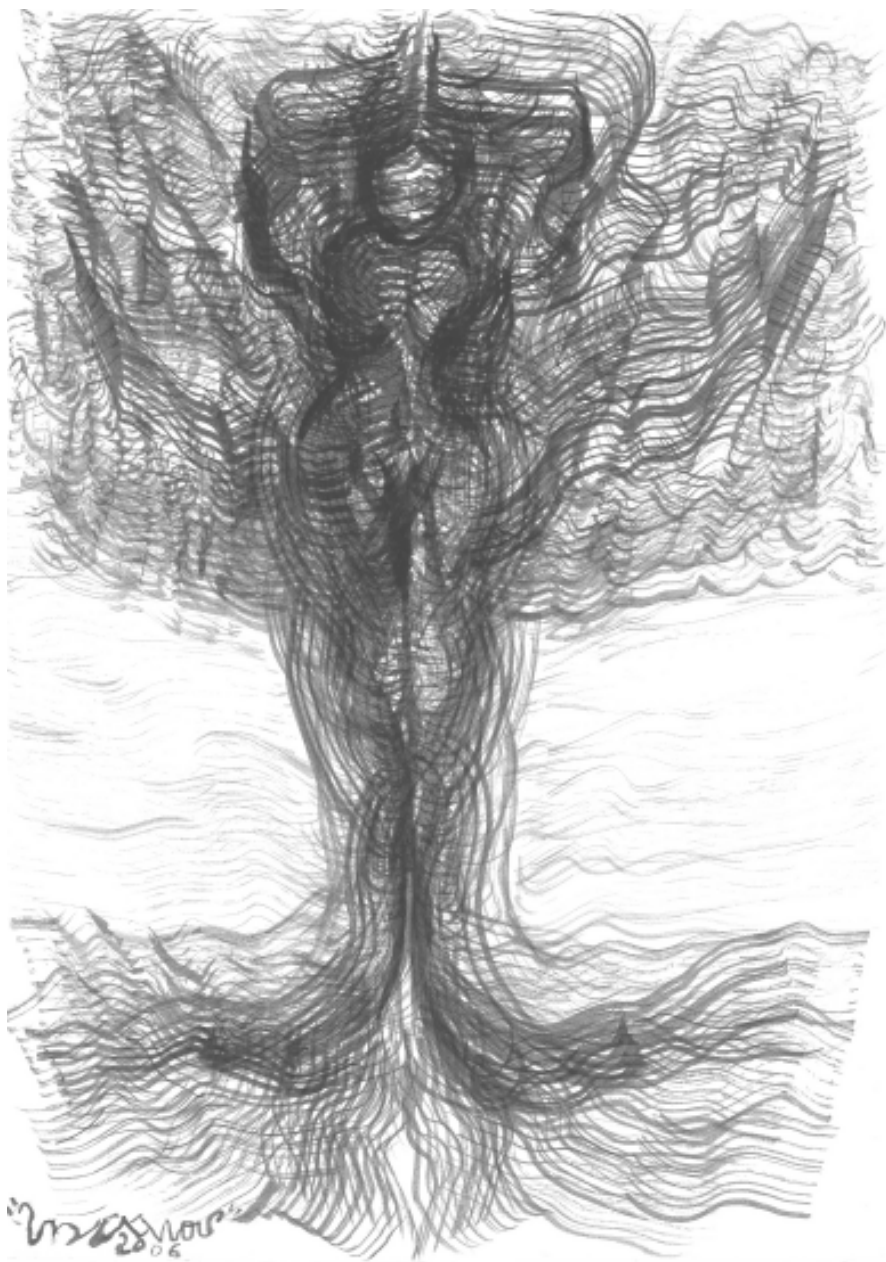
- Altieri, M. 1995. *Agroecología. Creando sinergias para una agricultura sostenible*. Cuadernos de trabajo 1. GIDSARN. UC Berkeley-CLADES.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Red Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. PNUMA. México.
- AP. 2006. *Decenas de millones de estadounidenses pasan hambre*. Associated Press, tomado de Granma 16/11/06. Cuba.
- Borges, O.; Sanloy, D.; Piedras, C., Guillot, J. y Velázquez, C. 2006. *Experiencias en la restauración agroecológica y uso de un ecosistema frágil en región semiárida de Guantánamo*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Brummett, E. 2002. *Realizing potential of integrated aquaculture. Evidences from Malawi*. In: *Agroecological innovations*. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK. 115-124.
- Bunch, R. *Increasing productivity through agroecological approaches in Central America. Experiences from hillside agriculture*. In: *Agroecological innovations*. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK. 162-172.
- Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin. Boston.
- Casimiro, L. y Casimiro, J. 2006. *Una finca funcional, punto de partida para altos propósitos ecológicos agropecuarios*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Colborn, T.; Myers, J. P. y Dumanoski, D. 1997. *Nuestro futuro robado*. Ed. Ecoespaña. Madrid, España.
- Díaz, V.; Cabrera, E.; Porras, P.; Vento, R. y Hernández, A. 2006. *Manejo de suelo y agua en finca agroecológica de referencia*. Cuenca Herradura, CCS "Alfredo Núñez", Los Palacios, P. Río. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Drago, T. 2006. *El hambre llega por injusticia y exclusiones*. Granma 17/10/06. Cuba.
- Estevez, N. y Estevez, R. 2006. *La biodiversidad en la finca "Loma Arriba" en función de la producción y el mejoramiento del medio ambiente*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Fano, H.; Ortiz, O. y Walker, T. 1996. *Perú. Interinstitutional Cooperation*. In: *New partnerships for sustainable agriculture*. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA. 85-98.
- FAO, 1999. *Comité de Agricultura*. 15 Período de Sesiones. Tema 8. Roma, Italia.
- FAO, 2000. *Un milenio sin hambre*. TeleFood. FAO. Roma, Italia.
- Food First. 1998. *America Needs Human Rights*. Video. F. First Films. Oakland, CA. USA.
- Funes, F. 2001. *El movimiento cubano de agricultura orgánica*. En: *Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*. Eds: Funes, F., García, L., Bourque, M., Pérez, N. y Rosset, P. Food First-ACTAF-CEAS. La Habana: 15-38.
- Funes, F. 2002. *Sostenibilidad en la actividad agropecuaria. El enfoque agroecológico en el nuevo milenio*. Conferencia en Curso a Ganaderos. Oaxaca. México.
- Funes, F. 2005. *La integración agropecuaria en los sistemas agroecológicos*. Conferencia Sem. Internac. Agroecología. Soporte electrónico. Porto Alegre, Brasil.
- Funes, F. 2006. *El desarrollo de la agroecología en Cuba*. Conferencia. IV Sem. Internac. Agroecología. Conferencia. Soporte electrónico. Univ. Autónoma de Chapingo, México.
- Funes, F. y Monzote, M. 1993. *Pasture legumes in Cuba. Past, present and future*. Proc. XVII Int. Grassld. Congress. New Zealand-Australia.
- Funes, F.; García, L.; Bourque, M.; Pérez, N. y Rosset, P. 2002. *Sustainable Agriculture and Resistance. Transforming Food Production in Cuba*. Food First, ACTAF, CEAS. USA.
- Funes, F.; Monzote, M. y Funes-Monzote, F. 1999. *Perspectivas de la Agricultura Orgánica en Cuba*. IIPF-Grupo A. Orgánica ACTAF. La Habana, Cuba.

- García, A. y Mahiques, A. 2006. *Cumbre mundial de la alimentación: 10 años después, el hambre persiste. Acción contra el hambre*. ACF Internacional Network.
- García, L. 1997. *Educación y Capacitación Agroecológica*. Agricultura Orgánica. 5:3:9-12.
- Ingram, D. y Kamp, K. 1996. *Bangladesh. Building IPM-Interfish and nopest programs*. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA. 39-50.
- Leyva, R. E. 2006. *Resultados de manejo agroecológico Finca "Palma Rayo", CCS Julio Martínez, a partir del análisis de sostenibilidad*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Makhtar Diop, A. 2002. *Management of organic inputs to increase food production in Senegal*. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK. 125-137.
- Martín, G.; Zambrano, J.; Muñoz, E.; Rentarí, M. y Reyes, R. 2006. *Escalonamiento, capacitación y difusión de agricultura con principios agroecológicos en La Habana*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Masera, O.; Astier, M. y López-Ridaura, S. 1999. *Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales*. El marco MESMIS. GIRA. AC. México. 109 pp.
- Monzote, M. 2000. *Agricultura Orgánica. Paradigma del siglo XXI*. Agricultura Orgánica. 6:1:7-10.
- Monzote, M. 2001. *Agricultura, Sostenibilidad y medioambiente en tiempos de globalización*. I Taller Nacional sobre el pensamiento cubano con relación a la ciencia. La Habana, Cuba.
- Monzote, M. y Funes-Monzote, F. 1997. *Integración ganadería agricultura*. Una necesidad presente y futura. Agricultura Orgánica:3:1:7-10.
- Monzote, M.; Muñoz y Funes-Monzote, F. 2001. *Integración ganadería agricultura*. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Eds: Funes, F., García, L., Bourque, M., Pérez, N. y Rosset, P. Food First-ACTAF-CEAS. La Habana:235-256.
- Moreno, B. y Gómez, R. 2006. *Modelo de finca ecológica integral, trópico húmedo Tabasco*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Murgueitio, E. 2001. *Sistemas de producción ganadera e impactos en la transformación de los ecosistemas andinos de Colombia*. Ponencia. Sem. Internac. Transform. Ecosistemas. Bogotá.
- Núñez, F. 1998. *Avances del programa de ecodesarrollo de la cuenca del río Lurín a 1995*. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú. 281-319.
- Palomares, M. 1998. *Manejo del bosque seco del noroeste de Perú*. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú. 251-280.
- Peralvo, L. 1998. *Proyecto de producción agroecológica en otón*. Ecuador. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú. 129-172.
- Pereda, J.; Ramos, A. y Cervantes, M. 2006. *La biodiversidad como base para el desarrollo sostenible de la finca La Esperanza*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Pretty, J. y Hine, R. 2001. *Feeding the world with sustainable agriculture. A summary of new evidence*. Conference "Reducing poverty through sustainable agriculture". London UK.
- Quispe, A. 2006. *Manejo agroecológico de traspatio por productores de escasos recursos, Tlaxcala, México*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Ravanera, R.; Lucas, F. B.; Quizón, A.; Santos, A. y Coralde, A. 1996. *The Philippines*. Promoting sustainable agriculture in national and community efforts. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA. 51-63.
- Rebollar, E. 2006. *Integración agroecológica de una UBPC ganadera*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Restrepo, J. 1996. *La mejora campesina y la agricultura orgánica*. ACAO-IIPF. La Habana.

- Ríos, J. R. y Masson, R. 2006. *Conservación y manejo de recursos naturales*. Soporte electrónico. Memorias VI, Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Rosset, P. 1999. Las múltiples funciones y beneficios de la agricultura campesina en contexto del comercio mundial. Conf. FAO "Cultivando nuestro futuro, Holanda-Food First. USA.
- Sánchez, P. 2002. *Benfits from agroforestry in Africa, examples from Kenya and Zambia*. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK. 109-114.
- SIMAS. 1996. *Nicaragua. Experiences with IPM in the CATIE-INTA Project*. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA. 75-84.
- Suárez, A.; Gómez, P. F.; Pairol, A. y del Pino, L. 2006. *Finca Agroecológica*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.
- Tarte, R. 1998. *Participación comunitaria y manejo de recursos en la cuenca del canal de Panamá*. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú. 173-222.
- Thrupp, L. A. 1996. *Senegal. Colaborative pest management in Gad Kaye*. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA. 108-114.
- Uphoff, N. 2002. *Opportunities for raising yields by changing management practices*. The system of rice intensification in Madagascar. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK. 145-161.
- Zambrano, J.; Muñoz, E.; Martín, G.; Cruz, M.; Piñero, A. y Caballero, R. 2006. *Avances logrados en el periodo 2000-2003 en Faros Agroecológicos en la provincia La Habana*. Soporte electrónico. Memorias VI Enc. Nac. Agric. Org. y Sost. ACTAF. La Habana.

Recibido: Diciembre 18, 2006

Aceptado: Diciembre 19, 2006



Título: *Femineidad arborea*

Técnica: Tinta china sobre opalina con pincel abanico a dos manos

Autor: "2manoS" (Adoración Palma)

(Nov. 2006)

28 • AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2006 • 10(3)

ISSN 0188789-0

Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones♦

Cattle feeding with silage of mixtures of rejected banana fruits and rafter at different proportions

De la Cruz-Hernández, J. C.* y Gutiérrez-Fernández, G. A.

Profesores-investigadores de la División Académica de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco
♦Proyecto SIGOLFO-CONACyT 2000 Clave: 00-01-002T

* Correspondencia: josecruz56@prodigy.net.mx

Resumen

Con el propósito de evaluar el comportamiento productivo de bovinos consumiendo ensilado de mezclas de banano de rechazo como fruta y ráquis en diferentes proporciones, se realizó una prueba de alimentación con 12 bovinos cebú comercial, machos, enteros, con un peso promedio de 168 ± 17 kg, a los que se les asignó, de manera aleatoria, cada uno de los siguientes tratamientos: I) ensilado con 50% banano y 50% ráquis; II) ensilado con 75% banano y 25% ráquis; y III) un grupo testigo con zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*). Los animales recibieron, además, 1.1 kg de pasta de soya como fuente proteica y 50 g de una premezcla comercial de minerales y sal común. La prueba tuvo una duración de 120 días, más un tiempo de adaptación de 15, periodo en el que las dietas se ofrecieron a libertad. Los animales fueron pesados cada 30 días y se les llevó diariamente el control de consumo de alimento. Las mejores

Abstract

With the aim of evaluate the performance of fattening cattle feeding silage mixtures of rejected banana and rafter in different proportions, a feeding trial was made using twelve male zebú cattle, with an average weigth of 168.38 ± 17.78 kg. They were ramdomly assigned to one of the next treatments: I) silage of 50 % banana and 50 % rafter; II) silage of 75 % banana and 25 % rafter; III) only Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*). The cattle was supplemented with 1.1 kg of soya bean meal as a proteic source and 50 g of a mineral commercial premix, plus common salt. The trial was 120 days long with a 15 days former period where the feed was offered *ad libitum*. The feed intake (kg) was registered daily and the animal's weigth (kg) every 30 days. The best weight gain, total and daily ($P < 0.05$), was for the animals feeding silage. We don't find any significative difference ($P < 0.05$) between both treatments. The feed intake

($P < 0.05$) ganancias de peso total (136.8 y 146.4 kg) y diaria (1.1 y 1.2 kg) fueron presentadas por los animales que consumieron ensilado. Sin diferencia ($P > 0.05$) entre ellos. El consumo de alimento base húmeda (CABH) no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos; sin embargo, el consumo de alimento base seca (CABS) fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento ensilado de banano-ráquis 75:25 comparado con el de 50:50 (6.433 vs. 4.308 kg). El consumo de materia seca/100 kg de peso vivo fue mayor ($P < 0.05$) para los animales que consumieron zacate Taiwán y ensilado de banano-ráquis 75:25 (2.334 y 1.990), comparados con los del ensilado 50:50 (1.413). El consumo de proteína cruda en kg fue mayor ($P < 0.05$) para los animales alimentados con zacate Taiwán. Porcentualmente, el consumo de proteína cruda fue mayor ($P < 0.05$) en los animales que consumieron zacate Taiwán y ensilado de banano-ráquis 50:50 (16.99 y 17.36 %). La mayor eficiencia alimenticia ($P < 0.05$) la obtuvieron los animales que consumieron el ensilado de banano-ráquis 50:50. El análisis económico de este sistema de alimentación nos indica que se obtuvieron las mayores ganancias con el uso de los ensilados, siendo el mejor beneficio neto para el tratamiento ensilado de banano-ráquis 75:25.

Palabras clave

Consumo voluntario, comportamiento, bovinos cebú, análisis económico, rentabilidad.

(kg), wet basis, doesn't have significant difference ($P < 0.05$) between treatments; but the feed intake (kg), dry matter basis, was better for banana-rafter 75:25 silage compared with 50:50 banana-rafter silage (6.43 y 4.31 kg). The dry matter intake (kg per 100 kg of live weight) was bigger ($P < 0.05$) for animals feeding Taiwan grass and 75:25 banana-rafter silage (2.33 y 1.99 kg) compared with 50:50 banana-rafter silage (1.41 kg). The crude protein intake (kg) was better ($P < 0.05$) for the animals fed with Taiwan grass. The intake of crude protein as percentage was bigger ($P < 0.05$) for the animals feeding Taiwan grass and 75:25 banana-rafter silage (16.99 and 17.36 %). The best feeding efficiency ($P < 0.05$) was for the animals eating 50:50 silage banana-rafter (0.26). The economic analysis of this feeding system shows us that the better profit was get using silage. The best economic profit was for 75:25 banana-rafter silage.

Key words

Voluntary intake, performance, zebu cattle, economics, profit.

Introducción

En las regiones tropicales existe un enorme potencial de producción de biomasa vegetal, observándose que sus suelos permiten el desarrollo de especies altamente especializadas en la acumulación de energía; tales como: el banano, la caña de azúcar, la yuca y otras raíces y tubérculos, considerados como cultivos alternativos ricos en energía de las regiones tropicales [Preston, 1995].

