

**Element to consider for integrate animal  
to perennial crops**

Mazorra, C. / 3

**Reflections related to decisive factors  
in the sustainable development of Latin America  
cattle rearing**

Senra, A. / 15

**Philosophy in Biological Sciences**

Vergara-Santana, M. / 27

**Substitution of commercial feed  
for manure in the diet of rabbits in growth**

Castillo-Rodríguez, S. P.; Aguilar-Reyes, J. M.;  
Lucero-Magaña, F. A. y Martínez-González, J. C. / 41

**Incorporation of *Culex stigmatosoma*  
mosquito larvae (Diptera:Culicidae) to the diet  
of *Brachidanio rerio* (Pisces:Cyprinidae)  
and its effect on reproduction**

Luna-Figueroa, J. / 49

## Editorial

---

**A** *vances en Investigación Agropecuaria* (Rev. AIA) es un campo abierto a la publicación como expresión de las diferentes propuestas del pensamiento y corrientes científicas que existan; muestra de ello, es la invitación a la colaboración de un número importante de investigadores que en México se agrupan en cuerpos académicos. E, igualmente, busca la incursión participativa de diferentes colegas en Latinoamérica.

Por lo tanto, el tener una revista indexada, de tipo internacional y arbitrada, es un espacio importante para difundir el pensamiento científico. Así lo hemos sentido con la respuesta de un grupo entusiasta investigadores, quienes se han comprometido para apoyar a nuestra publicación, tanto por la posibilidad de presentar trabajos originales, participar como árbitros, como en contribuir económicamente mediante el pago de la suscripción, o inclusive, su promoción en la institución a la que pertenecen. Desde este editorial, les extendemos nuestro sincero agradecimiento a su respuesta desinteresada y solidaria.

Esta colaboración tan entusiasta me hace recordar a P. L. Kapitsa (físico ruso ganador del Premio Nobel), quien, al dar una conferencia en la reunión solemne dedicada al 85 aniversario del nacimiento de P. Langevin (físico francés), lo caracteriza como un científico progresista. Dice Kapitsa: “Las personas se dividen en tres categorías. Unos marchan adelante e invierten todas sus fuerzas en desarrollar la ciencia, la cultura y la humanidad, ésta es la gente progresista. Otros, que constituyen la mayoría, marchan junto al progreso, a su lado, ellos ni ayudan ni molestan; y por último, están las personas que retrasan, que detienen la cultura, éstos son los conservadores, cobardes y sin imaginación”. Estamos seguros que con la respuesta de estos colegas, quienes demuestran una actitud de vanguardia, formaremos un bloque sólido que permita el avance de nuestros estudiantes, académicos, productores, de nuestros pueblos.

Por ello, enfatizamos la visibilidad en sus diferentes ámbitos y contextos, en donde seamos una opción en la difusión del conocimiento científico generado en nuestro país y en otras latitudes. Esta política la mantendremos, pues esperamos concursar en este año en REDALyC; de la misma forma, preparar las condiciones para hacerlo en el padrón de excelencia de revistas incorporadas al CONACyT. Asimismo, seguir en la búsqueda de nuevos espacios que permitan cumplir a cabalidad con esta tarea.

Persistimos también en la firme idea de continuar en la lucha por consolidar este proyecto y, en esa misma tesitura de proceso evolutivo, seguir invitando a la comunidad agropecuaria a participar en él.

Es importante que mencione lo siguiente: diez es un excelente número y es el total de revistas que —hasta el momento— hemos logrado editar de manera ininterrumpida. Entre otras actividades, para fortalecer la publicación de nuestra revista, se inició un trabajo colegiado, en donde se agrupan todos los editores y directores de las revistas que publica la Universidad de Colima, como un frente creativo que intenta encontrar soluciones a muchos de los problemas que nos aquejan en común. Por mencionar algunas estrategias a implementar, anoto las siguientes: la propuesta para tener un catálogo de revistas, la posibilidad de crear un colegio de editores, poner en práctica estrategias para la comercialización editorial; estamos seguros que este tipo de alianzas redituará en fortalecer este proyecto, relevante para nuestra comunidad académica. Esfuerzo que en otros países ya está dando frutos.

Finalizo este editorial *in memoriam* de la Dra. Marta Monzote, una extraordinaria científica de origen cubano, quien siempre nos tendió su mano amiga. Muestra de ello fue su participación reciente en Rev. AIA 10(3), con un destacado artículo que escribiera en compañía de Fernando Funes, su esposo. Un fraternal abrazo solidario de esta pequeña comunidad académica, para estos dos grandes amigos, ambos científicos progresistas.

**José Manuel Palma García**

Director, Revista AIA

# Elementos a considerar para integrar animales a los cultivos perennes •

Element to consider for integrate animal to perennial crops

**Mazorra, C.**

Centro de Investigaciones en Bioalimentos.  
Carretera a Patria, km 1½, Morón, Ciego de Ávila, Cuba  
Correspondencia: cmazorra@ciba.fica.inf.cu  
•Artículo invitado

## Resumen

En este trabajo se abordan diferentes aspectos que se deben considerar por los productores para lograr la integración sostenible de animales a los cultivos perennes de sus huertas; entre éstos, se destacan algunos indicadores económicos, sociales, ambientales y técnicos que inciden en este proceso. También se discute y ejemplifica acerca de las diferentes interacciones que se establecen en los sistemas integrados y se demuestra el modo de controlar aquellas negativas, a la vez que se logra favorecer las positivas. Por último, destaca cómo, para lograr el éxito del sistema integrado, se necesita establecer una rigurosa disciplina tecnológica y respetar, del mismo modo, tanto las producciones principales, como las complementarias.

## *Palabras clave*

Plantaciones, ovinos, sistemas agroforestales, cítricos, subproductos agrícolas.

## Abstract

In this article, some aspects are indicated that producers should consider for achieving the appropriate integration between animals and perennial orchard; among these, economic, social and environmental indicators. The different interactions that are established on an integration system are discussed and exemplified, as well as showing the way to control the negative interactions and increase the positive ones. Finally, it is determined that the only way to achieve success of an integrated system is by means of a rigorous technological discipline, and to respect the main and complementary production.

## *Key words*

Plantations, ovine, agro-forestry systems, citric, agricultural by-products.

## Introducción

La producción mundial de alimentos tiene destinada cada vez mayores superficies; paradójicamente, los suelos potencialmente productivos disminuyen y se hace necesario la reducción de los costos y los daños crecientes al entorno. En este sentido, una alternativa para aumentar la producción animal sin necesidad de nuevas tierras es integrar el ganado a cultivos perennes [Sánchez, 1995], lo que permite aprovechar entre el 60 y el 70 % de la biomasa vegetal en la alimentación de estos animales, sin causar competencia con la alimentación humana [Russo, 1994].

A pesar de que la integración es considerada la llave para el diseño de sistemas de producción agropecuaria con bases agroecológicas [García-Trujillo, 1995], ésta no es muy fácil de lograr, por lo que es preciso examinar, cuidadosamente, todos los factores que inciden en el proceso, con la finalidad de conseguir la máxima productividad de forma sostenible [Sánchez, 1995].

En el mundo, son varios los trabajos que lograron integrar el ganado a los cultivos perennes; algunos ejemplos se pueden encontrar en la publicación de Sánchez [1995]. Trabajos más recientes refieren la integración de bovinos a cocoteros y palma de aceite africana [Ørskov, 2005], así como de ovinos a árboles maderables [Ramos y Rodríguez, 1998], cítricos [González *et al.*, 1997; González, 1998], árboles de Navidad [Mueller *et al.*, 1999], plantaciones de pera [Sánchez y Ojeda, 2004] y café [Torres, 2005].

Específicamente, en las condiciones de Cuba, los principales avances se alcanzaron en la integración de caballos [Simón y Esperance, 1997] y ovinos [Borroto, 1988; Borroto *et al.*, 1995; Mazorra, 1999; 2006] a las plantaciones de cítricos.

El presente trabajo pretende resumir los principales aspectos que se deben tener en cuenta para lograr la verdadera sostenibilidad de dicha integración.

### *Aspectos generales de la integración*

Para lograr la integración sostenible de determinada especie animal a los cultivos perennes, es necesario considerar aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos que influyen en este proceso [Ørskov, 2005]. Entre los aspectos económicos más relevantes se destacan los volúmenes de producción, el precio de venta y compra de los productos en el mercado y los costos de producción. También, se deben tener en cuenta las disminuciones o incrementos de los costos por actividades propias de la integración; por ejemplo, la reducción de las labores culturales y dentro de éstas, la aplicación de herbicidas, por la presencia del animal, así como el incremento de los costos a causa del establecimiento en la cobertura de plantas más apropiadas para la alimentación animal.

Los aspectos sociales estarán determinados por la disponibilidad de fuerza de trabajo, la cooperación familiar y el cambio de concepción del productor, quien estará obligado a diversificar y ampliar no solamente su sistema de producción, sino también su modo de pensar y accionar. El componente ambiental de este proceso está muy relacionado con el aspecto anterior y depende mucho de la sensibilidad del productor para comprender que este sistema, al igual que otros que se basan en la sostenibilidad, permite reducir los daños al entorno, entre otras causas, porque minimizan la utilización de agro-tóxicos.

Los aspectos técnicos se relacionan con el manejo del agro-ecosistema, específicamente el conocimiento y el control de las interacciones que se establecen entre sus componentes [Torres, 1996], así como de la entrada y salida de recursos y energía del sistema [Monzote y Funes Monzote, 1997].