En los dos últimos años nuestro país dedicó al cultivo de banano 72,645 ha, en las que se obtuvieron 2'026,613 toneladas [FAOSTAT, 2005]; los estados productores líderes en cuanto a superficie cosechada y volumen de producción son: Chiapas, Tabasco y Veracruz [SAGARPA, 2002].

La producción comercial de esta musácea, se halla fundamentalmente orientada hacia el comercio de exportación de fruta fresca —que es procesada en plantas emparadoras— donde se generan banano de desecho y ráquis, localmente conocido como “pinzote”. Tradicionalmente, estos subproductos agrícolas se depositan al aire libre en botaderos con bajo nivel de manejo tecnológico o distribuidos, como en el caso de los pinzotes, en el campo [CORBANA, 1995].

Estos subproductos, todavía son poco valorados y, por consecuencia, subutilizados [Pérez-Gil, 1990]. Sin embargo, son susceptibles de ser empleados como alimento de los animales [Tejada, 1985], como fuente alternativa alimenticia para que reduzcan la dependencia de insumos externos [Sánchez, 1998].

Pueden ser aprovechados en la alimentación animal por dos posibles vías: una en forma directa (estado fresco); y la otra, por almacenamiento de la materia prima, con lo que se asegura la estabilidad del producto y su disponibilidad continua [UPEB, 1978]. En este último caso, un proceso práctico e inmediato de conservación de forrajes verdes suculentos es el ensilaje [Watson y Smith, 1984]. Éste es, probablemente, el método más antiguo de conservación en condiciones cercanas al fresco, con un valor nutritivo semejante al original, un relativo bajo costo y su menor dependencia de las inclemencias del tiempo [Sparo y Mallo, 2001]. Permite, también, aprovechar la sobreproducción de forrajes en épocas de superávit para suministrarlo durante épocas de escasez [Cañequé y Sancha, 1998].

La conservación por medio del ensilado comprende una acidificación de la masa, que bloquea la acción proteolítica de las enzimas vegetales, que se manifiestan desde el corte del forraje, inhibiendo con ello el crecimiento microbiano [Gouet, 1995]. El éxito del ensilado dependerá del nivel de microflora láctica y la riqueza del sustrato en glúcidos fermentables [Lowrie y Wells, 1991].

Las características de una materia prima ideal para la conservación en el método de ensilaje son: contener un nivel adecuado de sustrato fermentable en la forma de carbohidratos solubles en agua (este valor va a depender de qué tipo de materia prima

se desea ensilar y de la época del año), debe tener relativamente baja capacidad amortiguadora y un contenido de materia seca en cosecha fresca, aproximadamente de 200g/kg. Además de una estructura física, que permita una compactación con facilidad en el silo, después de ser cosechado. Muchas materias primas no cumplen con estos requisitos, por lo que se someten antes del ensilado a tratamientos, como son: marchitez en campo, picado fino o, de ser necesario, al empleo de aditivos [McDonald *et al.*, 1993].

Debido al elevado contenido de azúcares fermentables, el banano es fácil de ensilar, siempre y cuando se observen las normas ordinarias del ensilaje [Le Dividich *et al.*, 1978]. Estos mismos autores observaron que en el ensilaje hecho con bananos verdes, la fécula se mantiene bien (con pérdidas de sólo un 6-7%), mientras que el 84% de los azúcares simples de los bananos maduros se degradan, o bien, desaparecen. Como resultado, las pérdidas de peso son casi tres veces menores para el ensilaje con banano verde (10-15%), que para aquel con bananos maduros (30-35%). En este sentido, se plantea evaluar la respuesta de bovinos alimentados con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones.

Materiales y métodos

Se realizó una prueba de alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis, en diferentes proporciones, en las instalaciones de bovinos de carne de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, ubicadas en la Ranchería Colima, Municipio de Centro, Tabasco, con altitud N 17° 47' 07" y latitud O 92° 57' 19" [Flores, 2004].

La prueba tuvo una duración de 120 días, más un periodo de adaptación de 15. Se emplearon 12 bovinos cebú comercial, machos, enteros, con un peso promedio de 168 ± 17 kg. Éstos, fueron alojados en corrales individuales y se les asignó, de manera aleatoria, cada uno de los siguientes tratamientos: I) ensilado con 50% banano y 50% ráquis; II) ensilado con 75% banano y 25% ráquis; y III) un grupo testigo alimentado con zacate Taiwán (*Penisetum purpureum*) picado. Se realizó el análisis de materia seca (MS) y de proteína cruda (PC) al zacate Taiwán y a los ensilados, de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC [1990]. Los datos se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Contenido de Materia Seca (MS) y de Proteína Cruda (PC) de los tratamientos.

Nutriente	Zacate Taiwán	Ensilado	
		Banano-ráquis 50:50	Banano-ráquis 75:25
Materia Seca	24.0	16.61	26.94
Proteína Cruda	7.7	4.38	3.63

Los animales recibieron diariamente, a las 08:00 horas, además de su tratamiento asignado, pasta de soya como fuente proteica y una premezcla mineral comercial. La cantidad de pasta de soya ofrecida por día fue variable durante el periodo de prueba, así: del día 1 al 30 fue de 0.700 kg; del 31 al 60, de 1.0 kg; del 61 al 90 de 1.250 kg; y del 91 al 120, de 1.500 kg. De minerales se ofrecieron 50 g/día. Los animales fueron pesados a los 30 días y se les llevó diariamente el control de consumo de alimento. Al inicio y en cada pesada, los animales fueron desparasitados con Netobimin (una nueva molécula de nitrofenilguanidina). De igual manera, al inicio de la prueba, fueron implantados con Zeranol (ralgro) y se les aplicó vitaminas A, D y E (ADE forte), intramuscularmente.

Este trabajo fue conducido mediante un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Ganancia de peso total y diaria (GTP y GDP), Consumo de alimento en base húmeda y seca (CABH y CABS), Consumo de nutrientes (Materia seca/100 kg de peso vivo, y proteína), Eficiencia alimenticia (EA), y aspectos económicos del sistema de alimentación (kg de alimento y peso de los animales obtenido en el periodo de medición). Los consumos de MS y proteína fueron medidos debido a la variación que existe en las fuentes alimenticias de estos nutrientes. A los datos obtenidos se les aplicó análisis de varianza y las medias fueron comparadas a un nivel de $P < 0.05$, mediante prueba de Tukey [Steel y Torrie, 1985]. La relación costo-beneficio de este sistema de alimentación se evaluó de acuerdo a la metodología de Guzmán [2000], quien considera —de forma simple— los conceptos “costo de oportunidad” y “análisis costo/beneficio” para la toma de decisiones económico-financieras. Se compara un sistema tradicional versus sistema nuevo y se determina como la “mejor”, aquella actividad con mayores beneficios netos (costo-beneficio).

Resultados

En el Cuadro 2, se presentan los datos sobre el comportamiento productivo de los bovinos que participaron en la prueba. En ellos se observa que tanto el peso final como la ganancia de peso total y diaria de los animales que consumieron ensilado fueron similares entre ellos, observándose menores valores ($P < 0.05$) en los que consumieron zacate Taiwán.

Cuadro 2. Comportamiento productivo de bovinos alimentados con diferentes proporciones de Banano-ráquis ensilado.

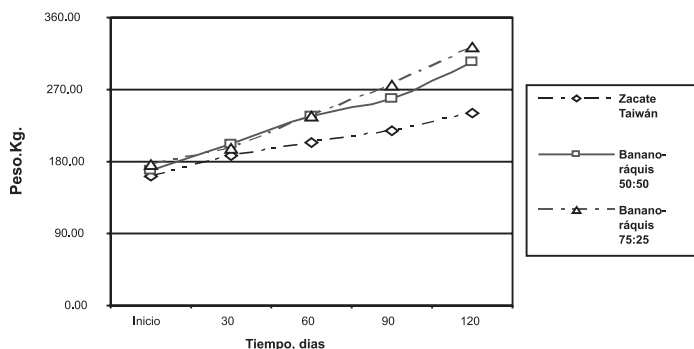
Variable	Tratamientos			EEM
	Zacate	Ensilado		
		Taiwán	Banano-ráquis 50:50	
Peso inicial	160.88 ^a	168.25 ^a	176.00 ^a	5.13
Peso final	241.50 ^b	305.00 ^a	322.38 ^a	11.76
Ganancia de peso total	80.63 ^b	136.75 ^a	146.38 ^a	9.74
Ganancia de peso diaria	0.67 ^b	1.14 ^a	1.22 ^a	0.08

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey $P < 0.05$)

EEM= Error Estándar de la Media

El comportamiento mensual de peso en los animales en la prueba se ilustra en la Gráfica 1. En ella se observa que el mejor ritmo de crecimiento total fue para los animales que consumieron ensilado.

Gráfica 1. Crecimiento de bovinos alimentados con diferentes proporciones de banano-ráquis ensilado.



El consumo promedio de alimento y nutrientes se presenta en el Cuadro 3. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en cuanto a consumo de alimento base húmeda (CABH). Sin embargo, el consumo de alimento base seca (CABS) fue mayor ($P < 0.05$) en los animales alimentados con ensilado de banano-ráquis 75:25, comparado con los de 50:50. Los animales que consumieron zacate Taiwán, presentaron consumos similares ($P > 0.05$) a ambos. En el caso del consumo de materia seca/100 kg de peso vivo, se observa un mayor consumo ($P < 0.05$) en los animales alimentados con zacate Taiwán y ensilado de banano-ráquis 75:25, comparados con los del ensilado 50:50. El consumo de proteína cruda en kg fue estadística-

mente mayor ($P < 0.05$) para los animales alimentados con zacate Taiwán, comparado con los animales que consumieron los tratamientos de ensilado. Al convertir estos datos a porcentaje de materia seca, los animales alimentados con zacate Taiwán y ensilado de banano-ráquis 50:50, resultaron ser estadísticamente mayores ($P < 0.05$) a los del tratamiento de banano-ráquis 75:25, que fue el menor porcentaje. Por último, los animales alimentados con ensilado de banano-ráquis 50:50 obtuvieron una mayor eficiencia alimenticia con relación a los demás tratamientos y la menor eficiencia se obtuvo con la dieta basada en zacate Taiwán ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Consumo de alimento y nutrientes de bovinos alimentados con diferentes proporciones de Banano-ráquis ensilado.

Variable	Tratamientos			EEM
	Zacate Taiwán	Ensilado		
		Banano-ráquis 50:50	Banano-ráquis 75:25	
Consumo diario de alimento en base húmeda (kg)	23.26 ^a	25.93 ^a	23.88 ^a	0.95
en base seca (kg)	5.58 ^{ab}	4.31 ^b	6.43 ^a	0.33
Consumo de M.S./100 kg de p. v.	2.33 ^a	1.41 ^b	1.99 ^a	0.14
Consumo diario de proteína cruda kg	0.96 ^a	0.72 ^b	0.77 ^b	0.03
% de M. S.	17.36 ^a	16.99 ^a	12.08 ^b	0.82
Eficiencia alimenticia	0.12 ^c	0.26 ^a	0.19 ^b	0.02

Valores con la misma letra son iguales (Tukey $P < 0.05$)

EEM= Error Estándar de la Media

Los datos del análisis económico del sistema de alimentación se presentan en el Cuadro 4. Con relación a los costos de alimentación, no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos; sin embargo, los promedios del costo de la alimentación con ensilado fueron mayores a los del tratamiento zacate Taiwán. El valor del producto y la utilidad obtenida de su venta a precio de mercado actual, fue estadísticamente mayor ($P < 0.05$) para los animales alimentados con ensilado, comparado con los del tratamiento zacate Taiwán. No se observan diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos de ensilado.

Cuadro 4. Análisis económico de los sistemas de alimentación.

Variable	Tratamientos			EEM
	Zacate Taiwán	Ensilados		
		Banano-ráquis 50:50	Banano-ráquis 75:25	
Costos de alimentación				
Total	598.07 ^a	646.10 ^a	680.92 ^a	19.764
Diario	4.99 ^a	5.38 ^a	5.68 ^a	0.17
Valor del producto				
Total	806.30 ^b	1367.50 ^a	1463.80 ^a	97.43
Diario	6.72 ^b	11.40 ^a	12.20 ^a	0.81
Utilidad de producción				
Total	208.18 ^b	721.40 ^a	782.83 ^a	84.29
Diario	1.74 ^b	6.01 ^a	6.53 ^a	0.70

Valores con la misma letra son iguales (Tukey $P < 0.05$)

EEM= Error Estándar de la Media

Con los datos anteriores, se obtuvo la relación costo-beneficio de este sistema de alimentación, que se presenta en el Cuadro 5. Después de analizar todas las comparaciones posibles, se encontró que el beneficio neto del tratamiento I fue mayor que el testigo; sin embargo, no fue mayor que en el tratamiento II (75:25 banano-ráquis) que resultó ser el más rentable de los tratamientos.

Cuadro 5. Relación costo-beneficio del sistema de alimentación.

Comparaciones	Beneficios y costos	Decisión
Zacate Taiwán vs. Banano-ráquis 50:50	B1 1,367.50+598.07=1,965.57 C1 646.10+806.25=1,452.35	B1>C1
Zacate Taiwán vs. Banano-ráquis 75:25	B2 1,463.75+598.07=2,061.82 C2 680.92+806.25=1,487.17	B2>C2
Banano-ráquis 50:50 vs. Banano-ráquis 75:25	B2 1,463.75+646.10=2,109.85 C2 680.92+1,367.50=2,048.42	B2>C2

B= Beneficios

C= Costos

Discusión

Los resultados de este trabajo indican que el empleo de ensilado de banano-ráquis en las proporciones propuestas: 50:50 y 75:25, permiten mejores ganancias de peso y una mejor eficiencia alimenticia en bovinos en crecimiento, en comparación con el uso

de Zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*). Ello puede deberse a que ambos ensilados son una importante fuente de carbohidratos no estructurales (CNE) [Arroyo *et al.*, 2003], derivados principalmente del banano, que además, proporciona energía para los animales por su contenido de almidón [Kass *et al.*, 1992].

Este aumento en el nivel de energía suplementaria, tiende a mejorar la digestibilidad de la materia seca [Pérez-Gutiérrez *et al.*, 1990], lo cual está relacionado, principalmente, con la cantidad y tasa de digestión de los carbohidratos en el rumen [Hoover y Stokes, 1991], y con la disponibilidad de una fuente de nitrógeno apropiada para el crecimiento óptimo de los microorganismos ruminales. Por esta razón, para lograr tales resultados, se completó la ración de los animales con pasta de soya y minerales, ya que el problema básico de estos ingredientes tropicales, es su bajo contenido en proteína y minerales [Ruiz y Rowe, 1980; Kayouli y Stephen, 2000]. Los resultados de ganancia de peso diario de este trabajo, fueron superiores a 1 kg para los animales que consumieron las dos mezclas de banano-ráquis ensilado, similar a lo obtenido en un trabajo anterior con mezclas en fresco [De la Cruz y Beltrán, 2003], y mayor que la respuesta reportada por Ruiz *et al.* [1974], con animales en crecimiento consumiendo banano.

El menor consumo de alimento base seca y de materia seca/100 kg de peso vivo en los animales alimentados con ensilado de banano-ráquis 50:50, puede ser atribuido al mayor contenido de humedad (83.39) en este tratamiento, comparado con el de ensilado 75:25 (73.06) y con zacate Taiwán (76.00) [Ffoulkes y Preston, 1978; Ruiz y Rowe, 1980; Dormond *et al.*, 2000]. Esta situación se refleja en el consumo de proteína cruda, en kg, no así cuando se transformó en porcentaje. No se observaron signos adversos al consumo del ensilado banano-ráquis. Desde el punto de vista económico se obtuvieron las mayores ganancias con el uso de los ensilados. Los porcentajes de utilidad para los animales que consumieron ensilado son superiores a los del tratamiento zacate Taiwán en 276.04 % para la mezcla 75:25 y en 246.53% para la mezcla 50:50. Al obtener las utilidades por kg de peso producido, el ensilado de banano-ráquis 75:25 fue la mejor con \$5.36. El ensilado de banano-ráquis 50:50 produjo una utilidad de \$5.27 por kg. Lo anterior fue corroborado al analizar todas las comparaciones posibles con la metodología de Guzmán [2000].

Conclusiones

El empleo de ensilado de banano-ráquis en las proporciones 50:50 y 75:25, permiten ganancias de peso superiores a 1 kg en bovinos en crecimiento, así como mayores ganancias económicas en comparación con el uso de Zacate Taiwán (*Penisetum purpureum*). Se encontró también que el mejor beneficio neto fue para el ensilado de

banano-ráquis 75:25. No se observaron signos adversos al consumo de los ensilados de banano-ráquis.