Adicionalmente, se debe comprender que la integración presupone del conocimiento y respeto de ambos procesos tecnológicos que se unen y complementan, por tanto, es imprescindible que los componentes productivos (vegetal y animal) estén en el mismo orden de importancia, para el productor.

## Subproductos agrícolas generados por los cultivos perennes

### *Identificación, caracterización y utilización de los subproductos*

Un primer paso para decidir la integración de los animales a los cultivos perennes es valorar si en la plantación existe potencialidad alimentaria (cantidad y calidad) de los subproductos que se generan. Específicamente en las plantaciones de cítricos, los trabajos de Borroto [1988] demostraron que en estas áreas se generan dos subproductos agrícolas fundamentales (las hierbas en las coberturas y los residuos de poda de las ramas del cítrico), los que presentan potencialidad nutritiva para la alimentación de rumiantes, especialmente de ovinos. Claro está, la disponibilidad de dichos alimentos dependerá del sistema tecnológico que se establezca y estará relacionado, fundamentalmente, con el marco de plantación y actividades fitotécnicas como el control de malezas, el sistema y frecuencia de riego, el tipo y frecuencia de poda.

En el Cuadro 1 se resume la composición química de estos subproductos en plantaciones de Naranja Valencia (*Citrus sinensis* var. Valencia).

Cuadro 1. Composición química promedio de los alimentos generados en los campos cítricos de coberturas naturales.

Parámetro	<i>Podas del naranjo (Hojas)</i>		<i>Hierbas naturales</i>	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Proteína Bruta (%)	14.4	12.5	13.2	11.1
Fibra Bruta (%)	15.4	14.1	23.6	21.9
Calcio (%)	3.6	3.3	1.1	0.8
Fósforo (%)	0.2	0.2	0.2	0.2
Digestibilidad (%)	52.1	57.8	63.7	53.4

PPLL Periodo Poco Lluvioso; PLL Periodo Lluvioso

[Borroto, 1988]

### *Diseño del sistema de alimentación*

Una vez que están caracterizados los subproductos, la próxima etapa se debe dirigir a diseñar sistemas de alimentación que permitan la utilización eficiente de estos subproductos, de acuerdo a la especie animal, la raza, la categoría y el propósito productivo.

De modo general, los sistemas de alimentación en la ganadería se clasifican en: 1) de pastoreo y 2) de corte y acarreo [Martín *et al.*, 2000]. En este último sistema, los subproductos se cosechan con maquinarias o de forma manual y se ofrecen a los animales en comederos construidos, de acuerdo a las normas definidas para cada especie, raza y categoría de animales [León, 2007]. Inclusive existe la posibilidad de conservar el excedente de hierbas mediante la henificación [Borroto *et al.*, 1997].

Para los subproductos de cítricos, los trabajos de Borroto *et al.* [1989] y Borroto [1988], demostraron la factibilidad zootécnica de combinar diferentes proporciones de los subproductos en la alimentación de ovinos. El Cuadro 2 ofrece los resultados alcanzados en ovinos en crecimiento-ceba al utilizar estas dietas.

**Cuadro 2. Comportamiento de ovino ante diferentes proporciones de Hierbas: Podas.**

Proporción	Consumos (kg de MS)				Incremento (g/d)	Rendimiento canal caliente
	Voluminoso	Suplemento	Total	g/kg PV <sup>0.75</sup>		
50 : 50	1,185	0,808	1,99	129	110	44-47
25 : 75	1,423	0,793	2,22	151	108	
100 : 0	0,889	0,784	1,67	114	103	

[Borroto, 1988]

Con relación al pastoreo, el sistema de alimentación en el cual los animales cosechan directamente sus alimentos del ecosistema, el proceso de integración se hace más complejo y, por tanto, es necesario conocer y controlar las diferentes interacciones que se establecen entre los principales componentes.

### Manejo de las interacciones entre los componentes del sistema

Para explicar los acápite que siguen, nos auxiliaremos del ejemplo de integración de ovinos en pastoreo a plantaciones de cítricos.

#### *Componentes y principales interacciones*

Los principales componentes de un sistema integrado de ovinos en cítricos son: 1) los árboles cítricos, 2) los ovinos, 3) las plantas de coberturas y 4) el suelo. Todos éstos se relacionan entre sí y están influidos tanto por variables climáticas (temperatura, radiación solar, precipitaciones, humedad relativa, época del año) como tecnológicas (control de malezas, sistema y frecuencia de riego, etcétera). Dichos componentes deben permanecer en adecuado equilibrio entre sí, si se quiere lograr la sostenibilidad del sistema productivo.

El ser humano también es un componente activo del ecosistema y su actividad puede modificar las relaciones que se establecen entre los demás componentes. El productor debe conocer que entre los demás componentes del agro-ecosistema se establecen interacciones, las que serán positivas o negativas en dependencia del tipo de árbol y animal, de la altura del árbol y del sistema de manejo que se utilice [Devendra e Ibrahim, 2004]; y la estrategia, en todo momento, se debe dirigir a maximizar las interacciones positivas y minimizar aquellas negativas.

A continuación, el Cuadro 3 ofrece un resumen de las disímiles interacciones que se pudieran establecer al integrar ovinos a las plantaciones de cítricos, a partir de resultados evaluados en éste y otros sistemas agroforestales.

**Cuadro 3. Posibles interacciones de los sistemas integrados de ovinos con cítricos.**

Interacción	Tipo	Descripción	Fuente
Árbol ↓ Cobertura	Negativo	Perjudica la producción de pastos Efecto alelopático	Blanco y Pentón, 2005 Simón <i>et al.</i> , 1998
	Positivo	Mejora la calidad nutritiva del pasto	Pentón <i>et al.</i> , 1998 Simón <i>et al.</i> , 2005
Árbol ↓ Suelo	Positivo	Favorece las especies más tolerantes a la sombra Aporta materia orgánica y nutrientes Mejora el contenido de humedad	Benedetti, 2005 Calle, 2003 Pérez Carmenate <i>et al.</i> , 1998
Árbol ↓ Animal	Negativo	Disminuye la erosión Extrae nutrientes de capas inferiores	Perret, 1998 Mahecha, 2002
	Positivo	Intoxicación con productos aplicados a los árboles Protege al animal de la radiación solar directa	García, 1995 Younis <i>et al.</i> , 1984
Cobertura ↓ Árbol	Negativo	Incrementa las poblaciones de roedores Competencia por nutrientes y agua	Sánchez, 1995 Schaller <i>et al.</i> , 2001 Pancarte <i>et al.</i> , 2006
	Positivo	Coberturas de la leguminosa <i>T. labialis</i> controlan especies arvenses en la plantación	Mane, 2005
Cobertura ↓ Suelo	Positivo	Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, e incrementa la macrofauna	Borroto <i>et al.</i> , 2001 Gutiérrez, 2003 Clavel y del Vallín, 2005 Morgado, 2005 Villavicencio <i>et al.</i> , 2006
Cobertura ↓ Animal	Negativo	Toxicidad de determinadas especies	Launchbaugh <i>et al.</i> , 2001
	Positivo	Fuente de nutrientes esenciales	Sánchez, 1995
Animal ↓ Árbol	Negativo	Ramoneo de las hojas Roe la corteza del árbol	Borroto, 1988 Simón y Esperance, 1997
	Positivo	Disminuye la competencia del árbol y las especies en la cobertura	Torres, 1996 Simón <i>et al.</i> , 2005
Animal ↓ Cobertura	Negativo	Desaparece las especies de mayor palatabilidad	Provenza <i>et al.</i> , 2003
	Positivo	Contribuye a la dispersión y germinación de las semillas	Skerman <i>et al.</i> , 1991

## Elementos para manejar las interacciones en el sistema integrado

### *Especie, categoría y propósito productivo*

No todas las especies de animales domésticos tienen el mismo tamaño, hábito de alimentación y eficiencia de utilización de los subproductos disponibles, por tanto, se debe decidir, primeramente, cuáles de éstas son adecuadas para una determinada integración; posteriormente, se analizará qué categoría y propósito productivo conviene desarrollar.

En las plantaciones de cítricos se recomienda integrar ovinos de la categoría crecimiento-ceba porque éstos permanecerán, relativamente, menor tiempo en el sistema, alrededor de seis meses [Mazorra *et al.*, 2003]; además, como especie animal posee características idóneas que le permiten su integración; entre éstas se destacan su pequeño tamaño, docilidad, instinto gregario y hábito de alimentación [Álvarez *et al.*, 2004].

Otra condición para seleccionar los animales es evitar aquellos adaptados al consumo de las hojas de los árboles, a los cuales se van a integrar [Mazorra *et al.*, 1996], o criados en sistemas de alimentación basados en el ramoneo de otros árboles y arbustos [Flores *et al.*, 1989].

### *Carga y disponibilidad de alimentos*

El segundo elemento a considerar es la cantidad de animales que soporta un área de plantación perenne; para esto se determinará la disponibilidad de pastos en la cobertura, en ambas épocas del año y la cantidad de animales que se pueden alimentar con dichas plantas. Esto es sumamente importante porque la carga (cantidad de animales en una unidad de terreno) influye decisivamente en el comportamiento de éstos, así como en su relación con los demás componentes del ecosistema.

Por ejemplo, Borroto [1988] demostró que al incrementar la cantidad de ovinos por hectárea se favorecía la actividad de consumo de ramas de cítricos (ramoneo); esta conducta se considera como una interacción sumamente negativa, ya que la pérdida de hojas en la planta cítrica reduce significativamente su producción [Borroto y Borroto, 1991]. Otro aspecto importante relacionado con estos indicadores, es que el exceso de animales puede perjudicar las especies de pastos más apetecidas y lograr la compactación del suelo en la plantación.

### *Calidad y palatabilidad de las especies en la cobertura*

Ambos elementos se consideran sumamente importantes y se relacionan estrechamente con la conducta que manifestará el animal dentro de la plantación. Estudios

recientes en plantaciones de cítricos han demostrado que la presencia de plantas de buena aceptabilidad y adecuado valor nutritivo en las coberturas, como la leguminosa *T. labialis*, pueden disminuir la conducta de ramoneo de los ovinos y maximizar la de pastoreo [Mazorra, 2006].

Por tanto, una herramienta que tiene el productor en sus manos para maximizar las interacciones positivas en el sistema integrado, es la introducción y establecimiento de leguminosas que cumplan varios propósitos. En primer lugar, estas plantas tienen la propiedad de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo [Fontes *et al.*, 2004], lo que repercute en la producción de cítricos y en el ahorro de fertilizantes y herbicidas; por esta razón, se consideran componentes esenciales de los sistemas de producción de cítrico orgánico en Cuba y otras regiones del planeta [Clavel y del Vallín, 2005; Villavicencio *et al.*, 2006; Pancarte *et al.*, 2006]. En segundo lugar, las leguminosas pueden incidir, eficientemente, en la adecuada nutrición de los animales que se integran, los cuales, al ingerirlas, recibirán nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo, y por consiguiente, permiten reducir su periodo de ceba; adicionalmente, se ha comprobado que cuando estas plantas, además de nutritivas, poseen adecuada palatabilidad, influyen decisivamente en la reducción de la conducta de ramoneo de las ramas del frutal [Mazorra, 2006].

### *Sistema de manejo*

Es un aspecto esencial para obtener beneficios en la integración. Además de respetar la carga, la disponibilidad de alimentos y la calidad de éstos, el pastoreo de los animales se debe realizar durante las horas frescas de la mañana y la tarde [Mazorra *et al.*, 2003]. Al mediodía, los ovinos se deben alojar en un área sombreada fuera de la plantación.

Otro aspecto importante es la rotación de las áreas de pastoreo, con lo cual se logra que los animales accedan a pastos frescos, se recuperen las especies de plantas más consumidas por éstos en la cobertura y se reduzcan las posibilidades de infestación con parásitos gastrointestinales. Para este propósito se pueden usar, en la ceba de ovinos, cercos permanentes en las calles con dos hilos electrificados, colocados a alturas de 30 y 50 cm. Específicamente, para mantener rebaños de cría, una alternativa que tienen los productores es utilizar las áreas de cítricos de mayores edades y alturas de copas, donde los animales no tendrían acceso a los árboles [Mazorra *et al.*, 2003].

La suplementación es otro aspecto de suma importancia para alcanzar eficientes resultados productivos. Los rumiantes necesitan cantidades apreciables de macro y microelementos que satisfagan sus requerimientos de minerales y de este modo, evitar conductas tan dañinas como roer los troncos de los árboles. Adicionalmente, los productores deben aprovechar la amplia gama de subproductos que se generan en otras

áreas de sus huertas, ya que la mayoría de éstos pueden constituir alimentos adecuados para sus animales. A esto, se une toda la amplia gama de árboles y arbustos que crecen en linderos y otras partes de la propiedad, los cuales también son fuentes de nutrientes esenciales y de otras sustancias que influyen tanto en la adecuada nutrición de los animales [Pedraza, 2007], como en la reducción de su carga parasitaria [Soca, 2004].

## Consideraciones finales

Son variadas las opciones que tiene el productor para generar alimentos en sus fincas y la integración de animales con cultivos ofrece innumerables ventajas si se compara con el monocultivo. La decisión de cuál sistema adoptar dependerá de disímiles factores, entre los que sobresalen los de índole tecnológico, social, económico y de mercado, e incluso relacionados con las políticas ambientales. No obstante, se debe indicar que la adopción de un determinado sistema tecnológico necesita del conocimiento de los diferentes factores que lo favorecen y de aquellos que lo limitan.

También es necesario meditar y tener siempre presente que la conversión hacia un sistema de producción integrado necesita un cambio paulatino en el pensamiento y accionar de los recursos humanos, que solamente se dará cuando los mismos perciban o se convenzan de las bondades de los nuevos componentes (plantas y animales) que se deseen introducir en el sistema. El fracaso del sistema integrado, en infinidad de ocasiones, está dado por la falta de disciplina tecnológica y por el hecho de restarle importancia a las producciones complementarias.

## Literatura citada

- Álvarez, A.; Pérez, H.; de la Cruz, T.; Quincosa, J. y Sánchez, A. 2004. *Fisiología Animal Aplicada*. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. 394 pp.
- Benedetti, E. 2005. *Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos*. EDUFO (Ed.). Uberlândia. 118 pp.
- Blanco, F. y Pentón, G. 2005. *Efecto de la sombra del estrato arbóreo en la fisiología y la dinámica del pastizal*. En: El silvopastoralismo: un nuevo concepto de pastizal. Simón, L. (Ed.). Indio Hatuey. Guatemala. Pp. 91-107.
- Borroto, A. 1988. *Potencial forrajero de dos subproductos agrícolas de cítrico para la producción de carne ovina*. Tesis presentada en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto Superior Agrícola de Ciego de Ávila-Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 195 pp.
- Borroto, C. y Borroto, A. 1991. *Citricultura tropical*. Tomo I. Edit. EMPES. 227 pp.
- Borroto, A.; Molina, A.; Cruz, D. y Pérez Borroto, C. 1989. *Potencial Alimentario de dos subproductos agrícolas de cítricos: Hierbas bajo corte mecanizado y podas para la producción de carne ovina*. Rev. Prod. Anim. 5 (2):131-136.
- Borroto, A.; Mazorra, C.; Arencibia, A.; Hernández, N.; López, M., Pérez, R.; Borroto, A. y Molina, A. 1995. *Tecnologías Alternativas Sostenibles para obtener carne Ovina en las Fincas Citricolas*. En: Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. (Mem.): 127-130.

- Borroto, A.; Pérez Carmenate, R.; Mazorra, C.; Hernández, N.; Arencibia, A.; Fontes, D.; López, V.; Borroto, M.; Borroto, A.; López, M. y López, J. 1997. *Diversidad de la producción en fincas cítricas, usando distintos sistemas para la obtención de carne ovina*. Folleto de extensión. Universidad de Ciego de Ávila. 23 pp.
- Borroto, M.; Pérez, R.; Borroto, A.; Cubillas, N. y Cepero Rosa, M. 2001. *Impacto sobre el suelo de leguminosas herbáceas como mejoradoras de las coberturas naturales en plantaciones de cítricos*. Ensayos Ciencia. 5 (2): 94-116.
- Calle, Z. 2003. *Restauración de suelos y vegetación nativa: ideas para una ganadería andina sostenible*. Segunda edición. Cali. Colombia. 96 pp.
- Clavel, N. y del Vallín, G. 2005. *La cobertura viva con leguminosas en la protección de agroecosistemas cítricos cubanos*. En: III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba.
- Devendra, C. e Ibrahim, M. 2004. *Silvopastoral systems as a strategy for diversification and productivity enhancement from livestock in the tropics*. Conferencia electrónica. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Flores, E. R.; Provenza, F. D. y Balph, D. F. 1989. *Role of experience in the development of foraging skills of lambs browsing the shrub serviceberry*. Applied Animal Behaviour Science. 23: 271-278.
- Fontes, D.; Cubillas, N.; Lazo, M.; Gutiérrez, I.; Sotolongo, A.; Hernández, N.; Rodríguez, L.A.; Rodríguez, I.; Cabrera, S.; Lezcano, Y.; Díaz, J. A.; Pantoja, M.; Cole, V.; Lacar, K.; Lavilla, N.; Hernández, D. y Rodríguez, O. 2004. *Potencialidades del Teramnus labialis como cobertura en sistemas integrados en áreas de Naranja Valencia Late*. Propuesta para premio anual de la Academia de Ciencias de Cuba. 16 pp.
- García, A. 1995. *Integração de ovinos com outras espécies animais e vegetais*. En: 4to. Simposio Paulista de Ovinocultura. São Paulo. Pp. 19-32.
- García Trujillo, R. A. 1995. *El papel de los animales en los sistemas agrícolas*. En: Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. (Mem.). Pp. 44-49.
- González, A. C. 1998. *Estudio de variables biológicas en un sistema ovinos-cítricos en el occidente del estado Carabobo*. Trabajo de Grado "Magister Scientiarum". Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. (Resumen).
- González, A.; Herrera, Y.; Mora, M. y Entrena, I. 1997. *Uso del Mataratón Glicidia Sepium en la alimentación de ovinos pastoreando bajo cubierta de cítricos*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5. Suplemento 1: 122-123.
- Gutiérrez, I. 2003. *Efectos de coberturas vivas de leguminosas en una plantación de Naranja Valencia Late*. Tesis presentada para la obtención del título de Master en Citricultura Tropical. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 93 pp.
- Launchbaugh, K. L.; Provenza, F. D. y Pfister, J. A. 2001. *Herbivore response to anti-quality factors in forages*. J. Range Manage. 54: 431-440.
- León, E. 2007. *Instalaciones ovinas*. En: Curso Taller producción sostenible de ovinos y caprinos: Una opción para el trópico. Camagüey. Cuba.
- Mahecha, L. 2002. *El silvopastoralismo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina*. Rev. Col. Cienc. Pec. 15 (2): 226-231.
- Pentón, G.; Blanco, F. y Soca, M. 1998. *La sombra de los árboles como fuente de variación de la composición botánica y de calidad del pastizal en una finca silvopastoral*. En: III Taller Internacional Silvopastoral "Los árboles y arbustos en la ganadería" (memorias). EEPF "Indio Hatuey". Cuba. Pp. 32-34.
- Mané, B. 2005. *Efecto de la cobertura de leguminosa (Teramnus labialis) sobre la supresión de las plantas arvenses en una plantación de Naranja Valencia (Citrus sinensis L. Osbeck)*. Trabajo de Diploma. UNICA. Cuba. 46 pp.