Literatura citada

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. (12th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. 1,018 pp.
- Arroyo, C.; Rojas-Bourrillón, A. y Rosales, R. 2003. *Urea o pollinaza como suplemento proteico para toretes consumiendo ensilaje de pulpa de pejibaye*. *Agronomía Costarricense*. 27(2):69-73.
- Cañeque, M. V. y Sancha, S. J. L. 1998. *Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes*. Editorial Mundi-Prensa, España. Pp. 37-42.
- CORBANA (Corporación Bananera Nacional). 1995. *Información anual*. 1994. Departamento de Investigación y Diversificación Agrícola. San José, Costa Rica. Pp. 33-36.
- De la Cruz, J. C. y Beltrán, M. 2003. *Comportamiento de bovinos alimentados con mezclas de banano-ráquis fresco en diferentes proporciones*. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Buiatría. p. 269.
- Dormond, H.; Rojas, A.; Jiménez, C. y Quiroz, G. 2000. *Efecto de niveles crecientes de pseudotallo de guineo en combinación con ensilaje de maíz, sobre el crecimiento de terneras Jersey, durante la época seca*. *Agronomía Costarricense*. 24(2):31-40.
- FAOSTAT. 2005. <http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture&language=ES>. (Consultado el 18/02/2005.)
- Ffoulkes, D. y Preston, T. R. 1978. *El plátano como alimento para bovinos: digestibilidad y consumo voluntario de diferentes proporciones de hojas y falsos tallos*. *Producción Animal Tropical*. 3:116-119.
- Flores, R. 2004. *Variación estacional de minerales en suelos y pastos de uso ganadero en Tabasco, México*. Tesis de doctorado. Programa Interinstitucional de Ciencias Pecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima. Tecomán, Col. 144 pp.
- Gouet, P. 1995. *El ensilado de los vegetales*. En: Bourgeois, C. M. y Larpent, J. P. *Microbiología alimentaria*. Volumen 2. Fermentaciones alimentarias. Editorial Acribia, España. 366 pp.
- Guzmán, W. 2000. *¿Cómo aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costo-beneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal?* *Revista Agroforestería en las Américas*. 7(28): <http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/rev28/tc28.htm>? CodSeccion=48.
- Hoover, W. y Stokes, S. 2005. *Balancing Carbohydrates and Proteins for Optimum Rumen Microbial Yield*. *Journal of Dairy Science*. 88:7.
- Kass, M.; Benavides J.; Romero, F. y Pezo, D. 1992. *Lessons from main feeding experiments conducted at CATIE using fodder trees as part of the N-ration*. In: A. Speedy y P. Pugliese (Eds.). *Legume Tree and other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock*. Proceedings of the FAO Expert Consultation held at MARDI, Kuala Lumpur, Malaysia. FAO, Animal Production and Health Paper No. 102. FAO, Rome, Italy. Pp. 161-175.
- Kayouli, Ch. y Stephen, L. 2001. *Estudio 6.0. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos*. En: *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos*. Estudios FAO Producción y protección vegetal. 196 pp.
- Le Dividich, J.; Leoffroy, F.; Canope, I. y Chenost, M. 1978. *Utilización de bananos desechados para la alimentación de los animales*. En: FAO. *Nutrición de los rumiantes: Artículos seleccionados de la Revista Mundial de Zootecnia*. Serie: FAO Artículos de producción y salud animal #12. 160 pp.
- Lowrie, P. and Wells, S. 1991. *Microorganism biotechnology and disease*. Cambridge, Great Britain. Pp. 46 y 54.

- McDonald, P.; Edwards, R. A. y Greenhalgh, J. F. D. 1993. *Nutrición Animal*. 4ª Ed. Acribia, S. A. Zaragoza, España. 571 pp.
- Pérez-Gil, F. 1990. *Recursos vegetales potenciales en alimentación animal. Avances en el empleo de especies vegetales no convencionales para la alimentación animal*. Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. Villahermosa, Tabasco. Pp. 611-614.
- Pérez-Gutiérrez, E.; Ruiz-Paz, M. E. y Pezo, D. 1990. *Green bananas as a supplement for cattle. 3. Effect on degradation of bananas in the rumen*. *Agronomía Costarricense*. 14(1):61-66.
- Preston, T. R. 1995. *Research, Extension and Training for Sustainable Farming Systems in the Tropics*. *Livestock Research for Rural Development*. 7(2):1-8.
- Ruiz, M. E.; Vohnout, K.; Isidor, M.; y Jiménez, C. 1974. *Crecimiento de bovinos suplementados con banano. II Efecto del nivel del banano*. *ALPA Mem.* 9:124 (Abstr.).
- Ruiz, G. y Rowe, J. B. 1980. *Consumo y digestión de las diferentes partes de la planta del plátano*. *Prod. Anim. Trop.* 5:276-280.
- SAGARPA. 2002. *Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2001*. (SIACON). México, D. F.
- Sánchez, M. D. 1998. *Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical*. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Sanchez1.htm>
- Sparo, M. D. y Mallo, A. R. 2001. *Evaluación de la flora bacteriana en un ensilado natural de maíz*. *Revista Argentina de Microbiología*. 33(2):1-10.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª Ed. McGraw-Hill. Colombia. 622 pp.
- Tejada, I. 1985. *La utilización de subproductos celulósicos para alimento de animales*. En: De la Torre, M. La utilización de los recursos celulósicos en la alimentación animal. CINVESTAV-IPN. Pp. 69-70.
- UPEB (Unión de Países Exportadores de Banano). 1978. *Procesamiento de los excedentes de la producción bananera (banano y plátano) y sus subproductos para ser empleados en la alimentación animal*. En: Programa coordinado de investigaciones. Propuestas de investigación, Subprograma: Utilización del banano y el plátano. Panamá. 450 pp.
- Watson, S. y Smith, A. M. 1984. *El ensilaje*. Continental. México, D. F. 183 pp.

Recibido: Octubre 14, 2005

Aceptado: Noviembre 27, 2006



Tacote amarillo (*Tithonia diversifolia* Hemsl Gray)

Fotografía: José Manuel Palma García

Temperature and light intensity affecting egg production and growth performance of the Apple Snail *Pomacea patula* [Baker, 1922]

Efecto de la temperatura e intensidad luminosa en el crecimiento y producción de huevos y crecimiento del caracol dulceacuícola Pomacea patula [Baker, 1922]

Meyer-Willerer, A. O. ^{1*} and Santos-Soto, A. ²

¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, km 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. 28860, México.

²Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, km 20 Carr. Manzanillo-Cihuatlán, Manzanillo, Col. 28860, México.

* Author for correspondence: ameyer@cgic.ucol.mx

Abstract

Outdoor experiments recording spawning of apple snails [*Pomacea patula* Baker, 1922] were recorded during one year. Observations included spawning of 30 females with total deposited eggs and total hatched snails, all done in triplicate. Another series of indoor trials with 30 spawning snails and egg masses under controlled experimental conditions (temperature and light intensity) were recorded by triplicate. Data were compared at different water/air temperatures, 20 to 32°C and two light intensities, 60 and 300 lux at spawning places. A third series of trials were aimed at determining growth performance with 100 spawned snails per temperature trial under controlled temperatures (22-32°C) and natural light conditions. The results show that the apple snails spawn mainly from August to November when water temperatures average 26°C or more. Hatching efficiency is encouraged by warm air temperatures. Spawning is also affected by light intensity, females spawn at

Resumen

Se efectuaron experimentos de desove del caracol dulceacuícola [*Pomacea patula* Baker, 1922] en tanques exteriores durante un año. Las observaciones incluyeron el desove de 30 hembras, total de huevos depositados y la eclosión de pequeños caracoles, todos por triplicado. Otros experimentos en el laboratorio con 30 hembras ovopositoras y sus respectivas masas de huevos bajo condiciones controladas (temperatura e intensidad luminosa) fueron registrados por triplicado. Se comparan datos a diferentes temperaturas de agua y aire, entre 20 y 32°C, y a dos intensidades luminosas (60 y 300 lux) en los sitios de desove. Una tercer serie de experimentos fueron llevados a cabo para determinar la tasa de crecimiento con 100 caracoles recién eclosionados por experimento con temperatura controlada (22 a 32°C) y condiciones naturales de intensidad luminosa. Los resultados muestran, que el caracol tegogolo desovó principalmente de agos-

lower temperatures in higher intense illuminated places; at 26°C or higher, the preference reverts. In tropical climate incubation time of larvae reduces and the growth of recently hatched snails tends to be more successful in warm weather, but their final survival decreases.

Key words

Spawning, clutch, survival.

to a noviembre, cuando la temperatura del agua fue de 26°C o superior. La eficiencia de eclosión del huevo fue favorecida con temperatura media del aire. La ovoposición fue también afectada por la intensidad luminosa, ya que las hembras desovaron en lugares más intensamente iluminadas, cuando la temperatura del aire fue más baja; a 26°C o mayor, la preferencia se invirtió. Bajo condiciones de clima tropical, el tiempo de incubación de la larva tendió a ser menor y el desarrollo de los caracoles pequeños hasta adultos sexualmente maduros fue mayor; sin embargo, la supervivencia de la población utilizada para dicho estudio decreció.

Palabras clave

Desove, masa de huevos, supervivencia

Introduction

Freshwater snails are very common in the subtropics of the southeastern part of North America and eastern coast of México [Rangel, 1988], some of them are collected in rivers and lakes and few of them are eaten locally. Although applesnails (*Pomacea spp.*) are herbivores, some large snails are suitable for culturing in fish ponds and are found occasionally feeding on dead fish (<http://www.applesnail.net/>). The applesnail [*Pomacea patula catemacensis*, Baker, 1922], also known in México as “teogolo”, is strictly endemic around the Catemaco lake in the State of Veracruz [Duiopotex-Chong *et al.*, 2004]. This gastropod introduced intentionally in the 1980's into the States of Colima and Jalisco (Pacific Ocean) by the governmental Secretariat of Fisheries, where environmental conditions are similar to those of the coast of the Gulf of México [Ontiveros, 1989]. These snails tolerate different types of climates [Osorio, 1988] exhibiting fast growth rate and together with their herbivorous feeding, make these snails an interesting alternative for aquaculture. Some of these snails like *Pomacea urceus* exhibit a rapid growth rate in the wild (4 to 10 mm/month attaining a maximum length of 85 mm), being a medium size snail cultured in the Americas [Lum-Kong, 1989]. This high prized snail has been over-exploited in Trinidad and Tobago, in consequence Ramnarine [2003] developed a method to induce spawning and create an appropriate incubation system. Little attempts have been done to culture *P. patula* or to develop the husbandry that was introduced into fish ponds in Colima State.

P. patula inhabits mainly tilapia ponds that may be entropic in certain times of the year, even though these amphibious snails withstand low dissolved oxygen concentrations in green waters aiding themselves by creeping out of water during this period. They stay submerged during the day, hidden in the vegetation near the border and the surface and are more active during the night leaving the water in search for green vegetation. They also abandon the water searching for an optimal egg deposition place guaranteeing larvae development. These snails are dioecious (i.e. sexes separate), they present high fecundity and low mortality [Ontiveros, 1989]. Most of these snails feed preferentially on macrophytes [Estebenet, 1995]; under controlled conditions they accept market vegetable leftovers [Martínez, 1989], artificial diets [Mendoza *et al.*, 1999] and also commercial feeds [Estebenet and Cazzaniga, 1992].

Pomacea patula is a diurnal species presenting negative phototactism, thus avoiding direct sunlight [Jaime, 1992]. Egg deposition is mainly done before sunrise (Osorio, 1988). Although egg deposition is performed in complete darkness, the whitish translucent egg masses or clutches are deposited in places that are shaded during day. While drying, the egg mass hardens taking on a light pink color. While maturing, these egg masses get opaque, finally light brown indicating the end of the larva (veliger) maturation and the start of hatching time of the small snails. Breaking the thinned shell, these small snails fall into the water. The snail reaches its maturity after six months, growing slower after this period until arriving their maximal size of 80 mm [Jaime, 1992], showing no visible sexual dimorphism on the shells [Osorio, 1988], and consequently making sexual differentiation in live organisms practical during copulation.

P. patula snails tolerate a wide range of temperatures; during winter, the cold northern winds in the Gulf of México may lower water temperature to 10°C and during summer in sunny days these may be over 34°C [Ontiveros, 1989]. He also observed that temperature affected hatching of *P. patula*. Other species of *Pomacea* tolerate even a wider range of temperatures, like *Pomacea lineata* Spix, 1827. Santos *et al.* [1987] made studies of these Brazilian snails in relation to their respiration response and the dissolved oxygen observing no mortality, when snails were exposed to temperatures as low as 5°C or as high as 40°C.

In order to understand the development of induced spawning of this species we examine the question whether the negative phototactism of *P. patula* affects egg deposition as a response to an external sign (e.g., no direct sunlight), or phototactism is governed by internal cues. We also analyze the effects of temperature on egg production under outdoor experimental conditions, egg incubation time and small snail development under indoor experimental conditions during shaded daytime and normal daytime with an improved egg incubation system. With the spawning results, hatchery

technology might be developed for this potential species and the produced juveniles might be grown out in extensive aquaculture ponds.

Materials and methods

500 adult sexually mature apple snails [*Pomacea patula* Baker, 1922] were collected in tilapia ponds of “Potrero Grande” on the northern Pacific Coast of Colima State, México. All collected snails were treated with methylene blue (1g/100 L) for 10 min for prophylaxis [Lázaro, 1985] and kept in a tank with a closed circulated tap water system 20 km southeast from the capture site, exhibiting the same climate of type aw_0 [García, 1973] as the capture place. One outdoor temperature experiment was conducted with adult snails and another series of trials with controlled light intensity and temperature were also performed with adult snails. Hatching observations and growth measurements of recently hatched snails at different temperatures were also performed.

Outdoor temperature experiment with spawning females

Field experiments have not been conducted yet, but several observations lead to a temperature-dependent behavior. Therefore a series of experiments were conducted to elucidate water temperature dependence. The first experiment was designed to test natural climate conditions in an artificial medium measuring water and air temperature in a 50% sunny and 50% shaded outdoor place (measured at midday) and feeding with alfalfa, lettuce and tilapia starter feed. After one week of adaptation under artificial conditions, the water in the fiberglass tank turned green due to algae development. In order to guarantee spawning, every mating pair was set apart into a separate fiberglass tank under same water conditions and each female was marked on the upper part of her shell. After collecting 90 pairs of snails, they were distributed randomly in three numbered circular fiberglass tanks (starter tanks, 1.5 m diameter, 1.0 m height) with 300 L “green” water. Each tank was initiated with “green” water and supplied with continuous tap water flow (6 liter h^{-1}) to maintain water quality. The same mixture of food as mentioned above was provided *ad libitum* and every day the bottom of each tank was siphoned. Three observations were done in each tank every day before sunrise and during hatching for 12 months (October 1996-September 1997): (1) counting and marking the new spawning; (2) counting hatched snails in each spawn and (3) counting total deposited eggs per clutch once they have hatched including those that did not hatch or were infertile. Correlation factors between (a) female weight, maximum shell length and egg number and (b) between number of egg mass depositions and total eggs deposited, were calculated.

Indoor controlled temperature and light intensity experiments with spawning females

These series of experiments were designed to test spawning under controlled temperature and light conditions in an artificial medium keeping water and air temperature constant in a dark room. The 12h:12h day-night regime was regulated with the aid of a timer-switch; two different light intensities in separate tanks were created with the aid of light bulbs (9 W bulb measuring from 10 to 300 lux, and 60 W bulb measuring from 20 to 900 lux light intensity on the walls of the fiberglass tank) that were placed on the upper part (1.0 m from bottom) of the fiberglass tanks and at 30cm from the middle of each tank assuring heterogeneous light intensity in the tank walls. Each vertical tank wall was covered with transparent plastic foil for better handling of deposited egg masses. Each light-intensity trial was done in triplicate; to maintain the right temperature in the fiberglass tanks, these trials were done supplying the room with a sensible thermostat air-conditioner unit. For convenience, the light/dark periods (12/12 h) were inverted with the aid of a timer, in order to better observe egg depositions occurring before sunrise. The light period started at 19:00 h, the dark period at 07:00 h. The snails were also fed with alfalfa, lettuce and tilapia starter feed. Water quality was also maintained with regular siphoning of the bottom and supplying with continuous “green” water flow (6 liter h⁻¹).

Each temperature set consisted of 90 pairs of snails distributed randomly in each of the three replicate tanks that were acclimatized during seven days; trials were completed after 30 days. Each temperature trial started with non-used, disinfected and acclimatized snails.

“Green” water was produced in a circular fiberglass tank exposed to direct sunlight adding sufficient algae fertilizer to maintain algal densities high. Water temperatures for the following trials were selected between the annual lowest (20°C) and highest (32°C) measurements in Manzanillo City, State of Colima, were set at $2 \pm 0.1^\circ\text{C}$ differences starting with the lowest temperature.

Indoor controlled temperature and light intensity experiments with eggs

The eggs that were laid on an adhered plastic foil by the females in the preceding trial were utilized for this experiment. Only those egg masses that were 60 cm from bottom (that means 60 lux light intensity for those trials with 9 W lamp and 300 lux light intensity for those trials with 60 W light lamp) were cut apart and incubated in an tempered chamber with thermostat (20, 22, 24, 26, 28, 30 or $32 \pm 0.1^\circ\text{C}$) and fan. Also light was introduced into this chamber measuring 60 or 300 lux nearby the egg

masses, same intensities as the egg deposition sites in the tanks. Egg incubation time was the period between egg deposition and when the first snails hatched. Achievement in egg hatching was determined counting under a magnifying glass as live those larvae that moved inside the egg. The others were counted as dead.