- Martín, G.; Milera, M.; Simón, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Iglesias, J. y González, E. 2000. *La agroforestería para la producción animal*. Un enfoque de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Pastos y Forrajes. 23 (3): 251-265.
- Mazorra, C.; Borroto, A.; Arencibia, A.; Hernández, N.; López, M.; Rodríguez, Z. y Pons, J. R. 1996. *Dispositivos evaluados para disuadir el ataque de los ovinos a las plantaciones cítricas*. Rev. Automatizada Enlace. 2(9).
- Mazorra, C. 1999. *Manejo de dietas voluminosas para disuadir el ramoneo de ovinos pastoreando dentro de plantaciones cítricas*. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanza "Camilo Cienfuegos"-EEPF "Indio Hatuey". Cuba. 94 pp.
- Mazorra, C.; Domínguez, J. A.; Medina, J. L. 2003. *Pastoreo de ovinos en huertas cítricas*. Guía para productores. Ed. Domínguez, J. A. Chapingo. México. 10 pp.
- Mazorra, C. 2006. *Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. CIBA-UNICA-ICA. La Habana. 121 pp.
- Monzote, M. y Funes Monzote, F. 1997. *Integración ganadería-agricultura: una necesidad presente y futura*. Agricultura Orgánica. Año 3 (1): 7-10.
- Morgado, M. 2005. *Influencia de una cobertura de leguminosa: Teramnus labialis sobre la biota del suelo en un agroecosistema cítrico*. Trabajo de Diploma. Universidad de Ciego de Ávila. 76 pp.
- Mueller, P. J.; Poore, M. H. y Skroch, W. A. 1999. *Damage assessment in Christmas tree plantations following vegetation control with sheep and geese*. Southern Journal of Applied Forestry. 23 (1): 11-15.
- Ørskov, E. B. 2005. *Silvopastoral systems: technical, environmental and socio-economic challenges*. Pastos y Forrajes. 28 (1): 5-9.
- Pancarte, C.; Lavigne, C.; Bertin, Y. y Ducleier, D. 2006. *Enherbement de vergers à la Martinique: Arachis pintoi*. En: Caribbean Food Crop Society (CFCS). Meeting in Guadeloupe. Poster CFCS Guadeloupe.
- Pedraza, R. 2007. *Las plantas arbustivas insustituibles aliadas del productor de pequeños rumiantes*. En: Curso Taller producción sostenible de ovinos y caprinos: Una opción para el trópico. Camagüey. Cuba.
- Pérez Carmenate, R.; Borroto, M.; Mazorra, C.; Borroto, A.; Cubillas, N.; Rodríguez, L.; Fontes, D.; Rodríguez, I.; Álvarez, A.; Abreu, D.; García, J. y Sánchez, M. 1998. *Potencialidad de un sistema silvopastoril en áreas de cocoteros con coberturas de leguminosas*. En: III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" (Memorias). EEPF "Indio Hatuey". Cuba. Pp. 263-268.
- Perret, S. 1998. *Acacia saligna. Una leguminosa multipropósito y controladora de erosión*. En: III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" (Memorias). EEPF "Indio Hatuey". Cuba. Pp. 288-292.
- Provenza, F. D.; Villalba, J. J.; Dziba, L. E.; Atwood, S. B. y Banner, R. E. 2003. *Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity*. Small Rum. Res. 49: 257-274.
- Ramos, A. y Rodríguez, E. 1998. *Explotación de carneros (Ovis aries) en áreas de forestales*. Forum Tecnológico Especial "Proteína Animal". La Habana. Cuba.
- Russo, R. O. 1994. *Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una Agricultura Sostenible*. Agroforestería en las Américas. Año 1(2): 11-13.
- Sánchez, M. D. 1995. *Integración del ganado con cultivos perennes*. Revista Mundial de Zootecnia. 82(1): 50-57.
- Sánchez, V. y Ojeda, F. 2004. *Comportamiento etológico de ovinos en un sistema agropastoril aplicado a un cultivo de peras*. Pastos y Forrajes. 27 (3): 259-265.
- Schaller, M.; Schroth, G.; Beer, J. y Jiménez, F. 2001. *Root interactions between Eucalyptus deglupta and competitive grass species*. En: International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin American. Theme: Silvopastoral Systems for

- Restoration of Degraded Tropical Pasture Ecosystems. Ibrahim, M. (Comp.). San José. Costa Rica. Pp. 245-249.
- Simón, L. y Esperance, M. 1997. *El Silvopastoreo: Una alternativa para mejorar la eficiencia del uso de la tierra en los cítricos*. Agricultura Orgánica. Año 3(1): 14-15.
- Simón, L.; Hernández, I. y Ojeda, F. 1998. *Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles*. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. Simón, L. (Ed.). Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. Pp. 23-35.
- Simón, L.; Hernández, I. y Ojeda, F. 2005. *Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles*. En: El silvopastoralismo: un nuevo concepto de pastizal. Simón, L. (Ed.). Indio Hatuey. Guatemala. Pp. 19-31.
- Skerman, P. J.; Cameron, D. G. y Riveros, F. 1991. *Leguminosas forrajeras tropicales*. Skerman, P. J.; Cameron, D. G. y Riveros, F. (Eds.). FAO. Roma. 707 pp.
- Soca, M. 2004. *Efecto del consumo de plantas arbóreas en la incidencia parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes*. En: Sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos (Memorias del Curso-Taller Iberoamericano). Eds. Borroto, Ángela; Solís, J. y Díaz, J. R. Ciego de Ávila. Cuba. Pp. 219-231.
- Torres, J. A. 2005. *Effect of sheep grazing on coffee quality*. En: Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Mosquera-Losada, M. R.; McAdam, J. y Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds.). CABI Publishing. Pp. 204-206.
- Villavicencio, C. O.; Toledo, L.; Martínez, M. C.; Rodríguez, E. y Santana, I. 2006. *Leguminosas y especies acompañantes en cítrico orgánico*. En: VI Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible. La Habana. Cuba.
- Younis, A. A.; Azamel, A. A.; Mokhtar, M. M. y Kotby, S. A. 1984. *Effect of shading and feeding regime on performance of crossbred lambs*. En: International Symposium on sheep production on big farms. Debrecen. Hungría. Pp. 290-295.

Recibido: Enero 18, 2007

Aceptado: Abril 3, 2007

# Reflexiones relacionadas con factores decisivos en el desarrollo sostenible de la ganadería en Latinoamérica •

Reflections related to decisive factors in the sustainable development of Latin America cattle rearing

**Senra, A.**

Instituto de Ciencia Animal (ICA)  
La Habana, Cuba  
Correspondencia: asenra@ica.co.cu  
•Artículo invitado

## Resumen

El estudio se realizó sobre la base de investigaciones y resultados de la aplicación de estrategias en el desarrollo de la ganadería en Cuba y la región latinoamericana, en las que no se obtuvieron los resultados esperados, por aplicar tecnologías que no se adaptaron adecuadamente a las condiciones de la región, en especial las de manejo del ecosistema del pastizal en explotación. Se enfatizó el error estratégico de basarse en altos volúmenes de siembra para la reposición de los pastos, principalmente por el alto precio de los combustibles y la subutilización de los pastizales degradados, en lugar de priorizar su manejo, para disminuir el volumen de siembra, además de incrementar su rendimiento, calidad y persistencia. Se discuten las ventajas del control sistemático de índices fundamentales de sostenibilidad para detectar los problemas y aplicar las medidas a tiempo, lo cual evitaría el deterioro y facilitaría la recuperación ganadera. Se enumeran errores que repercuten en la sostenibilidad de los rebaños, con el consiguiente deterioro de sus índices productivos, reproductivos y de los pastizales, así como su efecto en la fertilidad natural de los suelos y pérdidas en su capa arable por la erosión. Se reafirma

## Abstract

The study was performed based on researches and results of strategies of cattle rearing development in Cuba and the Latin American region, in which the outcomes were not those expected by applying technologies not adapted adequately to the conditions of this region, especially in the management of the grassland ecosystem under exploitation. It was emphasized the strategic error of using high sowing volumes for pasture recovery, mainly due to the high cost of fuel and the subutilization of the degraded grasslands, instead of giving priority to the management as a way to decrease the sowing volume, besides increasing the yield, the quality and the persistence. The advantages of the systematic control of the main indexes of the sustainability are discussed to detect the problems and apply the measures on time, avoiding cattle rearing deterioration and facilitating its recovery. Errors affecting the sustainability of the herds are enumerated. These errors have provoked the consequent deterioration of the productive, reproductive and grassland indexes. Also, it has been studied their effect on the natural fertility of the soil and the losses in the arable layer due to erosion. It is confirmed the need for better use of

AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA • 15  
Senra. 2007. Rev. AIA. 11(1): 15-26  
ISSN 0188789-0

la necesidad de un mejor uso de los recursos regionales, en los que se debe priorizar el manejo más eficiente del ecosistema del pastizal.

### Palabras clave

Tecnología, manejo, pastizales, sostenibilidad, eficiencia.

the regional resources having as priority a more efficient management of the grassland ecosystem.

### Key words

Technology, management, grassland, sustainability, efficiency.

## Introducción

Generalmente está aceptado que el trópico estacional (o subtropical) tiene condiciones climáticas adecuadas para obtener altos volúmenes de biomasa vegetal por unidad de área, superiores a los de países templados. Esto se encuentra determinado porque la vía metabólica para la fotosíntesis en los pastos y forrajes de las especies de nuestra región es el sendero  $C_4$ , que es más eficiente que el sendero  $C_3$ , de especies de clima templado.

Asimismo, la menor calidad por el más bajo porcentaje de nutrientes de nuestros pastos y forrajes, se puede compensar por el total de nutrientes que se obtiene por unidad de área. Aunque esto también determina un menor consumo individual, se obtienen mayores producciones por unidad de área. Sin embargo, los pastizales no reciben la atención que se requiere, sino que la tendencia es depender demasiado de los recursos externos, lo que trae como consecuencia serios fracasos en el desarrollo y sostenibilidad de nuestra ganadería, cuando no se cuenta con las fuentes apropiadas de abastecimientos o la disponibilidad de divisas suficiente para mantener los niveles de producción que se llegan a alcanzar durante la etapa en que el comercio llega a ser favorable.

En este contexto —por ejemplo— en Cuba, de acuerdo con Padilla *et al.* [2000], los pastos cultivados en la década de los años 80, llegaron a superar el 50% del área agrícola de la ganadería. Actualmente, sólo alcanzan alrededor del 19%. El 58% está cubierta por pastos naturales con alta infestación de malezas, entre las cuales se destacan el aroma (*Acacia farnesiana*) y el marabú (*Dichrostachis glomerata*), que cubre el 39% del área agrícola total de nuestros pastizales. No menos importante es el alto nivel que ocupa el espartillo (*Sporobolus indicus*) y el caguazo (*Paspalum virgatum*), gramíneas invasoras que tienen muy baja aceptación en el animal.

En el trópico americano los pastos permanentes son fuente fundamental de alimentos para los bovinos de la región [Pezo *et al.*, 1992], ya que aportan el 90% de los nutrientes que consumen; pero la calidad de estos pastizales es baja. Ocupaban alrede-

dor del 23 % de las tierras (402 millones de hectáreas) [FAO, 1989], situación que no ha experimentado cambios significativos.

En general, la causa de la baja productividad del ganado de la región se puede relacionar con la baja calidad de los pastizales y el alto nivel de degradación que presentan, pues se estima que, al menos, el 50% de las áreas de pastoreos se encuentran en estadios avanzados de degradación. En Brasil, según Kichel [1995], del 50 al 60% de los pastos cultivados presentan niveles críticos de degradación. Al respecto, es importante interpretar adecuadamente la palabra “degradación” en el caso de los pastizales, porque puede abarcar la degradación de los factores pasto y suelos de forma integral; esto se puede prestar a confusión, ya que es posible que el pasto se degrade pero que el suelo aún no haya sufrido esta consecuencia. Esto es muy importante para tomar las medidas necesarias, a tiempo.

Las causas de la degradación de los pastos son múltiples y se encuentran interrelacionadas. Se señalan, como causas principales, las siguientes: la baja productividad de los suelos, la alta presión de pastoreo; las fuertes sequías, la agresividad de las plantas invasoras, la pobre adaptación de las especies introducidas, las deficiencias de los sistemas de establecimientos y manejo de las pasturas, el uso limitado de la fertilización, la ausencia de leguminosas, las políticas inadecuadas del desarrollo de los pastos y la deficiente generación y transferencia de tecnologías pecuarias [Padilla *et al.*, 2000].

Sin embargo, no se le da la importancia que realmente tiene el “sobrepastoreo”, ni se interpreta apropiadamente, ya que está relacionado, en forma estrecha, con la alta presión de pastoreo; pero ésta no provocará “sobrepastoreo” si se permite el tiempo de reposo del pasto para que recupere las reservas necesarias, antes de ser pastado nuevamente [Senra *et al.*, 2005]. Asimismo, la “carga animal”, que se define como el número de animales por unidad de área, se toma como un índice importante para analizar la eficiencia de los sistemas de explotación; pero si no se añaden otros datos complementarios, como es la disponibilidad del pastizal y el peso vivo del animal, no se tendrá una idea clara de que la carga es o no la adecuada, ya que no indica, por sí sola, la relación entre el pasto y el animal.

Según estos mismos autores, en algunos casos, se utiliza la “Intensidad de pastoreo”, que se expresa en UGM (Unidad de Ganado Mayor) por unidad de área, como índice para controlar la carga y la presión de pastoreo sobre el pastizal; pero la UGM representa el peso de un animal adulto (generalmente de 500 kg) lo que no permitirá conocer si el manejo es adecuado o no, ya que para ello se necesita saber la disponibilidad de hierba del pastizal. Por el contrario, la “Presión de Pastoreo”, que se define como la cantidad de hierba por unidad de peso vivo, es el índice que permite conocer la relación más estrecha entre el animal y el pasto, que sí facilitaría conocer y ajustar el manejo convenientemente.

En general, no se le da la prioridad que realmente tienen algunos de estos factores, lo que determina estrategias inadecuadas para enfrentar la solución de los problemas fundamentales que se confrontan y que, en algunos casos, son comunes a la mayor parte de los países del trópico estacional americano.

El objetivo de este artículo es reflexionar respecto de algunos factores que no reciben la atención y prioridad que requieren para la sostenibilidad de la ganadería en nuestras condiciones.

### *Condiciones que condujeron a estrategias inadecuadas en el desarrollo de la ganadería*

Durante la etapa en que se mantuvo nuestro comercio en condiciones favorables (preferencial) para nuestro país, se garantizó el combustible necesario, así como fertilizantes y alimentos para el ganado y, por supuesto, un gran número de renglones necesarios para nuestro desarrollo, incluyendo la ganadería.

Esto determinó que, paralelamente, se incrementara —de manera acelerada— la importación de maquinarias y el transporte, principalmente tractores, así como tráileres y camiones para la agricultura y la ganadería. Todo esto acompañado de la asesoría necesaria y las piezas de repuestos para el funcionamiento de la maquinaria y equipos importados para apoyar el desarrollo de nuestro país.

Esta situación facilitó que se incrementaran bruscamente los volúmenes de siembras de pastos y forrajes y, en menor grado, su rehabilitación para la recuperación de los pastizales y áreas forrajeras que, como señalamos anteriormente tenían, en general, un estado de deterioro que los hacía ineficientes biológica y económicamente. Ello se unió al incremento en la utilización de piensos comerciales, como resultado de la importación de granos energéticos y proteicos y el uso de grandes volúmenes de miel final de las centrales azucareras, lo que pudo enmascarar la ineficiencia de los pastizales.

Tal situación se reflejó en una serie de decisiones que no resolverían los problemas de ineficiencia en el desarrollo y sostenibilidad de la ganadería. Por ejemplo, conllevó priorizar las investigaciones relacionadas con la introducción de nuevas variedades de pastos y forrajes para su evaluación, sin darle tampoco el peso necesario al manejo de los pastizales establecidos de especies que disponíamos en el país, muchas de las cuales estaban bien adaptadas y eran reconocidas y aceptadas por los ganaderos, tanto productores como especialistas, como era la hierba de guinea (*Panicum maximum*) el Paraná (*Brachiaria mutica*) y la tejana (*Paspalum notatum*), entre otras.

Por supuesto que las investigaciones relacionadas con la siembra y el establecimiento de los pastos, y posteriormente los trabajos de regionalización, mantuvieron prioridad con relación a las investigaciones para el manejo más eficiente de los pastos

y forrajes, lo que se mantuvo, ya que aún no se entiende bien el papel que tiene que jugar el manejo del pastizal para la mayor persistencia y sostenibilidad de los sistemas de explotación bovina, el cual exige también la prioridad necesaria en las investigaciones, y en la docencia pre y posgraduada. Sin embargo, se le dio un gran apoyo al uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como fuente energética para el ganado, lo que conllevó a un incremento en sus siembras para la alimentación animal, y al mayor uso de los productos y subproductos de la industria azucarera para la producción animal; lo cual fue positivo para el desarrollo de los principales sistemas que se aplicaron en Cuba [Senra, 1992].