Growth of recently hatched snails in indoor controlled temperature experiments

100 recently hatched snails were placed in a plastic flask of 2 L capacity and 0.5 L of “green water”. Each trial was done in triplicate. The flasks were placed in an incubation chamber with temperature controlled by the aid of a thermostat and fan. For each temperature trial (22, 24, 26, 28, 30 or 32 ± 0.1°C) new small snails were used. Light was natural indirect sunlight. The snails were also fed with first grade grinded tilapia fingerling feed. After 4 weeks they were transferred to aquaria in the same growth chamber. Growth of the small and juvenile snails was measured utilizing a vernier caliper to compute the total shell length each week. Survival was also calculated each week during 13 weeks.

Statistical analysis

For statistical analysis of the data, the software package STATISTICA/W [StatSoft, 2000] was used. Differences in development of the various groups of egg masses, total eggs, hatching percentage, were tested by one-way analysis of variance (ANOVA) and between high and low light intensities and among temperature treatments. In the case of significant differences ($p < 0.05$), the mean values of the different treatments were compared with the *post-hoc* tests (Tukey's HSD) [Steel and Torrie, 1980]. In order to reveal potential relationships in the development of the different organisms, a correlation analysis was performed.

Results

Outdoor temperature experiment with spawning females

Egg deposition of snails in outdoor conditions was performed to find differences among the months of one year. In these latitudes with tropical climate conditions all the year round, two seasons prevail, the dry warm (December to May) and the humid hot season (June to November). Mating lasted several hours and was observed in all temperatures in the three tanks. All females that mated produced eggs. Egg deposition and hatching of *P. patula* at different temperatures and light conditions is presented in

Figures 1 to 3. Snail growth at different temperatures is presented in Figure 4, growth per month in Table 1 and cumulative mortality in Table 2.

For comparison, data were pooled for each month accounting only 30 days for each month (except February where only one egg mass was deposited in average per pond). This comparison shows that the apple snails lay their eggs during the entire year, but preferentially in the hot and humid months as Figure 1a shows ($p < 0.05$). The total number of eggs laid by these female snails is proportional to the egg masses deposited (Figure 1b), but the egg hatching percentage registered significant differences ($p < 0.05$). Hatching success was lower (average $46.25 \pm 24.7\%$ S.D.) in the coldest months (January to April), contrasting with October, when highest hatching percentage was achieved (hatching success average $89.2 \pm 3.1\%$ S.D.) compared to the rest of the year (hatching success average $66.5 \pm 19.6\%$ S.D.), (Figure 1c). The deterministic coefficient between egg mass deposited all year round and total eggs counted in each egg deposition is 0.9545 and $y = 100.6x + 1107.4$ is the respective equation that describes the straight regression line.

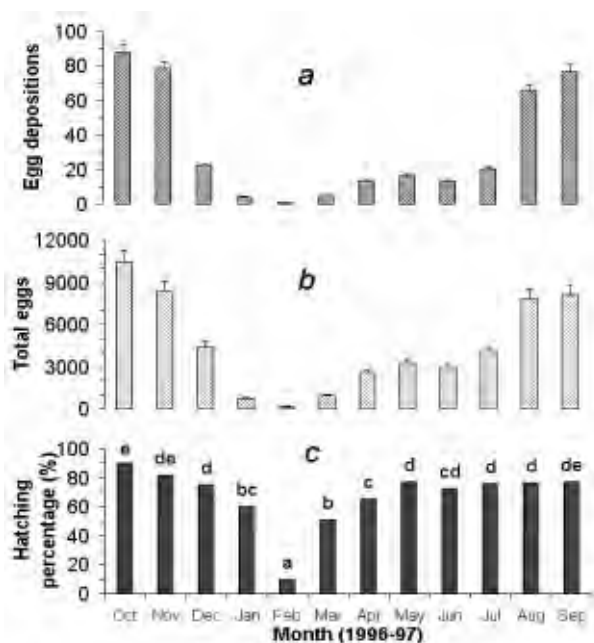
Table 1. Baby and juvenile snail measurements of maximum length increase per month at different temperatures.

Temperature (°C)	22	24	26	28	30	32
Length increase (mm/0-30 days)	1.50	2.53	3.27	3.53	5.73	9.33
Length increase (mm/31-60 days)	4.13	5.57	6.80	10.53	10.27	9.73
Length increase (mm/61-90 days)	5.67	7.83	9.27	8.07	8.00	8.03

Table 2. Baby and juvenile snails showing cumulative mortality per month and at different temperatures.

Temperature (°C)	22	24	26	28	30	32
% mortality (0-30 days)	0	0	8.7	43.7	56.0	68.7
% mortality (31-60 days)	0.7	1.3	9.7	48.3	61.7	74.0
% mortality (61-90 days)	1.3	2.7	10.3	55.7	64.3	81.3

Figure 1. Outdoor monthly egg depositions, numbers are average from three tanks each with 30 pairs of snails.



(a) Bars indicate mean and the SD of means given as vertical bars of three replicates of egg depositions. (b) Mean and SD of three replicates of total eggs deposited by the same females. (c) Bars representing hatching percentage of all egg depositions per month, those with the same superscript are not significantly different ($p < 0.05$).

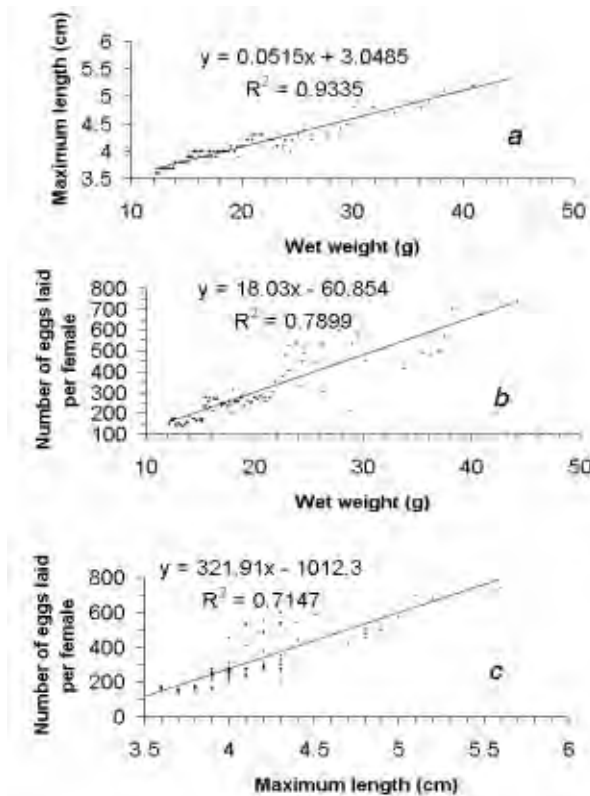
Indoor controlled temperature and light intensity experiments with spawning females

The similarity factor between fresh wet weight and length of recent spawned female snails is very high (Figure 2a, $R^2 = 0.9335$, $n = 90$), revealing an extremely significant relationship between female size and clutch size. Fresh wet weight of females and number of eggs laid per female show also a significant relationship (Figure 2b, $R^2 = 0.7899$, $n = 90$) and also between total length and number of eggs per female (Figure 2c, $R^2 = 0.7147$, $n = 90$).

Significant differences ($p < 0.05$) were registered when snails deposited their egg masses in the tanks with low or high light intensity, but also dissimilarities were detected when these eggs were laid at different temperatures (Figure 3a). Between 20 and 24°C they preferred to lay their egg masses at night in a place with more light intensity

during day (300 lux). And when the temperature went from 26 to 32°C they laid more egg masses during night in a place that was less illuminated during day (60 lux). Most of the total laid egg masses (84% in average of both light intensity experiments) females preferred to lay their egg masses in a less illuminated place between 40 and 70 cm above water level.

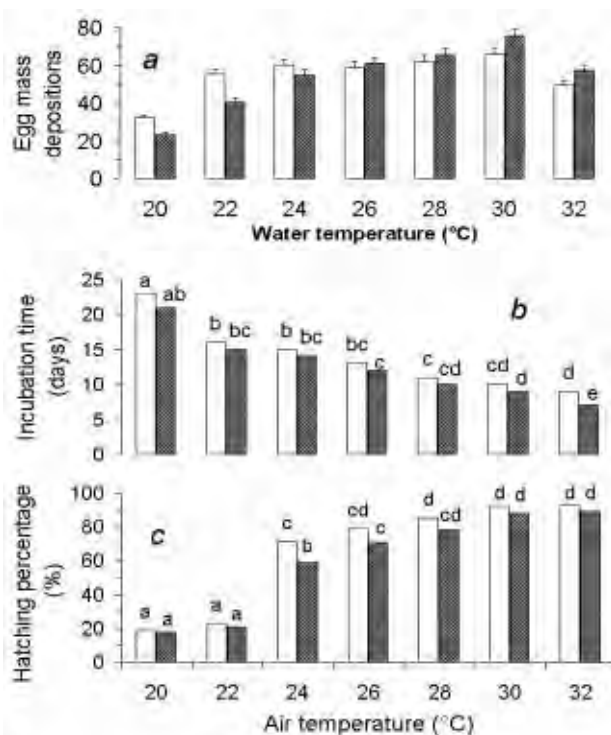
Figure 2. Graphs showing linear correlation between (a) wet weight after egg depositions and maximum shell length of 90 females, (b) wet weight and number of eggs deposited per female and (c) maximum shell length and number of eggs. The correlation factors and the equations describing the lines are shown.



Indoor controlled temperature and light intensity experiments with eggs

Temperature and also light intensity affects directly the egg incubation time. When eggs are incubated at 20°C, they need one and a half more time to hatch, than at 32°C. At the higher light intensity (300 lux), the egg hatching time was one to two days shorter, than at low light intensity (60 lux), being significantly different independently from air temperature (Figure 3b). Each trial was done in triplicate. Hatching percentage also is affected by temperature and light intensity; at 20°C only a fifth of the eggs hatch, at 30 or 32°C, around nine tenths of them hatch, these percentages are slightly but significantly higher in the trial with high light intensity, than with low light intensity around 24 to 26°C (Figure 3c).

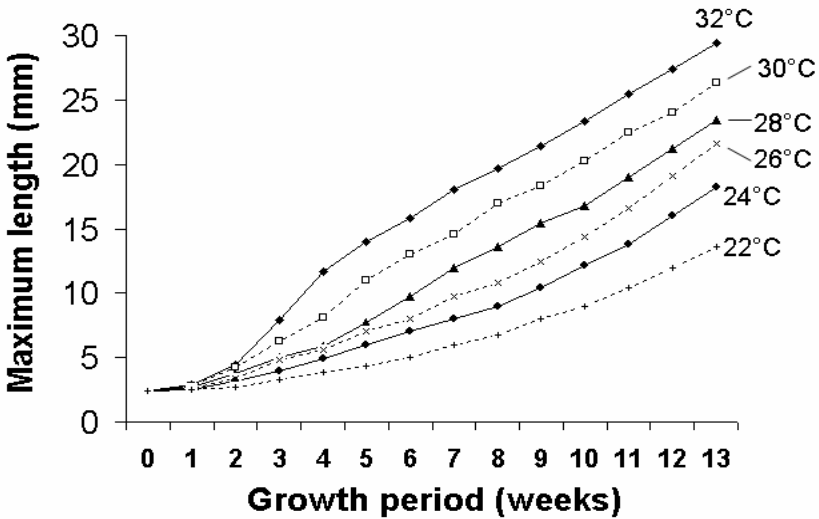
Figure 3. Indoor egg mass depositions from 30 “apple snails” for each trial under controlled temperatures and two light intensities at the egg mass height, (low intensity 60 lux, shaded bars; high intensity 300 lux, clear bars).



(a) Bars indicate mean and SD of three replicates in percentage of egg depositions by identified females. (b) Bars representing the incubation time of eggs deposited by the same identified females. (c) Bars representing hatching percentage; those with the same superscript are not significantly different ($p < 0.05$).

Growth of recently hatched snails in indoor controlled temperature experiments

Figure 4. Temperature trials measuring growth of recently hatched snail as the maximum shell length during three months. (100 snails were held at each controlled constant temperature and natural light.)



Baby snails presented a regular size when trial started. After one month those grown at 30 and 32°C showed a sinusoidal growth during the first month (Figure 4) and a higher increase in size (Table 1), but presented higher mortality (Table 2). After 3 months of growth those held at 32°C showed the highest growth, but also the lowest survival; those grown at 22°C showed half growth as compared to those grown at 32°C, but survival was the maximum observed. Their growth showed significant differences ($p < 0.001$) when compared between temperature trials.

Discussion

Feeding was done *ad libitum*, therefore it is not possible to compare growth data with other studies, although most of them were carried out with individuals of the genus *Pomacea* and fed also *ad libitum* [Alonzo, 1984; Cazzaniga and Estebanet, 1988; Lum-Kong, 1989; Martínez, 1989; Ontiveros, 1989; Godínez, 1991; Asiain and Olguín, 1995]. In the present essays, the selected feeding regime seemed to be reasonably well due to high survival rates.

The principal findings of this study is that *P. patula* shows a marked spawning activity pattern dependent on the water/air temperatures and this pattern is also affected by the direct sunlight/shade presence. Although these snails deposit their egg masses during the last hours of night, coinciding with observations made by Martínez [1989], but not with those made by Osorio [1988], who reported negative phototaxis during egg deposition. *Pomacea patula* avoids direct sunlight searching for feed in the lower parts of the water column. It has been clearly demonstrated that egg deposition is greatest during the end of the summer, when enough algae are fixed on substrate and weeds, and water temperature is high (30 to 32°C). But these snails can deposit eggs during all year, mainly starting the high activity in August and ending in December. The highest registered egg deposition was in October with registered diurnal water temperatures between 28 and 30°C (more than 30% of all registered egg depositions) and the lowest was accounted for February (0.4%), when water temperature drops even lower than 18°C in Colima State coasts. These registered temperatures for *P. patula* and their activity rate coincide reasonably well with those recorded for *P. canaliculata* original from the Amazon Basin [<http://www.applesnail.net/>].

Total laid eggs show a highly positive significant correlation describing a linear pattern proportional to egg mass depositions during all year. This suggests that any egg mass independently from the season, thus from temperature, presents a reasonably proportional number of total eggs, affecting temperature only egg mass depositions and not egg quantity in the laid masses. During fall and winter, the breeding rate is at its lowest point coinciding also with *P. canaliculata* [<http://www.applesnail.net/>]. Female length and wet weight is also directly proportional to total eggs laid. In nature one can find females of more than 40 g weight and 50 mm maximum shell length [Jaime, 1992], slightly smaller than those reported lengths for *P. canaliculata* [<http://www.applesnail.net/>]. Some females can spawn three times with small intervals after a single copulation, being the first spawn that with most hatching efficiency, declining in the subsequent ones, observations that coincide with those made by Ontiveros [1989]. Estoy *et al.*, [2002a] found in *P. canaliculata* that food availability did not affect age at first copulation in males, whereas females at high food level started copulation and spawning earlier than those at lower food levels. The same investigation team [Estoy *et al.*, 2002b] found in these apple snails, that food availability diminished spawn production, but did not show differences between their weight-specific reproductive efforts.

Eggs are laid on the shaded side of a stick or rock during day, although egg deposition is done two to three hours before sunrise showing a constant circadian pattern [Jaime, 1992]. Each clutch contained between 50 and 720 eggs with an average of 190 being different to *P. canaliculata* clutches with 200 to 600 per clutch [Estebenet

and Cazzaniga, 1993; <http://www.applesnail.net/>]. The fact that more than 80% of the females laid their eggs in the less illuminated part of the fiberglass tank confirms this tendency of laying their eggs in a mostly shaded part or even in a not exposed sunlight place at all. It seems that the ultraviolet wavelengths of sunlight are harmful for tropical mollusks that are exposed directly [Carefoot, 1989]. Some mollusks lay their egg masses during day and night like the sea hare *Aplysia oculifera*. Adams and Reeve, 1850 [Plaut, 2000]. It is possible that mollusk eggs [Carefoot *et al.*, 1998] and embryos [Rawlings, 1996] are protected against ultraviolet exposure by the aid of a capsule wall. It is feasible to infer from the obtained results, that *P. patula* presents this evolutionary adaptation of ultraviolet light avoidance producing a protective substance in the capsule walls or egg shells, since they deposit their egg masses 20 to 70 cm over the water level and therefore the probability to be exposed to direct light is superior. Field observations during snail collection coincide with the fact that egg depositions are placed on the shaded side produced during mid-day hours of emerged plant stems.

Significant differences were found between those trials in high or low light intensities; those snails that were exposed to high light intensity and experimented temperatures between 20 and 24°C, laid nine to fifteen more egg masses, than those exposed to lower light intensity. Between 26 and 32°C this tendency reversed presenting six to thirty more egg depositions. This behavior at these temperatures might be explained considering that between 24 and 26°C it seems to be the maximum of egg depositions and also the optimal growth and survival temperature for larvae. At lower temperatures the female snail prefers places with more sun exposure; at higher ones, more shaded places. A possible explanation could be the metabolic heat accumulation in eggs added to direct sun irradiation that may cause temperature increase to dangerous levels.

The incubation time was one day longer when eggs were exposed to more intensive light presenting no significant differences with respect to the shaded ones, this independently from air temperature, except at 32°C. At lower temperatures (20 and 22°C) hatching was less effective showing significant differences with respect to higher temperatures; at higher temperatures (22 to 30°C) incubation time was gradually shorter and those in the less illuminated trials needed one day less to hatch compared to those with higher light intensity. These results are consistent with the observations done above, that direct sun light may interfere with essential metabolic reactions in the eggs. If snails are capable of producing substances that filter UV light [Carefoot *et al.*, 1998], it is possible, that these substances have to be produced during the first day or days of incubation to protect eggs from direct sun irradiation and then continue with egg development. Hatching percentage is slightly higher when exposed to higher light intensity, but being not significant with respect to temperatures between 26 and 32°C. Lower temperatures (20 to 22°C) decrease drastically the hatching efficiency.

Growth of recently hatched snails was the fastest at higher temperatures, but survival was inversely proportional to growth, mainly in those recently hatched and those one-month old snails. Those kept at 22 or 24°C survived all. When the temperature was higher, more mortality was accounted. Between first and second month, and second and third month, survival was higher also in the higher temperatures. In nature the maximum growth is achieved in autumn when water temperatures are still over 26°C and sufficient natural food is available. The highest length achieved in these experiments, more than 10 mm/month, was obtained with those juveniles kept at 28 or 30°C during the second month of the trial, and is far better compared to those described by Martínez [1989], who experimented under similar conditions and *P. patula* grew only 5.5 mm/month when fed with alfalfa. Other snails might grow more per month as described by Benavides [1994], who worked with *P. bridgesi* feeding dead fish growing 7.0 mm/month, or less as described by Ontiveros [1989], who fed *P. flagellata* with *Pistia* sp. attaining a growth of 5.3 mm/month. Mendoza *et al.* [1999] conducted experiments with *P. bridgesi* feeding balanced artificial diets with respect to protein and energy and obtained growth rates around 14 mm/month, higher than those reported for a wild species *P. urceus* registering 13.5 mm/month growths [Lum-Kong, 1989]. Ramnarine [2003] considers that an appropriate diet prior to spawning of *P. urceus* might increase fecundity. With respect to the results of the present study it can be concluded, that *P. patula* accepts pulverized tilapia fingerling feed in “green” water for the first weeks and rough ground feed for their juvenile development, and it is possible that a special balanced feed may increase their growth rate. Feeding trials for juvenile and adult *P. patula* might increase fecundity and survival.

Results also show a heterogeneous growth behavior directly dependent from water temperature: growth is faster at warm temperatures but survival decreases; in colder water (22 to 24°C) almost all survive after three months, but growth is half slower than in tropical temperatures. Survival is high and growth rate is also high at 26 to 28°C, those water temperatures that dominate in summer and autumn in the Pacific Central Mexican coasts.

This research paper has clarified the advantages of culturing these commercially edible snails in an attractive form just watching water and air temperatures and light intensities during clutch development. This introduced species exhibits not a voracious feeding behavior as the Amazonian apple snail *P. canaliculata* does in Asia and also has not shown to be a biological invader and therefore an agricultural pest [Estoy *et al.*, 2002], since it grows only in tilapia and natural ponds. This study also contributes to understand hatchability, growth and survival rates of young snails making these gastropods an interesting extra income for tilapia aqua-culturists. Naranjo-García [2003] emphasizes the importance of this freshwater mollusk as a food source and also as a pollution indicator.

From an epizootic point of view, no reports have been found about *P. patula* being a potential host for the liver fluke *Fasciola hepatica*. This was the case of the gastropod *Lymnaea viridis* spread out in Guam and Papua New Guinea [Boray, 1978] and the rat lungworm *Angiostrongylus cantonensis* introduced with the intermediate host *P. canaliculata* in Taiwan and Japan [Mochida, 1991]. This hepatic parasite was first reported in gastropods of México by Aguirre [1939]. Mazzotti, [1955] observed the complete reproductive cycle of this parasite in mollusks in Northern México States and Caballero and Larios [1940] described other parasites in gastropods from the temperate Lerma Lake, Mexico State in Central México. *F. hepatica* has been reported in Tabasco State, México, in relation to regional gastropods [Rangel and Gamboa, 2005]. In Colima State, México, some studies have been carried out with gastropods as intermediate hosts of *Paragonimus mexicanus* [Lamothe-Argumedo *et al.*, 1983], and also some parasites have been detected in tilapias from a tropical lagoon, but *Fasciola hepatica* has not been reported [García *et al.*, 1993]. Sanitary observations are highly recommended for these gastropods and tilapias [Naranjo-García, 2003].

P. patula is a good fresh-water mollusk that is being over-fished in Catemaco Lake, Veracruz State, where it is endemic [Carreón, 1999], and has good perspectives to be cultured in Pacific Ocean States as Colima, Jalisco and Michoacán [Santos, 1999].

Conclusions

P. patula shows a marked spawning activity pattern dependent on the water—air temperatures and this pattern is also affected by the direct sunlight—shade presence. Snails deposited their egg masses in the tanks with low or high light intensity depending on air and water temperatures. Temperature and light intensity also affect directly egg incubation time. Small snails present faster growth in tropical temperatures, but survival decreases significantly. Apple snails are found in tilapia ponds and are cultured extensively, since no feed is given to them and no attempts have been done so far to reproduce *P. patula* artificially for mass productions. To make this product interesting to aqua-culturists, it is crucial to increase pond population, and therefore it is necessary to find optimal stocking densities, search more about reproduction strategies under controlled parameters and test complementary feeds if required, when stocked in tilapia ponds. Sanitary care should be taken in order to avoid pest infestation in fishponds where this edible snail can be cultured.

Acknowledgements

This research was supported by SIMORELOS-CONACyT under the Project 96-01-017.

Literature cited

- Aguirre, E. 1939. *La Limnaea attenuata* Say, huésped intermediario de la *Fasciola hepatica* en la República Mexicana. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 1:67-70.
- Alonzo, P. M. 1984. *Efecto de tres dietas diferentes sobre el crecimiento, conversión alimenticia, valor de eficiencia proteica y retención de proteínas y lípidos en el caracol dulceacuicola Pomacea flagellata*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Yucatán, Yucatán, México. 53 pp.
- Asiain, A. and Olguín, C. 1995. *Evaluation of water spinach (Ipomea aquatica) as feed for apple snail (Pomacea patula)*. Pp. 51-52. World Aquaculture 95, Book of Abstracts.
- Benavides, M. 1994. *Evaluación nutricional de tres fuentes proteicas en dietas para cultivo de dos líneas de caracol manzano (Pomacea bridgesi)*. Tesis de M. en C. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 50 pp.
- Boray, J. C. 1978. *The potential impact of exotic Lymnaea spp. on fasciolosis in Australasia*. Veterin. Parasitol. 4:127-141.
- Caballero, E. and Larios, I. 1940. *Las formas evolutivas de Echinostoma revolutum (Froelich, 1802) en dos moluscos pulmonados de la Laguna de Lerma*. Anales del Instituto de Biología, U.N.A.M. 11:231-238.
- Carefoot, T. H. 1989. *A comparison of time/energy budgeting in two species of tropical sea hares Aplysia*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 131:267-282.
- Carefoot, T. H.; Harris, M.; Taylor, B. E.; Donovan, D. and Karentz, D. 1998. *Mycosporine-like amino acids: possible UV protection in eggs of the sea hare Aplysia dactylomela*. Marine Biology 130:389-396.
- Carreón, L. 1999. *Desarrollo del aparato reproductor del caracol tegogolo Pomacea patula catemacensis (Baker, 1922) (Mesogastropoda: Ampullariidae)*. IV Congreso Latinoamericano de Malacología de Chile, Coquimbo, Chile. 6-10 septiembre, pp. 86-88.
- Cazzaniga, N.J. and Estebenet, A. L. 1988. *Effects of crowding on breeding Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae)*. Comparative Physiology and Ecology 13:89-96.
- Duipotex-Chong, M. E.; Cazzaniga, N.J.; Hernández-Santoyo, A.; Betancourt-Rule, J. M. 2004. *Karyotype description of Pomacea patula catemacensis (Caenogastropoda, Ampullariidae), with an assessment of the taxonomic status of Pomacea patula*. Biocell 28(3):279-285.
- Estebenet, A. L. 1995. *Food and feeding in Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae)*. The Veliger 38:277-283.
- Estebenet, A. L. and Cazzaniga, N.J. 1992. *Growth and demography of Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae) under laboratory conditions*. Malacological Review 25:1-12.
- Estebenet, A. L. and Cazzaniga, N. J. 1993. *Egg variability and the reproductive strategy of Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae)*. Apex 8:124-138.
- Estoy, G. F. Jr.; Yusa Y.; Wada, T.; Sakurai, H.; Tsuchida, K. 2002a. *Size and age at first copulation and spawning of the apple snail, Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae)*. Appl. Entomol. Zool. 37:199-205.
- Estoy, G. F. Jr.; Yusa, Y.; Wada, T.; Sakurai, H. and Tsuchida, K. 2002b. *Effects of food availability and age on the reproductive effort of the apple snail, Pomacea canaliculata (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae)*. Appl. Entomol. Zool. 37(4):543-550.
- García, E. 1973. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM, México D. F. 33 pp.
- García, L.J.; Osorio, D. and Constantino, F. 1993. *Prevalencia de parásitos y las alteraciones histológicas que producen las tilapias de la laguna de Amela, Tecmán, Colima*. Revista Veterinaria México 24(3):199-205.
- Godínez, D. 1991. *Nutrición del caracol de agua dulce Pomacea patula*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México. 46 pp.

- Jaime, M. 1992. *Contribución al fototactismo, velocidad de desplazamiento, marcaje y anillos de crecimiento en opérculo del caracol de agua dulce Pomacea patula (tegologo) en condiciones de cautiverio*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México. 57 pp.
- Lamothe-Argumedo, R.; Malek, E. A. and Meave, O. 1983. *Aroapyrgus allei Morrison, 1964 (Gastropoda: Hydrobiidae) first intermediate host of Paragonimus mexicanus in Colima, México*. J. Parasitol 69(1):226-228.
- Lázaro, M. E. 1985. *Sustancias desinfectantes y drogas de utilidad en las piscifactorías*. Manual de usos. Editorial AGT Editor S.A. México D. F. 25 pp.
- Lum-Kong, A. 1989. *The potential of Pomacea urceus as a culture species in Trinidad*. Pp. 33-39 in BCPC Monography No. 41 Slugs and Snails in World Agriculture.
- Lum-Kong, A. and Kenny, J. S. 1989. *The reproductive biology of the ampullarid snail Pomacea urceus (Müller)*. Journal of Molluscan Studies 55:53-65.
- Martínez, T. 1989. *Contribución a la ecología y cultivo del caracol de agua dulce Pomacea patula (Mesogasteropoda: Ampullariidae)*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México. 40 pp.
- Mazzotti, L. 1955. *Lymnaea obrussa Say, huésped intermediario de Fasciola hepatica*. Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales 15(3):163-165.
- Mendoza, R.; Aguilera, C.; Montemayor, J. and Rodríguez, G. 1999. *Utilization of artificial diets and effect of protein/energy relationship on growth performance of the Apple snail Pomacea bridgesi (Prosobranchia: Ampullariidae)*. The Veliger 42(2):101-111.
- Mochida, O. 1991. *Spread of freshwater Pomacea snails (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia*. Micronesica, Suppl. 3:51-62.
- Naranjo-García, E. 2003. *Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas*. Rev. Biol. Trop. 51 (Suppl. 3):495-505.
- Ontiveros, G. 1989. *Producción semi-intensiva de crías de Pomacea sp. (Caracol dulceacuícola) en estanques de concreto, como apoyo a los programas de recuperación de los sistemas palustres del municipio de Veracruz*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México. 59 pp.
- Osorio, S. M. 1988. *Aspectos reproductivos del caracol de agua dulce Pomacea patula catemacensis en laboratorio y campo*. Memorias IX Congreso Nacional Zoología, Villahermosa, Tabasco, México. Pp.133-136.
- Plaut, I. 2000. *Nocturnalism in Aplysia oculifera (Adams & Reeve, 1850): An avoidance behavior minimizing exposure to ultraviolet radiation?* The Veliger 43(2):105-109.
- Ramnarine, I. W. 2003. *Induction of spawning and artificial incubation of eggs in the edible snail Pomacea urceus (Muller)*. Aquaculture 215:163-166.
- Rangel, L. J. 1988. *Estudio morfológico de Pomacea flagelata Say, 1827 (Gastropoda: Ampullariidae) y algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México*. Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoológica 58:21-34.
- Rangel, L. J. and Gamboa J. 2005. *Estructura de la comunidad y dinámica poblacional de gasterópodos en una zona enzoótica de fasciolosis en Tabasco, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 21 (2):79-85.
- Rawlings, T. A. 1996. *Shields against ultraviolet radiation: an additional protective role of the egg capsules of marine gastropods*. Marine Ecology Progress Series 136:81-95.
- Santos, C.A.Z., Pentead, C.H.S. and Mendes, E.G. 1987. *The respiratory responses of an amphibious snail Pomacea lineata (Spix, 1827), to temperature and oxygen tension variations*. Comparative Biochemistry and Physiology A, 86A(3):409-415.
- Santos, A. 1999. *Efectos de la temperatura y la intensidad luminosa sobre la producción intensiva de crías del caracol tegologo Pomacea patula (Baker, 1922)*. Tesis Maestría Acuicultura, Fac. Cienc. Marinas, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, México. 65 pp.

- StatSoft, Inc. 2000. *STATISTICA for Windows (Computer program manual)*. Tulsa, OK: StatSoft, Inc. 2300 East 14th Street, Tulsa OK. <http://www.statsoft.com>
- Steel, R. and Torrie, J. 1980. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw-Hill: New York: 633 pp.

Recibido: Diciembre 12, 2005

Aceptado: Enero 10, 2007

Influence of yeast culture on productive performance of intensively fattened Pelibuey lambs in Colima, México

Efecto de un cultivo de levadura sobre el comportamiento productivo de corderos Pelibuey engordados intensivamente en Colima, México

Macedo, R.,^{1*} Arredondo, V.¹ and Beauregard, J.²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, km. 40 autopista Colima-Manzanillo, Tecomán, Colima. C. P. 28100.

²CECAF, A. C. Km. 1.5 Carretera a Caleras, Tecomán, Colima. C. P. 28130.

* Correspondence: macedo@uocol.mx.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of *Saccharomyces cerevisiae* on live weight, average daily gain, dry matter intake and feed conversion of intensively fattened lambs. Twenty-eight Pelibuey lambs were randomly assigned into one of two groups (balanced by weight) and fed *ad libitum* with a high-concentrate diet based on cracked corn (63.00 %) with (YC) or without (C) yeast culture (1%). Differences were not observed ($p > 0.05$) between YC and C sheep on body weight (36.00 vs 36.75 kg), dry matter intake (68.10 vs 69.50 kg), average daily gain (290 vs 300 g/d) and feed conversion (4.22 vs 4.15 g DM/g gain). Adding yeast culture did not improve production performance of intensively fattened Pelibuey sheep.

Keywords

Saccharomyces cerevisiae, hair sheep, growth, dry matter intake, feed conversion.

Resumen

Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre el peso vivo, la ganancia de peso, el consumo de materia seca y la conversión alimenticia de corderos engordados intensivamente. Veintiocho corderos Pelibuey fueron aleatoriamente asignados a dos grupos (balanceados por peso) y alimentados *ad libitum* con una dieta concentrada basada en maíz quebrado (63.00%), con (CL) o sin (C) la inclusión de un cultivo de levadura (1%). La inclusión de levadura no afectó significativamente ($p > 0.05$) el peso de los corderos 36.00 vs 36.75 kg, el consumo de materia seca 68.10 vs 69.50 kg, la ganancia diaria de peso 290 vs 300 g/d y la conversión alimenticia 4.22 vs 4.15 g MS/g PV para CL y C, respectivamente. La adición de un cultivo de levadura no influyó sobre el comportamiento productivo de corderos Pelibuey bajo engorda intensiva.

Palabras clave

Saccharomyces cerevisiae, borrego de pelo, crecimiento, consumo de materia seca, conversión alimenticia.

Introduction

Yeast cultures, mainly *Saccharomyces cerevisiae*, have been used as a dietary supplement in production ruminants for many years. Interest in the use of yeast in feed supplements for sheep has increased markedly within the past 10 years. However, research on yeast additives has been frustrating because of the often small and variable responses. Dietary factors such as forage concentrate ratio is important in determining the response to yeast culture supplementation [Wallace and Newbold, 1993; Sniffen *et al.*, 2004].

Several metabolic trials have shown that inclusion of *S. cerevisiae* in diets of sheep had no effect on VFA concentration, protozoa population, N, DM, OM, NDF, and ADF digestibility or duodenal amino acid flow [Angeles *et al.*, 1998; Corona *et al.*, 1999; Arcos-García *et al.*, 2000]. Other studies found that the degradation rate of OM was accelerated significantly in response to yeast supplementation, with an improvement on the release of energy in the rumen to be available for microbial growth as well as populations of cellulolytic bacteria were established earlier and remained more stable [Chaucheyras-Durand and Fonty, 2002; Kamel *et al.*, 2004]. A majority of these studies have been conducted with diets containing more than 50% forage, whereas fattening lambs are, at present, fed largely high-concentrate/low forage diets.

On the other hand, yeast culture research has been, in general, carried out under temperate conditions on wool large-frame sheep breeds and its effects on hair breeds under tropical conditions has been poorly approached. The present investigation was undertaken to evaluate the influence of yeast culture on weight gain, dry matter intake and feed conversion of intensively fattened Pelibuey lambs in the Mexican dry tropics.