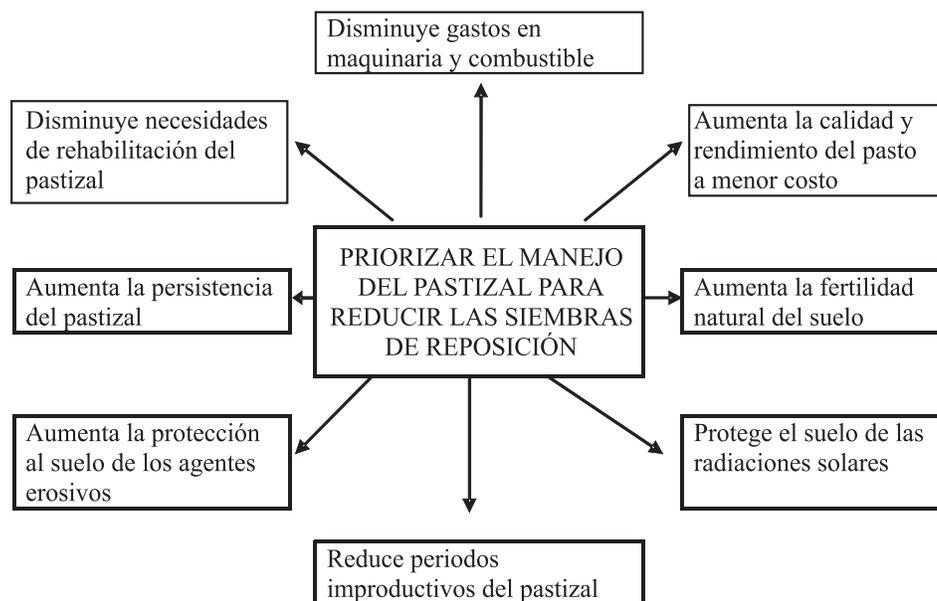
Se desarrolló la mecanización de la caña de azúcar, lo que permitió el corte automatizado, tanto para la industria como para la alimentación animal, ya que no se puede utilizar la caña en pastoreo por no tener las características para ello, así como el hecho de que necesita el troceado "a machete" o con máquina apropiada para ofrecerla a los animales en los comederos o en los propios potreros. Paulatinamente, las áreas de caña para la alimentación animal se ubican en las propias unidades pecuarias, lo que en general, obliga al corte manual y troceado en la propia unidad, con reducción del gasto de combustible para este procesamiento.

Esta tecnología se aplica en la época poco lluviosa, en condiciones de secano [Senra, 1992], por lo que se incluyó la restricción del tiempo de pastoreo para que el animal consuma la caña y pueda disminuir el gasto energético del animal y la presión sobre el pasto.

Por otro lado, las condiciones de degradación o deterioro de los pastizales, unido a las facilidades de disponer de la maquinaria y el combustible necesario para las siembras, su establecimiento y la rehabilitación determinaron que, principalmente, las dos primeras se convirtieran en la estrategia más importante para la recuperación de los pastizales.

Claro está que, aunque el establecimiento del pasto se haga de forma eficiente, significaría un avance considerable en la solución de los problemas de degradación de los pastizales, sería insuficiente si no se garantiza el manejo eficiente del pastizal, para reducir las siembras de reposición (Figura 1). Por lo tanto, a pesar de que los volúmenes de siembras fueron altos, se cometió el error de que, principalmente, el manejo de los pastizales en explotación fue deficiente; ello determinó que hubo necesidad de mantener esos altos volúmenes de siembras de pastos, que alcanzaron promedios anuales de 200,000 hectáreas por año en la década del 70 y principalmente del 80. No obstante de que estos volúmenes de siembras eran muy altos, el inventario nacional de pastos cultivados se mantuvo alrededor de las 900,000 ha [Anon, 1990]. Esto significó una reposición de pastizales cada 4 años, aproximadamente, lo cual era económicamente insostenible.

Figura 1. Estrategia más adecuada en el manejo del pastizal.



Es lógico que si se necesita reponer los pastizales cada 4 años, existe un periodo en el que el pastizal pierde su calidad, paulatinamente, hasta llegar el momento de iniciar la preparación de las tierras para la siembra de reposición, que podemos estimar en un año, como mínimo. A éste debemos sumar que se necesita un tiempo mínimo de alrededor de 6 meses para la preparación de la tierra, siembra y el establecimiento, antes de su explotación en pastoreo.

Sin embargo, esta cifra de siembra se señalaba insuficiente [Anon, 1990], ya que se consideraba que la necesidad era superior a las 335,000 ha, lo que hubiera representado su reposición cada 2.7 años, si no se hubiera correspondido con un aumento del promedio nacional del área de pastos cultivados.

Es decir, la subutilización del área de pastoreo abarcaría, en estas condiciones, un periodo no menor de un año y medio, por lo que, con el corto periodo de reposición de 4 años como consecuencia, fundamentalmente, del mal manejo durante la explotación del pastizal, éste no alcanzaba la eficiencia económica y biológica mínima necesaria, lo que hacía insostenible este corto periodo para reponer los pastizales.

En la etapa actual, estos altos volúmenes de siembra serían inadmisibles, ya que el costo del petróleo ha llegado a más de 75 USD/barril, en el 2006, y el de la maquina-

ria casi se ha duplicado de los costos de 10 años antes, por lo que se justifica la reducción no solamente del volumen de siembra, sino del número de labores para efectuar las mismas, para darle un mayor peso a la rehabilitación y fundamentalmente al manejo del pastizal en explotación. Esto último debe ser la base de la estrategia actual, para poder enfrentar el reto de la recuperación ganadera en nuestras condiciones y la región latinoamericana, lo cual conlleva la protección de los suelos, como consecuencia del mejor manejo del pastizal.

Por lo tanto, las siembras para reposición de los pastizales se debe basar en la introducción de especies de mayor valor o de aquellas que su uso sea estratégicamente ventajoso y no como la base principal para reponer áreas deterioradas por el mal manejo de las especies de alto valor y aceptación por los ganaderos.

### *Otros errores por no haber manejado eficientemente el pastizal, y su efecto en el suelo*

Los aspectos relacionados con el manejo del pastizal, unidos a las buenas prácticas de rehabilitación, podrían impedir el deterioro del pastizal y frenar los procesos erosivos, mediante una buena protección del suelo por el “colchón” de pastos y forrajes, unido a la mayor protección que podrían ejercer los árboles por su introducción y mejor manejo en silvopastoreo; pero esto no ha tenido la prioridad que estratégicamente se necesitaba en nuestras condiciones, en las que el clima exigía el ajuste adecuado de algunas tecnologías, especialmente en el manejo de los pastizales [Senra *et al.*, 2004], así como reducir —al máximo posible— la dependencia de recursos externos, en los que los combustibles fósiles representaban porcentajes muy elevados por sus altos costos.

Los resultados de la práctica de producción y de algunos estudios experimentales en nuestras condiciones, en Cuba, son aplicables aunque no totalmente, al resto de la región; esto nos indica que los aspectos relacionados con el manejo del ecosistema del pastizal, representa la “clave del éxito en nuestra ganadería”. Esto incluye la siembra estratégica de especies de pastos y forrajes de ciclo fisiológico largo, para permitir que acumulen biomasa para su consumo directo en el pastizal durante la época de escasez, como es el caso del king grass Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp) [Martínez, 2001], o para el corte y acarreo en esa misma época, en el caso de la caña de azúcar. Están demostrados los efectos erosivos en el suelo, determinados por los factores climáticos del trópico estacional, como son la alta incidencia de las radiaciones solares, y las lluvias estacionales, ya que estas últimas pueden provocar arrastres en el estrato cultivable de los suelos, más fuerte en la medida que estos suelos estén más despoblados y compactados, como resultados de un manejo inadecuado del pastizal.

Asimismo, la erosión eólica provoca también un efecto mayor, en la medida que el suelo esté más despoblado y seco, por lo que en la época de escasez de lluvias, se convierte en un factor erosivo importante, independientemente de que al inicio de esa época y principalmente en su etapa final, también se corre el riesgo de que ocurran fuertes lluvias ocasionales que provoquen daños considerables por arrastres de partes de la capa arable, por falta de la cubierta vegetal mínima necesaria.

Estos daños se podrán aminorar y hasta evitar si se aplica, consecuentemente, la repoblación de los pastizales que incluya los árboles y arbustos; fundamentalmente, leguminosas que pueden servir para el consumo de los animales mediante el “ramoneo” y del consumo de las partes consumibles (hojas y tallos tiernos) que resulten de las podas programadas, escalonadas convenientemente en los sistemas silvopastoriles, que tienen amplias perspectivas en nuestra región [Hernández, *et al.*, 1996; Palma, 2005].

Por supuesto que los árboles podrán garantizar la sombra necesaria para el animal, así como una alta recirculación de nutrientes, la mejora de la temperatura ambiental y evitarán o disminuirán el efecto erosivo de las gotas de agua de la lluvia directamente sobre el suelo [Ruiz *et al.*, 2004].

No obstante, aún no se le ha dado la importancia que realmente tiene el garantizar un buen establecimiento de los pastizales, antes de su plena explotación y un buen manejo, primordialmente a partir de ese momento; ya que en ese manejo del pastizal se debe incluir, con rigor, el cumplimiento de las medidas que aseguren, no sólo su población y desarrollo adecuado en la etapa de establecimiento, sino también que el pasto recupere las reservas necesarias, antes que lo consuma el animal otra vez, así como otros principios básicos para su sostenibilidad [Senra *et al.*, 2005].

Inclusive, en las especies que produzcan semillas sexuales, se puede permitir que éstas maduren y se desgranen para una mayor persistencia del pastizal. Todo esto repercutirá en la protección y recuperación de la fertilidad natural del suelo. Se podrán cosechar las semillas para disponer de las mismas para subsanar algunos fallos por insuficiente población o para labores de rehabilitación, lo que también repercutirá positivamente en el suelo.