Materials and methods

Area description

The study was carried out in the Agriculture and Forestry Training Center (CE-CAF) located in Tecomán, Colima, México, at 18°58'43" north latitude and 103°52'18" west longitude and 33 m above sea level. Koppen's climate classification is BS₁(h')w(w)(i') described as semiarid with a rainy season during summer providing 750 mm a year. Dry season extends seven months with an average temperature of 26 °C [García, 1988].

Animals, feed and management

Twenty-eight recently weaned purebred Pelibuey 83-day-old male lambs, with an average body weight of 19.84 ± 2.92 kg, were placed in individual pens, randomly

assigned into one of two groups (balanced by weight) and subjected to a dietary treatment for 56 days. One group served as a control receiving *ad libitum* a grain based concentrate. The second group received the control diet with the inclusion of 1.0 % of *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture (Table 1). Dry matter, crude protein, crude fiber, ether extract, nitrogen free extract, ash, calcium and phosphorus was determining in agreement with A.O.A.C. (1984).

Protein and energy requirements were calculated at the beginning of the trial. Lambs were fed at a maintenance energy and protein intake plus a body weight gain of 300 g/d (NRC, 1985). Fresh clean water was provided *ad libitum* at all times. Fifteen days before the weaning, lambs were vaccinated against hemorrhagic septicemia and pneumonia with a live tissue culture vaccine. Deworming and vitamins administered at weaning, with febendazole (10 mg/kg BW) and with 1.0 ml of a solution containing 500,000; 50,000 and 50 I.U of vitamins A, D₃ and E, respectively.

Table 1. Ingredient and chemical composition of the experimental concentrates.

Composition	Control	Yeast culture
	kg/t, as mixed	
Ingredient		
Salinomycin	0.10	0.10
Ammonium sulfate	1.00	0.90
Kaolin	2.00	2.00
Mineral premix ¹	0.50	0.50
Magnesium oxide	0.50	0.50
Sodium chloride	10.00	9.90
Yeast culture ²	0.00	10.00
Urea	13.90	13.80
Animal lard	15.00	14.90
Canola meal	23.00	22.80
Calcium carbonate	23.00	22.80
Sugarcane molasses	73.00	72.30
Protein premix ³	91.00	90.10
Wheat bran	137.00	135.60
Corn (cracked)	610.00	603.80
Nutrient		
Dry matter, 105°C	880.40	890.00
		(% of DM ⁴)
Crude protein	17.06	18.38
Ether extract	3.23	3.41
Ash	3.71	4.88
Calcium	1.92	2.00
Phosphorus	0.38	0.45
Metabolic energy Mcal/kg	2.98	2.95

¹ Guaranteed analysis: 8% of Zn, 5% of Mn, 6000 ppm of Cu, 1600 ppm of I, 800 ppm of Se and 400 ppm of Co.

² XP Yeast culture preparation of *Saccharomyces cerevisiae* (Diamond V Mills, Inc., Cedar Rapids, IA).

³ Guaranteed analysis: 90.0% DM, 44.0% CP, 2.8% Fat, 5.50% Ash, 0.30% Ca, 0.70% P and 3.70 Mcal/Kg DM of DE.

⁴ Except ME.

Statistical analysis

The parameters measured were body weight (BW), dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG) and feed conversion (FC). Live weight was calculated by weighing all the animals at the beginning and every seven days at the same time; dry matter intake by weighing, on a daily basis, the feed offered and consumed, and that which was rejected. Feed conversion (FC) was calculated based on the accumulated dry matter intake and live weight values. Data were analyzed using a Student T test for independent samples [Cochran y Cox, 1990].

Results

Yeast culture addition had no significant effect ($P > 0.05$) on body weight and average daily gain among the experimental groups. Control lambs showed ADG above 300 g from the beginning to the end of the trial, whereas growth rate of lambs fed yeast culture was lower down to this value (Table 2).

Table 2. Cumulative body weight and average daily gain for intensively fattened Pelibuey lambs fed supplemental yeast.

Item	Control	Yeast Culture	SEM	P>T
Body Weight (kg)				
Initial	19.93 ^a	19.75 ^a	0.55	0.88
d 7	22.04 ^a	21.89 ^a	0.65	0.92
d 14	24.46 ^a	23.57 ^a	0.58	0.52
d 21	26.38 ^a	25.68 ^a	0.65	0.60
d 28	28.79 ^a	28.00 ^a	0.69	0.58
d 35	31.04 ^a	30.36 ^a	0.71	0.64
d 42	33.11 ^a	31.79 ^a	0.78	0.41
d 49	35.14 ^a	34.32 ^a	0.80	0.62
d 56	36.75 ^a	36.00 ^a	0.81	0.65
Average Daily Gain (g)				
d 7	301 ^a	306 ^a	0.03	0.93
d 14	324 ^a	273 ^a	0.02	0.21
d 21	307 ^a	282 ^a	0.01	0.32
d 28	316 ^a	295 ^a	0.01	0.27
d 35	317 ^a	303 ^a	0.01	0.39
d 42	314 ^a	287 ^a	0.01	0.11
d 49	310 ^a	297 ^a	0.01	0.40
d 56	300 ^a	290 ^a	0.01	0.48

Addition of yeast culture was not a significant source of variation for dry matter intake, whereas feed conversion was significantly influenced at day 14 but not overall. Feed conversion remained lower than 4.0 for 35 days to the yeast culture group and 49 days to the control group (Table 3).

Table 3. Cumulative dry matter intake and feed conversion for intensively fattened Pelibuey lambs fed supplemental yeast.

Item	Control	Yeast Culture	SEM	P>T
Dry Matter Intake (kg)				
d 7	5.80 ^a	6.44 ^a	0.19	0.09
d 14	13.14 ^a	13.64 ^a	0.39	0.53
d 21	21.43 ^a	21.50 ^a	0.59	0.95
d 28	30.44 ^a	30.01 ^a	0.80	0.79
d 35	40.02 ^a	39.15 ^a	1.02	0.68
d 42	50.66 ^a	49.84 ^a	1.26	0.75
d 49	59.80 ^a	59.24 ^a	1.48	0.85
d 56	69.38 ^a	69.00 ^a	1.69	0.91
Feed Conversion (g DM/g gain)				
d 7	3.93 ^a	3.19 ^a	0.46	0.42
d 14	2.73 ^b	3.95 ^a	0.22	0.00
d 21	3.47 ^a	3.76 ^a	0.18	0.41
d 28	3.49 ^a	3.71 ^a	0.12	0.38
d 35	3.62 ^a	3.73 ^a	0.09	0.53
d 42	3.81 ^a	4.15 ^a	0.10	0.08
d 49	3.96 ^a	4.14 ^a	0.10	0.37
d 56	4.14 ^a	4.28 ^a	0.09	0.49

ab Means within the same row with different superscript are significantly different ($P < 0.05$).

Discussion

Production responses to *S. cerevisiae* were highly variable and seems to be caused by changes in ruminal fermentation, in particular by increased bacterial synthesis [Dawson *et al.*, 1990; Carro *et al.*, 1992; Kamamma *et al.*, 1996] which in turn leads to increased degradability of forages and flow of microbial protein from the rumen to the small intestine [Erasmus *et al.*, 1992; Wallace and Newbold, 1992; Yoon *et al.*, 1998; Arzola *et al.*, 2003]. However, this increase in the supply of microbial protein appears to be beneficial only in those cases in which duodenal protein was the limiting factor, or during those phases in which animals are under stress to meet nutrient requirements. Contrary, Deville and Galbraith [1992] found evidence of significant increases in live weight gain attributable to the yeast culture supplement of male castrate goats fed a high-protein diet (18% CP). No effect was observed in goats fed a low-protein diet (11% CP).

An improvement in production could be expected by the stimulation of fiber ruminal digestibility in those cases in which low fiber digestibility was the limiting factor [Miranda *et al.*, 1996]. Williams *et al.* [1991] observed an interaction between diet composition and yeast culture addition with a greater effect of yeast culture on milk production in diets with an increasing forage/concentrate relation. However, other authors determined that inclusion of directed-fed microbial cultures did not improved either DM, OM, NDF and ADF fermentation, digestion or amino acid flow to the duodenum in sheep fed forage based diet [Angeles *et al.*, 1998; Corona *et al.*, 1999; Arcos-García *et al.*, 2000]. Also, Yoon *et al.* [1997] indicated that yeast culture may improve animal performance by improving energetic efficiency possibly through altering proportion of ruminal VFA, not necessarily concomitant with increasing nutrient digestion in forage based diets.

Effects of yeast culture on DMI have been inconsistent and seems to be related to diet composition. Some studies indicated that yeast supplementation improved feed intake of diets containing high-forage/low-concentrate relation. Mir and Mir [1994] evaluated over 2 year the performance of Hereford steers calves fed three diets consisting of 75% alfalfa silage 25% barley (17.40% CP and 39% NDF), 96% corn silage and 4% soybean meal (12% CP and 47.90% NDF), or 75% dry-rolled barley and 25% alfalfa hay (11.70% CP and 27.60% NDF), with no supplementary live yeast or with live yeast (top-dressed at 10 g/d). In the first year yeast culture only improve DMI of steers fed corn silage diet. In the second year, CP and NDF of corn silage diet increased (16%) and decreased (41.30%), respectively, and there was no effect to treatment. Contrary, Cabrera *et al.* (2000) indicated that 10 g/d of yeast culture did not improve DMI of steers grazing tropical pastures with or without supplementation (2 kg/d, 2.75% N). Another study showed a significant increase in DMI by bulls fed yeast in a high-concentrate diets [Mutsvangwa *et al.*, 1992].

On the other hand, studies carried out on several species and productive conditions, showed that DMI could be influenced by the inclusion level of dietary yeast. Andrighetto *et al.* (1993) found that DMI of sheep fed a high-concentrate diet tended to be higher when the inclusion of yeast culture was increased from 20 to 40 g/d, whereas in the present study, the inclusion of 12 g/d did not stimulated DMI. Kamel *et al.* (2004) showed that the addition of 22.50 g/d of yeast containing *S. cerevisiae* improved the release of energy in the rumen to be available for microbial growth in sheep fed Berseem hay (*Trifolium alexandrinum*), compared with the inclusion of 11.25 g/d. Lesmeister *et al.* (2004) indicated that increasing the level of dietary yeast culture in a texturized neonatal calf starter from 1 to 2%, may enhance dry matter intake in an additive fashion.

Conclusions

Inclusion of 1% of yeast culture did not improve average daily gain, dry matter intake and feed conversion of intensively fattened hair sheep under tropical conditions. Further studies are required to determine the effects of yeast culture on productive performance of sheep fed high-concentrate diets.

Acknowledgment

Research supported by CECAF, A. C., VYANA, S. A. de C. V. and Diamond V México. Project "Utilización de un cultivo de levaduras en la alimentación de ovinos: efecto sobre la productividad y el sistema inmunológico".

Literature cited

- Andrighetto, I.; Bailoni, L.; Cozzi, G. and Berzaghi, P. 1993. *Effects of yeast culture addition on digestion of sheep fed a high concentrate diet*. Small Ruminant Research. 12: 27-34.
- Angeles, S. C.; Mendoza, G. D.; Cobos, M. A.; Crosby, M. M. and Castrejón, F. A. 1998. *Comparison of two commercial yeast cultures (Saccharomyces cerevisiae) on ruminal fermentation and digestion in sheep fed on corn-stover diet*. Small Ruminant Research. 31: 45-50.
- A.O.A.C. 1984. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists 15th Edition. Washington, D. C. USA. 1,018 pp.
- Arcos-García, J. L.; Castrejón, F. A.; Mendoza, G. D. and Pérez-Gavilán, E. P. 2000. *Effect of two commercial yeast cultures with Saccharomyces cerevisiae on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops*. Livestock Production Science. 63(2):153-157.
- Arzola, C.; Ortiz, F. A.; Ruiz, O. and Grado, A. 2003. *Effect of the addition of a yeast culture on the in situ ruminal degradability of a concentrate diet by sheep*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 3: 159-162.
- Cabrera, E. J. I.; Mendoza, M. G. D.; Aranda, I. E.; García-Bojalil, C.; Bárcena, G. R. and Ramos, J. J. A. 2000. *Saccharomyces cerevisiae and nitrogenous supplementation in growing steers grazing tropical pastures*. Animal Feed Science and Technology. 83: 49-55.
- Carro, M. D.; Lebzien, P. and Rohr, K. 1992. *Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet*. Livestock Production Science. 32: 219-229.
- Chaucheyras-Durand, F. and Fonty. 2002. *Influence of probiotic yeast (Saccharomyces cerevisiae CNCMI-1077) on microbial colonization and fermentations in the rumen of newborn lambs*. J. Gen. Microbiol. 34: 30-36.
- Cochran, W. G. y Cox, G. M. 1990. *Diseños experimentales*. Segunda Edición. Editorial Trillas. México, D. F. 661 pp.
- Corona, L.; Mendoza, G. D.; Castrejón, F. A.; Crosby, M. M. and Cobos, M. A. 1999. *Evaluation of two commercial yeast cultures (Saccharomyces cerevisiae) on ruminal fermentation and digestion in sheep fed a corn stover diet*. Small Ruminant Research. 31: 209-214.
- Dawson, K. A.; Newman, K. E. and Boling, J. A. 1990. *Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities*. Journal of Animal Science. 68: 3392-3398.
- Deville, E. R. and Galbraith, H. 1992. *Effect of dietary protein level and yeast culture on growth, blood prolactin and mohair fiber characteristics of British Angora goats*. Animal Feed Science and Technology. 38: 123-133.

- Erasmus, L. J.; Botha, P. M. and Kistner, A. 1992. *Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows*. Journal of Dairy Science. 75: 3056-3065.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Modifications of Köppen climatic classification system)*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 33 pp.
- Kamalamma; Krishnamoorthy, U. and Krisnappa, P. 1996. *Effect of feeding yeast culture (Yea-sacc¹⁰²⁶) on rumen fermentation in vitro and production performance in crossbred dairy cows*. Animal Feed Science and Technology. 57: 247-256.
- Kamel, H. E. M.; Sekine, J.; El-Waziry, A. M. and Yacout, M. H. M. 2004. *Effect of Saccharomyces cerevisiae on the synchronization of organic matter and nitrogen degradation kinetics and microbial nitrogen synthesis in sheep fed Berseem hay (Trifolium alexandrinum)*. Small Ruminant Research. 52: 211-216.
- Lesmeister, K. E.; Heinrichs, A. J. and Gabler, M. T. 2004. *Effects of supplemental yeast (Saccharomyces cerevisiae) culture on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves*. Journal of Dairy Science. 87: 1832-1839.
- Mir, Z. and Mir, P. S. 1994. *Effect of the addition of live yeast (Saccharomyces cerevisiae) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability*. Journal of Animal Science. 72: 537-545.
- Miranda, R. L. A.; Mendoza, M. G. D.; Bárcena-Gama, J. R.; González, M. S. S.; Ferrara, R.; Ortega, C. M. E. and Cobos, P. M. A. 1996. *Effect of Saccharomyces cerevisiae or Aspergillus oryzae cultures and NDF levels on parameters of ruminal fermentation*. Animal Feed Science and Technology. 63: 289-296.
- Mutsvangwa, T.; Edwards, I. E.; Topps, J. H. and Paterson, G. F. M. 1992. *The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls*. Animal Production. 55: 35-40.
- NRC, 1985. *Daily nutrient requirements of sheep*. Sixth Revised Edition. National Academy of Sciences. Washington, D. C. USA. Pp. 47.
- Sniffen, C. J.; Chaucheyras-Durand, F.; de Oндarza, M. B. and Donaldson, G. 2004. *Predicting the impact of a live yeast strain on rumen kinetics and ration formulation*. In: Proceedings of the 19th Annual Southwest Nutrition and Management Conference. The University of Arizona (Ed.), Tempe, Arizona. Pp. 53-59.
- Wallace, R. J. and Newbold, C. J. 1992. *Probiotics for ruminants*. In: Probiotics: The Scientific Basis. R. Fuller (Ed.), Chapman and Hall. London, England. p. 317.
- Wallace, R. J. and Newbold, C. J. 1993. *Rumen fermentation and its manipulation: The development of yeast cultures as feed additives*. In: Biotechnology in the Feed Industry. T. P. Lyons (Ed.), Alltech Technical Publications. Nicholasville, KY. p. 173.
- Williams, P. E. V.; Tait, C. A. G.; Innes, G. M. and Newbold, C. J. 1991. *Effects of the inclusion of yeast culture (Saccharomyces cerevisiae plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers*. Journal of Animal Science. 69: 3016-3026.
- Yoon, I.; Garrett, J. and Cox, D. J. 1997. *Effect of yeast culture supplementation to alfalfa-grass hay diet on microbial fermentation in continuous culture of rumen contents*. In: Yeast Culture Laboratory Research Report 1997-1. Diamond V Technical Center. Cedar Rapids, Iowa. p. 2.
- Yoon, I.; Guritz, C. and Garrett, J. 1998. *Influence of yeast culture on ruminal degradation of corn silage in situ*. In: Yeast Culture Laboratory Research Report 1998-2. Diamond V Technical Center. Cedar Rapids, Iowa. p. 2.