### *Principales errores relacionados con el animal en pastoreo*

Independientemente de los factores señalados con anterioridad, se han cometido errores; sobre todo los relacionados con los animales en pastoreo, que han significado un freno para el desarrollo adecuado de la ganadería en Cuba y otros países de la región, por lo que se deben tomar medidas precautorias para evitar que se sigan realizando, ya que se requiere garantizar una mayor eficiencia de la ganadería, entre los que citaremos los siguientes:

1. No haber realizado análisis sistemáticos de índices fundamentales de sostenibilidad. Otro de los errores principales que se cometieron desde el punto de vista científico-técnico (y aún se siguen cometiendo, aunque en menor cuantía), es el de no realizar mediciones sistemáticas de índices elementales de sostenibilidad de los sistemas de explotación bovina [Senra, 2005]. Esto determinó que muchos dirigentes, productores y técnicos de la ganadería no conocieran el comportamiento dinámico de estos índices, lo que les impidió conocer la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas en su empresa o unidades productivas, ya que no facilitaba detectar los problemas a tiempo y, por tanto, no poder aplicar las medidas necesarias para evitar el deterioro paulatino de los sistemas de explotación. Normalmente, en las empresas o fincas ganaderas se deben llevar controles relacionados con los índices productivos, reproductivos y de salud, que son de carácter primordial, cuyo análisis sistemático podría ser decisivo para la eficiencia y sostenibilidad del sistema; pero consideramos que se deben incluir otros, fáciles de medir, que significarán avances decisivos en la recuperación ganadera, como son los siguientes: a) Curva de rendimiento anual, por mes, de los pastos; b) Composición botánica anual de los pastos, ambos por métodos prácticos apropiados [Senra y Venereo, 1986]; c) Curva de Potencial Mínimo Relativo de la Producción de Leche [García-Trujillo y Pérez, 1988]; d) Condición corporal de los animales [Senra, 2005] y, finalmente, e) Estimado del peso vivo, por el método de "La cinta", lo que permitirá calcular la ganancia diaria del peso vivo, ya que existen tablas que relacionan el peso vivo con el perímetro torácico medido con cinta métrica [Menéndez-Buzadera, 1984 y Menéndez-Buzadera *et al.*, 1987].

2. No haber ajustado las cargas cuando el rebaño (masa) era insostenible. Un error que no se debe admitir en la ganadería vacuna es el de priorizar mantener una masa de animales fija, aunque no se garantice su alimentación mínima necesaria durante un tiempo mayor del que podría causar deterioro en los animales, ya que no se garantizaban los alimentos, ni se tomaba la decisión de ajustar el número de animales a la capacidad de carga real o disponibilidad real de alimentos, para una presión de pastoreo adecuada. La capacidad de carga se puede referir al pastizal, que representa el número de animales que se podrá mantener durante el periodo que corresponda (mensual, por época o anual) con la producción mínima necesaria para que sea sostenible biológica y económicamente. Pero nos referimos a la capacidad de carga del sistema que incluye los alimentos suplementarios y complementarios de que se disponen para mantener un número de animales en condiciones sostenibles en el periodo que corresponda. La capacidad de carga es uno de los índices fundamentales para los cálculos del Balance Alimentario del sistema de explotación, tan necesario para la sostenibilidad del sistema [Senra, 2003]. Es decir, no ajustar el número de animales a la capacidad de carga es hacer lo contrario de que exige un sistema sostenible. Cuando los rebaños no cuentan con la alimentación necesaria, los índices productivos, repro-

ductivos y de salud animal, se deterioran irremisiblemente. Por ejemplo, la producción de leche, si las vacas no reciben la alimentación que se requiere para la producción mínima necesaria por animal (Potencial Mínimo Relativo), ellas priorizarán los nutrientes de la dieta para este producto alimenticio.

Esto determina que disminuyan los índices reproductivos, con reducción de la natalidad y deterioro paulatino del estado físico (condición corporal) de los animales. Asimismo, se irán agudizando los problemas de salud, lo que incrementará las muertes tanto de las crías como de adultos. Por supuesto, que si disminuyen los nacimientos y aumentan las muertes, la masa se reducirá, en un intento de la naturaleza por equilibrar el número de animales a las posibilidades reales de alimentos.

Sin embargo, ocurre una disminución en la producción individual y por área de los animales (leche y carne) que representa una reducción aparente de los requerimientos; pero esto no es suficiente, por lo que el rebaño continuará en una condición insostenible, con deterioro ininterrumpido del sistema de explotación, hasta que no se garantice la suficiencia de alimentos o se ajuste el número de animales hasta equilibrar el Balance Alimentario para una condición sostenible.

## Conclusiones

Los aspectos señalados en este artículo influyeron decisivamente en la baja eficiencia de nuestros sistemas con bovinos, en dietas basadas en pastos y forrajes, especialmente en la producción lechera, aún en los momentos en que se disponía de recursos externos, principalmente en los alimentos para los animales y otros insumos importantes para la ganadería; pero que, por falta de controles y de las tecnologías más apropiadas para nuestras condiciones, unido a no ajustarlas convenientemente, y por la indisciplina y falta de dedicación al aplicarlas, determinó el deterioro paulatino e ininterrumpido de los sistemas ganaderos.

### *Recomendaciones*

1. Priorizar el manejo eficiente de los pastizales para evitar su deterioro y garantizar la protección del suelo, lo que debe determinar su sostenibilidad y el incremento de la producción individual y por unidad de área. Estratégicamente, es más conveniente evitar el deterioro del suelo mediante el manejo de los pastizales, que enfrentar los costosos y largos periodos de recuperación de los suelos degradados por un mal manejo. Esto se demuestra fehacientemente por la situación que se presenta en nuestra región.

2. Incluir con mayor prioridad los temas de investigación relacionados con el manejo de los pastizales, ya que es un factor fundamental en la persistencia y calidad del pasto, y la protección del suelo e incremento de su fertilidad natural.

3. Garantizar la calidad necesaria en las siembras y establecimiento de los pastizales, la que debe ser en los volúmenes mínimos necesarios, ya que un buen manejo en la explotación de un pastizal bien establecido, unido a la rehabilitación oportuna, reducirá significativamente los volúmenes de siembras y, por tanto, los gastos que éstas ocasionan por los periodos improductivos y de baja eficiencia, aunque —en forma especial— por la reducción de los gastos en combustibles fósiles.

4. Realizar periódicamente las mediciones de índices fundamentales de sostenibilidad del sistema de explotación, para analizar su comportamiento dinámico en forma sistemática, y poder detectar a tiempo los problemas que se confrontan, así como tomar las medidas necesarias, evitando que se llegue a estados de deterioro o degradación, comprometedores para su sostenibilidad biológica, económica y social.

5. No mantener la masa de animales en condiciones insostenibles, por la insuficiencia de los alimentos, ya que esto repercutirá en el deterioro paulatino e ininterrumpido de dicha masa, con bajos índices productivos y reproductivos y altos índices de mortalidad, que conducirá a la reducción del número de animales, además de las pérdidas por la baja eficiencia productiva del sistema de explotación. Para lograr este objetivo, el productor se apoyará en el análisis sistemático de los índices fundamentales de sostenibilidad señalados en la recomendación anterior, así como en el cálculo del Balance Alimentario, ya que los déficits de alimentos, si no se resuelven en un plazo adecuado, obligaría al ajuste del número de animales.

## Literatura citada

- Anon, 1990. *Intervención de Julián Rizo, miembro suplente del Buró Político y del Secretariado del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, en la Sesión Científica y la Asamblea de Afiliados de la Asociación Cubana de Producción Animal* (Folleto). Edit. Centro de Información y Documentación Agropecuaria (CIDA), MINAG. Matanzas, 6 de enero de 1990.
- García-Trujillo, R. y Pérez, M. 1988. *Método práctico para el cálculo de la Curva de Lactancia en rebaños lecheros*. Rev. Asociación Cubana de Producción Animal. 2:3.
- Hernández, D.; Carballo, M.; Reyes, F. y Mendoza, C. 1998. *Explotación de un sistema silvopastoril multisociado para la producción de leche*. "Los árboles y arbustos en la ganadería", Matanzas, Cuba. 214 pp.
- Kichel, A. N. 1995. *Reforma de Pastagens*. En: CNPGC INFORMA EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de corte-8:2.
- Martínez, R. O. 2001. *Banco de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería tropical*. En: Estrategias de la alimentación para el ganado bovino en el trópico. Banco de México. FIRA, 125 pp.
- Menéndez-Buxadera, A. 1984. *Método simple para evaluar hembras lecheras*. Rev. Asociación Cubana de Producción Animal. 2:38.
- Menéndez-Buxadera, A.; Pérez, B.; Penichet, A.; Varela, O.; Herrera, R.; Fernández, M. y Rodríguez, M. 1987. *Estimación del peso vivo*. Rev. Asociación Cubana de Producción Animal. 2:31.
- Palma, J. M. 2005. *Los árboles en la ganadería del trópico seco*. Rev. Avances en Investigación Agropecuaria. 9 (1): 3-16.

- Pezo, D. A.; Romero, F. e Ibrahim, M. 1992. *Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne en el trópico americano*. En: Avances de la producción de leche y carne en el trópico americano. Edit. S. Fernández-Baca. Santiago de Chile, FAO.
- Ruiz, T. E.; Jordán, H.; Castillo, E. y Mejías, R. 2004. *Desarrollo de estudios integrales con leucaena en sistemas silvopastoriles en Cuba*. Propuesta para premio de la ACC. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Senra, A. 1992. *Producción de leche en los sistemas que se aplican en Cuba*. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 26: 227.
- Senra, A. 2003. *Aspectos fundamentales para el manejo eficiente de los pastizales*. En: Manejo de los pastizales y suplementación. Conferencias. Curso de diplomado. La Noria, San Luis Potosí, México.
- Senra, A. 2005. *Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovina*. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:13.
- Senra, A.; Martínez, R. O.; Jordán, H.; Ruiz, T.; Reyes, J. J.; Guevara, R. V. y Ray, J. V. 2005. *Principios básicos para un pastoreo rotacional eficiente y sostenible para el subtrópico americano*. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:13.
- Senra, A. y Venereo, A. 1986. *Métodos de muestreo*. En: Los pastos en Cuba. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Tomo 1, 649 pp.
- Senra, A.; Valdés, G.; Del Pozo, P. y Rodríguez, I. 2004. *El Pastoreo Voisín: Reflexiones acerca de su aplicación*. Rev. Asociación Cubana de Producción Animal, 2:41.