Recibido: Agosto 4, 2006

Aceptado: Noviembre 17, 2006



Tacote o Palo blanco (*Montanoa bipinnatifida* Kunth Koch)
Fotografía: José Manuel Palma García

Efecto de la depuración en la biomasa del caracol *Pomacea patula* [Baker, 1922] usando el índice de condición

Effect of depuration on the biomass of the snail Pomacea patula [Baker, 1922] using the condition index

García-Ulloa, M.;^{1*} Ramnarine, I. W.;² Ponce-Palafox, J. T.³ y Góngora-Gómez, A. M.⁴

¹Laboratorio de Ciencias Marinas, UAG, Barra de Navidad, Jalisco (México).

²Department of Life Sciences, The University of the West Indies, St. Augustine (Trinidad and Tobago).

³Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos y CUVEDES-Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit (México).

⁴Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, CIIDIR, Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa (México).

* Correspondencia: turbotuag@hotmail.com.

Resumen

La depuración de organismos acuáticos en cultivo es una práctica común. El tiempo de exposición de los animales al agua tratada es uno de los factores más importantes para su eficiencia, pudiendo afectar su biomasa. Se evaluó el efecto de la depuración en adultos de *Pomacea patula* mediante la aplicación del índice de condición (IC), bajo condiciones de laboratorio. Caracoles adultos obtenidos en cultivo se mantuvieron en peceras (Grupo 1) expuestos a un flujo de agua constante, tratada con radiación ultravioleta y limpieza diaria y en condiciones normales de mantenimiento (Grupo 2), con 5 réplicas por grupo. Se obtuvo el peso húmedo y longitud total individualmente, al inicio y después de una depuración de 10 días. El valor promedio del coeficiente de correlación (animales iniciales y de los Grupos 1

Abstract

Depuration is a common practice in aquatic organisms culture. The exposure time of animals to the treated water is one of the most important factors for efficiency and can affect their biomass. The effect of depuration in *Pomacea patula* adults using the condition index (IC) was evaluated under laboratory conditions. Cultured adults snails were maintained in clean aquaria and exposed to a constant flow water treated with ultraviolet radiation (Group 1), meanwhile that Group 2 was kept under normal culture conditions. There were 5 replicates per group. The wet weight and total length was obtained individually, at the beginning and after the depuration time of 10 days. The mean correlation coefficient value (initial animals, Groups 1 and 2) was higher than 0.90. The initial IC (771.81 ± 40.41) and those for Group

y 2) fue mayor a 0.90. El IC entre el valor inicial (771.81 ± 40.41) y los Grupos 1 y 2 (763.527 ± 25.24 y 765.465 ± 38.59 , respectivamente), no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) al final del experimento. Los resultados sugieren que el proceso de depuración usado no afectó la biomasa de adultos de *P. patula*. El IC se mostró como una herramienta práctica de evaluación sin considerar la diferencia inicial de tallas de caracoles adultos.

Palabras clave

Moluscos, depuración, tiempo de exposición, reducción de biomasa, índice de condición.

1 and 2 (763.527 ± 25.24 and 765.465 ± 38.59 , respectively) were not significant different ($P > 0.05$) at the end of the experiment. The results suggest that the depuration process used did not affect the adult *P. patula* biomass. The IC represented an useful tool for evaluation of depuration despite the differences found in the initial size of adult snails.

Keywords

Mollusks, depuration, exposure time, biomass reduction, condition index.

Introducción

El caracol “tegogolo” *Pomacea patula*, es un gastrópodo originario del estado de Veracruz, México, que fue introducido hace aproximadamente 35 años a la costa del Pacífico Mexicano (Jalisco, Colima y Michoacán) en donde se ha adaptado exitosamente [Jaime-Vargas, 1992]. Al igual que otros caracoles de agua dulce del mismo grupo, este molusco presenta varias características que lo hacen susceptible a ser considerado como especie potencial para cultivo, destacando: presentar hábitos alimenticios omnívoros que los convierte en eficientes transformadores de energía alimenticia; por otro lado, alcanzan su madurez sexual en corto tiempo y son muy prolíficos; además, presentan un pulmón y branquias para respirar, lo que facilita la captación de oxígeno atmosférico y del agua, permitiendo que sean confinados en altas densidades y puedan ser transportados y manipulados en el laboratorio y en granjas sin provocar mortalidad significativa [Martínez-García, 1989; Godínez, 1991]. Existen algunos reportes que mencionan la incorporación de diversas especies del género *Pomacea* spp. a la gastronomía local [Ramnarine, 2003], y otros en los que se cultivan con fines comerciales [IIAP, 2000].

Sin embargo, como la mayoría de los moluscos de agua dulce, *P. patula* habita en nichos con altas concentraciones de materia orgánica, lo que provoca que el sabor de su carne pueda ser afectado. Contrariamente a los moluscos bivalvos que se alimentan con filtros, los cuales les permiten ingerir y captar partículas suspendidas como microalgas, bacterias y levaduras, al igual que metales pesados, microorganismos con potencial patógeno y toxinas orgánicas [Pillay, 1990], *P. patula* presenta en su boca una estructura dura conocida como rádula que le sirve para raspar cualquier superficie de

la que obtiene su alimento, principalmente del fondo del embalse donde se concentran detritus y materia orgánica en descomposición [Barnes, 1977], confiriéndole mal sabor a sus tejidos, lo que se conoce como “off-flavor”. De acuerdo con Heras *et al.* [1992], el mal sabor en los tejidos de organismos acuáticos se debe no sólo a la presencia de compuestos nitrogenados encontrados en microalgas o en la materia orgánica en descomposición que son acumulados en su cuerpo, sino a cambios en la textura y sabor de la carne provocados por cualquier sustancia, incluyendo derivados de hidrocarburos.

La eliminación de los agentes causantes del mal sabor en la carne de moluscos implica la aplicación de un método conocido como depuración, el cual se refiere a la colocación de los animales en un medio distinto al lugar de cultivo —ya sea en la naturaleza o en laboratorio— que les permita el contacto con agua limpia para que purguen sus tejidos [Thrower, 1990], principalmente el digestivo. En la naturaleza, los animales son recolocados en lugares donde el agua no contiene contaminantes y mantenidos ahí por un determinado tiempo antes de comercializarlos. Cuando se realiza en laboratorio, los organismos son confinados en contenedores con flujo de agua tratada, provista de manera constante. En este caso, el agua se purifica por diversos medios como filtración, radiación ultravioleta u ozono, lo que promueve la disminución de sustancias acumuladas en el animal.

Uno de los factores que afecta de manera directa la eficiencia de la depuración cuando se realiza en laboratorio, es el tiempo de exposición de los animales al agua tratada o esterilizada [Thrower, 1990; García-Ulloa *et al.*, 1998]. De acuerdo con el diseño del contenedor y a la densidad de animales, el tiempo de exposición puede variar. Se considera también que la concentración acumulada de sustancias que causan el mal sabor, la especie y los parámetros físicos y químicos en el agua afectan el tiempo en que los animales deben estar expuestos al tratamiento de depuración. Por ejemplo, Otwell *et al.* [1991] recomiendan que el proceso de depuración para bivalvos sea mayor de 48 horas, a fin de disminuir la concentración de bacterias coliformes. Por otro lado, Narváez *et al.* [2005] sometieron al mejillón verde, *Perna viridis* [Linné, 1758], a 52 días de depuración en el medio natural para eliminar cadmio de sus tejidos.

En estos casos, la productividad primaria de los lugares en los que se realizó la depuración representó fuentes de alimento seguras para los moluscos. Trabajando en laboratorio, García-Ulloa *et al.* [1998] aplicaron un tratamiento de agua de mar durante 96 horas de exposición a radiación ultravioleta en ostiones cultivados para reducir su contenido de bacterias coliformes y, aunque los animales fueron alimentados, su índice de condición disminuyó denotando una reducción en masa corporal. Cuando el proceso de depuración se lleva a cabo en el laboratorio y el tiempo de exposición de los

animales al tratamiento de depuración es prolongado, se aumenta el riesgo de que pierdan masa corporal. Aún otorgándoles alimento, éste tiende a permanecer poco tiempo disponible para los moluscos debido al flujo de agua [Timmons *et al.*, 2002] que debe ser mantenido de manera constante para permitir que los animales puedan purgar sus tejidos.

La calidad de los moluscos puede ser determinada mediante la estimación del índice de condición IC [Costa *et al.*, 1986], cuyas variaciones en la naturaleza están relacionadas con las estaciones del año [Brown y Hartwick, 1988]. El IC representa un método rápido para evaluar el estado fisiológico de los animales, el cual pudiera ser afectado por factores de estrés cuando los animales son expuestos a un tratamiento de depuración en laboratorio [García-Ulloa *et al.*, 1998], haciendo que su masa corporal disminuya con relación a la biomasa total, la cual incluye estructuras duras como la concha y/o opérculo.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación en la biomasa de adultos de *P. patula* mediante la obtención del IC en animales sometidos a un proceso de depuración, comparados con animales no depurados.

Materiales y métodos

Se utilizaron 250 caracoles adultos [desde 33.96 hasta 64.57 mm de longitud, Martínez-García, 1989] cultivados en el Laboratorio de Ciencias Marinas (Jalisco, México), los cuales fueron pesados con una balanza electrónica portátil (TANITA, 1479S, USA, 0.1 g) y medidos con una regla Vernier digital (Apopka, FL, USA, 0.1 cm). Después, se seleccionaron al azar 100 animales (Grupo 1) que se dividieron en 5 réplicas. Cada réplica se mantuvo en una pecera de vidrio de 100 litros (capacidad de trabajo de 90 litros) durante 10 días, y se ajustó un flujo de agua constante a 1 l/min. Esto, en virtud de que no existe información disponible acerca del tiempo necesario de depuración para gastrópodos, el tiempo de depuración de 10 días fue establecido con base en experiencias obtenidas en laboratorio [García-Ulloa *et al.*, 1998] con otras especies de moluscos, a fin de asegurar un posible efecto del tiempo de exposición en la biomasa de los animales.

Antes de entrar a las peceras, el agua era tratada con un filtro de nylon para retener partículas de 5 μm y pasada a través de una unidad de 8 lámparas ultravioleta (PE-GARD, Apopka, FL, USA) con capacidad de emisión de 15,000 $\mu\text{Ws-seg}/\text{cm}^2$. Se introdujo un difusor de poro mediano en cada pecera para mantener el oxígeno disuelto en el agua por encima de 4 mg/l. Los animales fueron alimentados en exceso una vez al día con una dieta peletizada comercial (API-ABA, 40% proteína cruda) permitiendo que la comida permaneciera en la pecera por una hora, para finalmente, ser extraída por sifón junto con las heces y desperdicios.

Diariamente, los vidrios de la pecera se limpiaron con una esponja para evitar que los animales se alimentaran de los residuos adheridos al cristal. Al mismo tiempo, otros 100 animales (Grupo 2) se dividieron en 5 réplicas y se mantuvieron en tanques de fibra de vidrio de 150 litros (capacidad de trabajo de 100 litros), aplicando la rutina de alimentación (dos veces al día, 09:00 y 17:00 horas; Santos-Soto, 1999) y mantenimiento normales (con aireación constante y sin recambio de agua). Tanto en las peceras como en los tanques se registraron diariamente el oxígeno disuelto y la temperatura del agua (YSY-55, Apopka, FL, USA) del agua. El pH fue obtenido con un potenciómetro portátil (HANNA, Apopka, FL, USA). Los animales restantes (50) fueron individualmente medidos y pesados para obtener la relación entre el peso y longitud, aplicando un estudio de regresión lineal y correlación (Reyes, 1982).

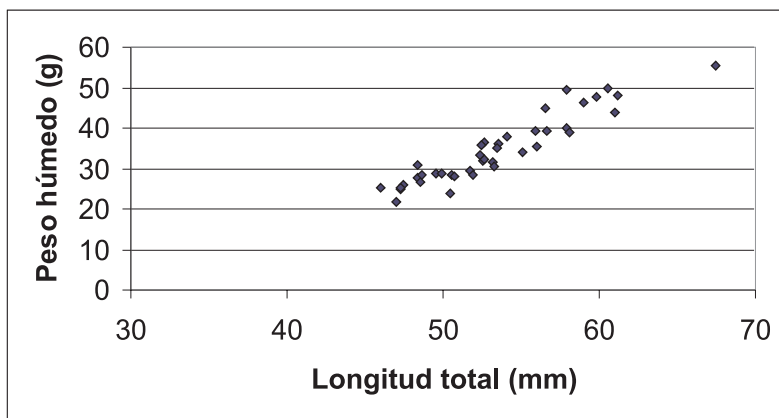
Debido a la variación en peso y longitud iniciales que mostraron los caracoles y con el objetivo de permitir la comparación estadística entre los grupos experimentales, éstos fueron sacrificados para la obtención del índice de condición [IC = (PT/PTC) X 1000], propuesto por Crosby y Gale (1990), donde PT = peso de tejidos (g), y PTC = peso total del caracol (g), ambos en peso seco. Para sacrificarlos, los animales fueron mantenidos a -4°C por 30 minutos, para después extraer los tejidos blandos de la concha con una aguja de disección, separando el músculo de la charnela.

Después de los 10 días de cultivo, los animales de los tanques y las peceras fueron nuevamente pesados y medidos de forma individual para ser evaluados con un estudio de regresión lineal y correlación. Los datos fueron evaluados para conocer su normalidad y heterocedasticidad [Zar, 1974]. Al igual que los 50 animales que se usaron como referencia inicial, se obtuvo el IC individual de todos los caracoles por réplica (Grupo 1 y Grupo 2) al final del experimento. Ya que los datos de IC entre las réplicas de cada grupo no mostraron normalidad, las diferencias entre las medias se analizaron comparando el IC con una prueba de Kruskal-Wallis [Sokal and Rohlf, 2000]. Finalmente, el IC de los valores totales por grupo (inicial, Grupo 1 y Grupo 2) se analizaron con un análisis de varianza simple (95% de confiabilidad). Se usó el programa Statgraphics Plus (ver. 5.0, USA) para realizar las pruebas estadísticas.

Resultados

Al inicio del experimento, los organismos (n = 50) presentaron una longitud total y peso húmedo promedio de 53.42 ± 4.74 mm y 34.65 ± 8.25 g respectivamente, registrando una variación desde 46.04 hasta 67.48 mm para la longitud, y desde 21.7 hasta 55.4 g en el peso corporal. El IC inicial fue de 771.81. La relación entre la longitud total y el peso húmedo inicial se muestra en la Figura 1.

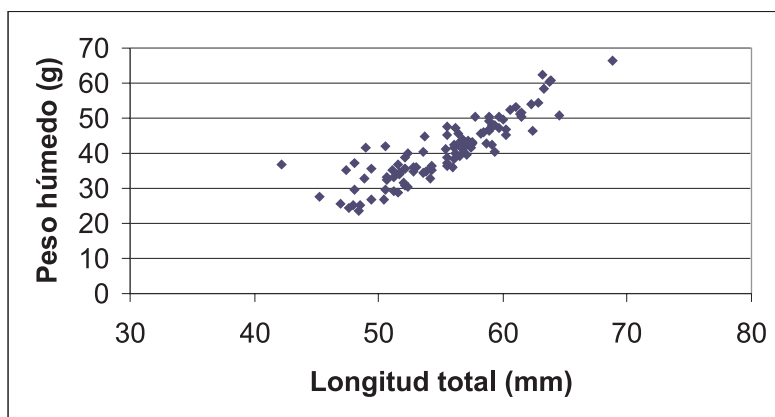
Figura 1. Relación entre la longitud total (mm) y el peso húmedo (g) inicial en adultos de *P. patula* (n = 50).



Coefficiente de correlación = 0.94; $R^2 = 88.83\%$; Long. = $34.62 + 0.543$ (peso).

Después de 10 días en las peceras, los animales mantenidos en depuración (n = 100) mostraron una longitud total y peso húmedo promedio de 55.38 ± 4.87 mm y 40.86 ± 8.85 g, respectivamente, fluctuando desde 33.96 hasta 64.57 mm (en el caso de la longitud) y desde 23.7 hasta 66.60 g de peso corporal. El IC promedio fue de 763.53. La relación entre la longitud y el peso húmedo de los caracoles del Grupo 1 por cada réplica, se muestra en la Figura 2.

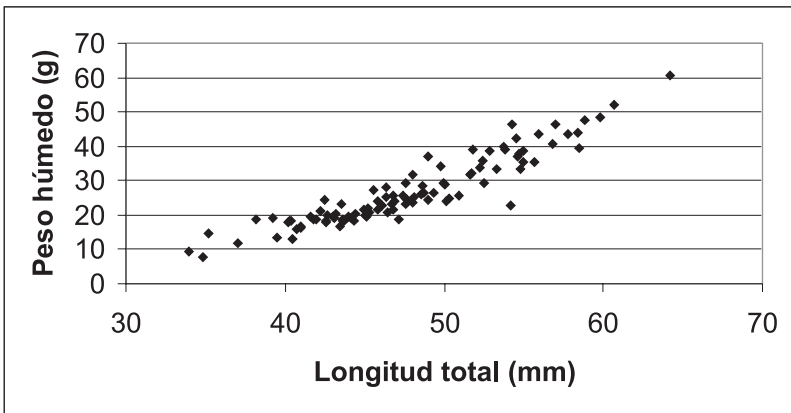
Figura 2. Relación entre la longitud total (mm) y el peso húmedo (g) en adultos de *P. patula* (n=100) sometidos a depuración por 10 días (Grupo 1).



Coefficiente de correlación = 0.90; $R^2 = 81.86\%$; Long. = $35.32 + 0.491$ (peso).

En el caso de los moluscos que no fueron depurados ($n = 100$), su longitud total y peso húmedo promedio después de 10 días de cultivo, fue de 47.59 ± 6.07 mm y 26.80 ± 10.09 g, respectivamente, presentando una variación desde 33.96 hasta 64.17 mm (en el caso de la longitud) y desde 27.6 hasta 60.7 g de peso corporal. El IC promedio fue de 765.47. La relación entre la longitud y el peso húmedo de los caracoles del Grupo 2, por cada réplica, se ilustra en la Figura 3.

Figura 3. Relación entre la longitud total (mm) y el peso húmedo (g) en adultos de *P. patula* ($n = 100$) después de 10 días sin depuración (Grupo 2).



Coefficiente de correlación = 0.92; $R^2 = 85.51\%$; Long. = $31.90 + 0.605$ (peso).

Los IC promedio entre las réplicas de cada grupo no mostraron diferencias significativas ($P = 0.6747$, Cuadro 1). La comparación de medias entre el IC inicial, Grupo 1 y Grupo 2 se muestra en el Cuadro 2; los promedios no presentaron diferencias significativas ($P = 0.4281$, 95% de probabilidad).

Cuadro 1. Valores promedio del IC entre las réplicas de cada grupo, inicial, depurados (Grupo 1) y no depurados (Grupo 2) en adultos de *P. patula* (P = 0.6747, 95% de probabilidad).

Réplicas	Grupo 1	Grupo 2
1	747.006 ± 25.81 ^a	760.046 ± 51.31 ^a
2	768.219 ± 23.51 ^a	760.558 ± 44.36 ^a
3	767.658 ± 29.11 ^a	767.679 ± 23.01 ^a
4	765.268 ± 22.12 ^a	768.314 ± 35.99 ^a
5	769.484 ± 19.86 ^a	770.308 ± 35.80 ^a

Por columnas, valores con la misma letra no son diferentes significativamente (P > 0.05)

Cuadro 2. Valores promedio del IC inicial, depurados (Grupo 1) y no depurados (Grupo 2) en adultos de *P. patula* (P = 0.4281, 95% de probabilidad).

Inicial	771.81 ± 40.41 ^a
Grupo 1	763.527 ± 25.24 ^a
Grupo 2	765.465 ± 38.59 ^a

Valores promedio con la misma letra no son diferentes significativamente (P > 0.05)

Discusión

La depuración es una técnica empleada no sólo en moluscos sino también en crustáceos y peces [Heras *et al.*, 1992; Fernandes *et al.*, 1997; Al-Harbi, 2003] que han alcanzado la talla comercial, y sirve para mejorar las características organolépticas del producto. Aunque la depuración es utilizada como una práctica normal cuando se detecta o sospecha la presencia de sustancias o microorganismos en los tejidos de animales acuáticos que pudieran afectar la salud humana o la calidad del producto, existe muy poca información científica para moluscos de agua dulce bajo condiciones de laboratorio y la existente está incluida en reportes técnicos [Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2000].

Los factores de estrés extra a que son sometidos los animales cuando el proceso de depuración es realizado en condiciones de laboratorio, tales como flujo de agua constante, altas densidades, diseño del contenedor y poca disponibilidad del alimento [Supan y Cake, 1982; Taylor y Soniat, 1988], pueden provocar efectos como la pérdida de apetito y, consecuentemente, la disminución de su masa corporal, la cual pudiera

deberse también, a una estrategia reproductiva ante el cambio de ambiente y condiciones que sufren los organismos [García-Ulloa *et al.*, 1998].

Normalmente, los bivalvos tienden a desovar cuando son sometidos a procesos de depuración [Otwell *et al.*, 1991] reduciendo su biomasa. En el caso de *P. patula*, su posibilidad de movimiento y desplazamiento en cada una de las paredes de la pecera y su capacidad de respirar oxígeno atmosférico [Barnes, 1977; Mendoza *et al.*, 2002] fueron factores determinantes en la reducción del estrés, por lo que no se observó la colocación de masas ovígeras durante el tiempo a que fueron sometidos a la depuración. De esta forma, la posible variación de biomasa en estos gastrópodos, debido a la depuración, pudiera atribuirse a causas ajenas a la reproducción, como la poca disponibilidad del alimento por el flujo de agua en el contenedor, la densidad o condiciones específicas del agua [Thower, 1990; Pommepey *et al.*, 2002], entre otras.

En el presente trabajo, el efecto de la depuración fue evaluado mediante la comparación del IC entre los grupos experimentales, debido a la variación en tallas y pesos de los caracoles mostrados al inicio del ensayo. De acuerdo con Martínez-García [1989], los ejemplares de *P. patula* utilizados en este estudio fueron organismos maduros, ya que midieron más de 3.0 cm. Coincidiendo con las observaciones realizadas por Peixoto *et al.* [2004], para otros organismos acuáticos, las relaciones morfométricas determinadas para la longitud y el peso de los animales experimentales indicaron altos valores de correlación (> 0.75), lo que sugiere que todos los caracoles se encontraban en una fase de vida similar; en este caso, que eran organismos adultos.

La comparación de los valores del IC entre las réplicas de cada grupo fue evaluada por una prueba no paramétrica [Kruskal-Wallis], ya que los datos no mostraron estar distribuidos de manera normal; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre ellos. Además de la variación en tallas y pesos iniciales de los organismos, la fase de madurez sexual en que cada una de las hembras pudo haberse encontrado al momento de la depuración, contribuyó en dicha variación inicial. Existe información que establece que para la mayoría de los organismos acuáticos, es posible encontrar diferencias morfométricas entre poblaciones de la misma especie por la proporción de machos y hembras maduras en diferentes estados de desarrollo [Chu *et al.*, 1995; Primavera *et al.*, 1998; Peixoto *et al.*, 2003]. En este caso, el IC fue usado como un indicador de la condición fisiológica de los caracoles, atenuando las diferencias reales de talla y peso [Lucas y Beninger, 1985].

La comparación de medias entre el IC de los grupos experimentales (763.53 ± 9.36 y 765.47 ± 4.62 para los Grupos 1 y 2, respectivamente) y el grupo inicial (772.00 ± 36.30), no mostró diferencias ($P > 0.05$), lo cual sugiere que el proceso de depuración de 10 días no afectó la biomasa de adultos de *P. patula*, bajo las condiciones experimentales descritas. Lo anterior puede ser parcialmente explicado por las

características biológicas que este caracol presenta: omnívoro, de movimiento lento y doble sistema de respiración (Jaime-Vargas, 1992) que favorecen su manejo y confinamiento, así como la eficiencia en el aprovechamiento y dosificación de la energía alimenticia.

De acuerdo con Ricker [1979], la energía contenida en el alimento debe cubrir no sólo las demandas metabólicas básicas de los organismos acuáticos, sino, además, las del crecimiento y reproducción. El estrés provocado por el manejo representa una demanda energética extra que, no siendo cubierta por la comida, provocaría varios efectos entre los que destaca la disminución de la biomasa corporal. Aunque el proceso de depuración es reconocido como un agente estresante [Otwell *et al.*, 1991], los caracoles estudiados en el presente trabajo no presentaron disminución en su masa corporal, lo cual se demuestra por la obtención de IC iguales estadísticamente para los animales depurados y no depurados, así como por el IC registrado para la población inicial. No obstante que la depuración no afectó su masa corporal, es recomendable el estudio de otros aspectos relacionados con el proceso (densidad, flujos de agua, sustancia esterilizante del agua, mantenimiento, dieta, etcétera) para un mejor entendimiento de la fisiología alimenticia de esta especie.

Conclusiones

Después de 10 días de depuración aplicando la técnica descrita en el presente trabajo, los adultos de *P. patula* no mostraron reducción en su masa corporal con relación a caracoles no depurados. El IC mostró ser una herramienta útil y confiable para evaluar la relación morfométrica de los animales con variaciones iniciales en talla y peso.

Literatura citada

- Al-Harbi, A. H. 2003. *Faecal coliforms in pond water, sediments and hybrid tilapia Oreochromis niloticus X Oreochromis aureus in Saudi Arabia*. Aquaculture Research, 34: 517-524.
- Barnes, R. D. 1977. *Zoología de los invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F. 826 pp.
- Brown, J. R. and Hartwick, E. B. 1988. *Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, Crassostrea gigas. II. Condition index and survival*. Aquaculture, 70: 253-267.
- Costa, M. E.; Abadía, J. S. and Helm, M. M. 1986. *Condition index, meta yield and biochemical composition of Crassostrea brasiliana and Crassostrea gigas grown in Cabo Frio, Brasil*. Aquaculture, 59: 235-250.
- Crosby, M. P. and Gale, L. D. 1990. *A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method*. Journal of Shellfish Research, 1: 233-237.
- Chu, K. H.; Chen, Q. C.; Huang, L. M. and Wong, C. K. 1995. *Morphometric analysis of commercially important penaeid shrimps from the Zhujiang estuary, China*. Fisheries Research, 23: 83-93.
- Fernandes, C. F.; Flick, G. J.; Silva, J. L. and McCasty, T. A. 1997. *Influence of processing schemes on indicative bacteria and quality of fresh aquacultured catfish filets*. Journal of Food Protection, 60: 54-58.

- García-Ulloa, G. M.; Hinojosa-Larios, J. A.; Gamboa-Delgado, J. and Godínez-Siordia, D. E. 1998. *Effect of different diets on the condition index and the coliform bacteria content of the Pacific oyster (Crassostrea gigas, Thunberg, 1795) using an experimental depuration system*. Advances in Agricultural Research, 7(3):9-13.
- Godínez, D. 1991. *Nutrición del caracol de agua dulce Pomacea patula*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México.
- Heras, I.; Ackman, R. G. and Macpherson, E. J. 1992. *Tainting of Atlantic salmon (Salmo salar) by petroleum hydrocarbons during a short-term exposure*. Marine Pollution Bulletin, 24: 310-315.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 2000. *Cultivo y procesamiento del churo*. IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos, Iquitos, Perú. 50 pp.
- Jaime-Vargas, M. 1992. *Contribución al fototactismo, velocidad de desplazamiento, marcaje y anillos de crecimiento en opérculo del caracol de agua dulce Pomacea patula (tegogolo) en condiciones de cautiverio*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México.
- Lucas, A. and Beninger, P. G. 1985. *The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture*. Aquaculture, 44: 187-200.
- Martínez-García, T. 1989. *Contribución a la ecología y cultivo del caracol de agua dulce Pomacea patula (Mesogasteropoda: Ampullariidae)*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México.
- Mendoza, R.; Aguilera, C.; Hernández, M.; Montemayor, J. y Cruz, E. 2002. *Elaboración de dietas artificiales para el cultivo del caracol manzana (Pomacea bridgesi)*. Revista AquaTIC, No. 16, Abril 2002. (Consultado el 06/04/2005 en URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/html/art1601/caracolmanzana.htm>.)
- Narváez, N.; Laderias, C.; Nuselli, O.; Lemus, M. y Maeda-Martínez, A. N. 2005. *Incorporación, depuración y efecto del cadmio en el mejillón verde Perna viridis (L. 1758) (Mollusca: Bivalvia)*. Ciencias Marinas, 31(1): 91-102.
- Otwell, W. S.; Rodrick, G. E. and Martin, R. E. 1991. *Molluscan Shellfish Depuration*. CRC Princeton, Oxford, UK. 400 pp.
- Peixoto, S.; Cavalli, R. O.; D'Incao, F.; Milach, A. and Wásielesky, W. 2003. *Ovarian maturation of wild Farfantepenaeus paulensis in relation to histological and visual changes*. Aquaculture Research, 34: 1255-1260.
- Peixoto, S.; Soares, R.; Wásielesky, W.; Cavalli, R. O. and Jensen, L. 2004. *Morphometric relationship of weight and length of cultured Farfantepenaeus paulensis during nursery, grow out, and broodstock production phases*. Aquaculture, 241: 291-299.
- Pillay, T. V. R. 1990. *Aquaculture. Principles and Practices*. Fishing News Books (Ed.), Blackwell Scientific Pub. Ltd., Oxford, UK. 575 pp.
- Pommeypuy, M.; Caprais, M. P.; Le Saux, J. C.; Le Parnaudeau, C.; Madec, Y.; Monier, M. and Brest, G. 2002. *Evaluation of viral shellfish depuration in a semi-professional tank*. 4th International Conference on Molluscan Shellfish Safety, June 4-8, 2002, Santiago de Compostela, Spain. Pp. 485-499.
- Primavera, J. H.; Parado-Estepa, F. D. and Leбата, J. L. 1998. *Morphometric relationship of length and weight of giant tiger prawn Penaeus monodon according to life stage, sex and source*. Aquaculture, 164: 67-75.
- Ramnarine, I. W. 2003. *Induction of spawning and artificial incubation of eggs in the edible snail Pomacea urceus (Muller)*. Aquaculture, 215: 163-166.
- Reyes, P. 1982. *Bioestadística aplicada*. Editorial Trillas, S. A., México, D. F. 217 pp.
- Ricker, W. E. 1979. *Growth rates and models*. In: Fish Physiology, Vol. VIII (Eds. W. S. Hoar, D. J., Randall and J. R. Brett), Academic Press, NY, USA, Pp. 599-675.

- Santos-Soto, A. 1999. *Efectos de la temperatura y la intensidad luminosa sobre la producción intensiva de crías de caracol tegogolo Pomacea patula (Bakker, 1922)*. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Colima, México.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 2000. *Biometry*. W. H. Freeman. NY, USA. 675 pp.
- Supan, J. and Cake, E. W. Jr. 1982. *Containerized rearing of polluted oysters in Mississippi sound: a summary*. Journal of Shellfish Research, 2(1): 107-108.
- Taylor, K. W. and Soniat, T. M. 1988. *A microcomputer based shell activity monitor for oyster depuration systems*. Journal of Shellfish Research, 7(1): 218.
- Timmons, M. B.; Ebeling, J. M.; Wheaton, F. W.; Summerfelt, S. T. and Vinci, B. J. 2002. *Recirculating Aquaculture Systems*. 2nd Edition. Northeastern Regional Aquaculture Center, NRAC Publication No. 01-002, Ithaca, NY, USA. 769 pp.
- Thresher, S. J. 1990. *Shellfish depuration*. Infofish International, 5 (90): 48-51.
- Zar, J. H. 1974. *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA. 476 pp.

Recibido: Septiembre 25, 2006

Aceptado: Noviembre 14, 2006

Indicaciones para los autores

Los autores que tengan interés en publicar algún artículo en *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA) deberán ajustarse a los siguientes lineamientos: publicarán artículos científicos originales e inéditos relacionados con las ciencias agrícolas o pecuarias, que de preferencia sean investigaciones inéditas en el 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 consideradas en el texto, anotadas de forma clara y precisa. Las referencias en el texto y en la literatura citada no podrán ser excesivas, ya que la importancia de las notas técnicas son la originalidad y la síntesis.

Criterios para la presentación de originales

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

2. Deberán enviar el original vía Internet al correo electrónico: revaia@cgic.ucol.mx, así como diskette de 3½ pulgadas y/o disco CD-ROM al domicilio de AIA; en ambos casos observando las siguientes características: en procesador de palabras *Word*, con tipografía Times New Roman 12 puntos, a espacio sencillo. El formato de los textos debe estar en .rtf o .doc. Es preferible evitar el uso de estilos confusos en *Word* (es decir, no darle características de diseño al texto, ni manipular fuentes o tamaños en forma manual). Igualmente, adjuntarán tanto vía electrónica como en diskette o disco CD-ROM, una carta de aceptación de la publicación del texto inédito, cediendo así, los derechos de dicha publicación a AIA, así como responsabilizándose del contenido de su artículo. De preferencia deberá ser rubricado por el autor principal.

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

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

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

6. Todo trabajo se dividirá en las siguientes secciones:

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

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

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

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

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

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

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

Trabajos en revistas

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

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

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

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

Libros

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

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

Tesis

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

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

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

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

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

Conferencias

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

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

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

Material electrónico

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

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

Ejemplo:

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

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

Abreviaturas

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

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

UI	Unidades internacionales
vs	Versus
xg	Gravedades

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

Consideraciones finales

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

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



Guaje (*Leucaena leucocephala*)
Fotografía: José Manuel Palma García



AIA

Revista Avances en Investigación Agrope
DES Ciencias Agropecuarias / CUIDA / FMVZ / FC
Universidad de Colima

Nombre del suscriptor(a): _____

Teléfono(s): _____

(incluya clave de larga dist

R. F. C. (si desea factura) _____

Correo electrónico: _____

Suscripción anual: _____
(incluy e gastos de envío: correo)

Individual	\$ 300.00	60.00
Institucional	\$ 1,000.00	120.00
	México	Otros

Depósito en: Banco SANTANDER – SERFIN

A nombre de: Rev. AIA - Universidad de Colima

Cuenta: No. 515 005 98 69 1

TRANSMITA COPIA DEL DEPÓSITO POR CUALQUIERA I