Recibido: Febrero 9, 2007

Aceptado: Abril 7, 2007

# La filosofía en las ciencias biológicas\*

## Philosophy in Biological Sciences

**Vergara-Santana, M.**

Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA)

Universidad de Colima

A. P. 22. C. P. 28000, Colima, Col. México

\*Correspondencia: vergara@uocol.mx

### Resumen

Las ciencias biológicas tienen elementos comunes que las agrupan: ¿cuáles son éstos?, ¿qué conceptos comparten?, ¿cuáles son sus controversias actuales? La discusión y reflexión de estas preguntas son contenidos de la Filosofía de la Biología. En el presente ensayo se describe el desarrollo de la Filosofía de la Biología como rama de estudio de la Filosofía de las Ciencias, sus enfoques y temas de estudio, personalidades sobresalientes y retos actuales. De manera paralela, se analizan las particularidades de las ciencias biológicas y sus desafíos vigentes, desde el punto de vista de los científicos experimentales. Se resalta la necesidad en los profesionales de la Biología, de familiarizarse con términos propios de la Filosofía, de teorizar, generalizar y establecer una estructura conceptual para su campo de estudio. Al discutir aspectos generales y comunes, la relación Biología-Filosofía favorece la integración de disciplinas y el trabajo en equipo, además de proveer de elementos para un análisis de información más crítico y reflexivo sobre el tema que se investiga, o bien, de nuevos conocimientos.

### Palabras clave

Filosofía de la Biología, interdisciplinariedad, actividad científica, análisis de información.

### Abstract

Biological sciences have common elements that group them. Which are these elements? What concepts do they share? What are their controversies nowadays? The discussion and pondering of these questions are part of the Philosophy of Biology. In this essay the development of the Philosophy of Biology, its approaches and study subjects, personalities and present challenges are described as a study branch included in the Philosophy of Sciences. At the same time particularities of biological sciences and their present day challenges are analyzed from the point of view of experimental scientists. An emphasis is done regarding the need of Biology professionals to become familiar with philosophical terms, to theorize, to generalize and to establish a conceptual structure for its field of study. When discussing general and common aspects, the Biology-Philosophy relationship favours the integration of disciplines and the team work, besides providing elements for a more critical information analysis on the research subject or on new knowledge.

### Key words

Philosophy of Biology, interdisciplinary, scientific activity, information analysis.

AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA • 27

Vergara-Santana. 2007. Rev. AIA. 11(1): 27-39

ISSN 0188789-0

## Introducción

**E**n las últimas décadas, la ciencia en sus diferentes áreas ha presentado importantes avances y generado gran cantidad de conocimiento; y desde el punto de vista del manejo de la información, en ocasiones, al investigador le es difícil estar al día con los adelantos en su campo, o bien, fácilmente pierde de vista las controversias actuales del tema que está trabajando. Sin embargo, dentro de las particularidades de cada rama del saber, existen generalidades que identifican, agrupan y distinguen a las diversas disciplinas que la conforman, y cuya aplicación es muy útil cuando se intenta analizar y ubicar un nuevo conocimiento.

En la ciencias biológicas, donde están agrupadas las disciplinas que tienen como objeto de estudio a la vida o los seres vivos (agronomía, veterinaria, genética, biología molecular, bioquímica, fisiología, ecología, entre otras), ¿qué otros aspectos las unifica?, ¿qué las hace diferentes —si es que lo son— de otras ciencias?, ¿cuáles son sus controversias actuales? El análisis y reflexión de estas preguntas son tema que aborda la llamada Filosofía de la Biología.

En este documento [un esbozo de las ideas contenidas en el presente documento, fueron expuestas en el Coloquio “Filosofía de la Biología”, organizado por el Centro de Innovación y Desarrollo Educativo Justo Sierra, celebrado en febrero de 2007 en Surutato, Sinaloa (México)] se describe el desarrollo histórico de la Filosofía de la Biología, sus temas de discusión y estudiosos contemporáneos y con ello, brindar a nuestros lectores una panorámica general que motive a su estudio y aplicación en su actividad intelectual y vida cotidiana.

### *¿Por qué una filosofía “de la Biología”?*

La filosofía como ciencia, sin ningún adjetivo y en el sentido más amplio, se ocupa del saber en todas sus formas, de discutir ideas relacionadas con la manera en que se debe elaborar y poner a prueba una explicación del mundo natural [Abbagnano, 1996]; de modo que se alcance un visión general, lo más completa posible, de lo pudiera ser la realidad [Cantieri, 1971]. Se inicia de manera formal desde los antiguos griegos; en esa época, los filósofos reflexionan principalmente sobre la moral y la religión. Entre los siglos IX y XIII predominan los debates sobre las relaciones entre fe y razón, teología y ciencia; y es en el siglo XIV donde se sientan las bases para lo que se considera la filosofía moderna, donde se discutían problemas de la vida humana y de la naturaleza [Cantieri, 1971].

La Filosofía como ciencia avanza en sus explicaciones, influida —a su vez— por progresos en otras ciencias. Así, en los años de 1920-30 surge lo que posteriormente se conoció como “Filosofía de las Ciencias”; es decir, una rama de la misma filosofía

pero dedicada especialmente al análisis de lo que sucede en el campo de la ciencia. Los filósofos de la ciencia se especializan en esclarecer los principios empleados por los científicos para elaborar sus teorías o conceptos, estudian cómo los científicos realizan su trabajo, investigan las reglas que gobiernan sus operaciones para dar respuesta a los “¿qué?”, los “¿cómo?”, los “¿por qué?”, que van encontrando en el desempeño de su actividad [Mayr, 2005].

Durante el desarrollo inicial de la filosofía de la ciencia, se consideraron —como temas modelo— a la lógica, a las matemáticas y a las ciencias físicas [Mayr, 1999]; a partir de estas disciplinas se intentaba explicar el mundo, empleando enfoques como el esencialismo, el determinismo, el universalismo y el reduccionismo (ver glosario).

Sin embargo, estos puntos de vista pronto encontraron oposición, dado que sus explicaciones tenían problemas cuando se aplicaban a las características del mundo orgánico. Entre los primeros científicos que los cuestionaron está el naturalista Ernst Mayr [2005], quien argumentó que los organismos vivos difieren de la materia inanimada por el grado de complejidad de sus sistemas y por la posesión de un programa genético. En la Biología, a diferencia de la Física o Matemáticas, está presente el pensamiento poblacionista, la probabilidad, la oportunidad, el pluralismo, la emergencia y la narración histórica [Mayr, 2005]. A lo anterior, se agrega que en los organismos se presenta un proceso biológico que es diferente a otros procesos físicos: la selección natural, misma que hace que la relación entre lo biológico y lo físico sea complejo [Brandon y Rosenberg, 2003].

Uno de los documentos iniciales de Mayr sobre temas filosóficos es donde discute el concepto de “causación” en biología [1961], y puntualiza que los organismos vivos no se pueden reducir a sólo leyes fisico-químicas, como tampoco las leyes físicas pueden explicar muchos aspectos de la naturaleza que son exclusivos del mundo vivo [Lewin, 1982].

Se presentaron nutridas discusiones acerca de la diferencia entre la Biología y la Física, que dieron como resultado que tanto científicos como filósofos participaran en la formación de una filosofía exclusiva para el estudio de la vida: la Filosofía de la Biología. Actualmente los filósofos de la biología todavía están divididos respecto a su posición sobre la autonomía de las propiedades y procesos biológicos, de las propiedades y procesos físicos; y la mayoría sostiene que la biología es autónoma de la física, mientras que una minoría niega la aseveración [Rosenberg y Kaplan, 2005].

### *¿Quién estudia la Filosofía de la Biología?*

De acuerdo con Ernst Mayr [2005], todo científico debería tener como objetivo llegar a generalizar sus conceptos de la naturaleza, con la finalidad de que éstos puedan hacer una contribución a la filosofía de la ciencia; es decir, parte de su trabajo debiera

consistir en teorizar, generalizar y establecer una estructura conceptual para su campo de estudio; y enfatiza “eso es lo que los convierte en auténticos científicos”. Sin embargo, a esta actividad de teorizar y generar conceptos, muchos filósofos de la ciencia la consideran como tarea propia de la filosofía. Como se analizará a continuación, la relación entre filósofos y biólogos, favorece el desarrollo mutuo en sus áreas de estudio. Por ejemplo, los avances de la Biología modificaron principios de la filosofía de la ciencia, lo que influyó en el rechazo al determinismo estricto y de la fe en leyes universales, la aceptación de predicciones meramente probabilísticas y de narraciones históricas, el reconocimiento de la importancia de los conceptos en la elaboración de teorías, la aceptación del concepto de población y del papel de los individuos únicos, y muchos otros aspectos del pensamiento biológico, incidieron en los fundamentos de la filosofía de la ciencia [Mayr, 2005].

La Filosofía de la Biología tuvo un desarrollo notable en los últimos 40 años, relacionándose con los avances que la Biología experimentó en el mismo tiempo; aunque el pensamiento evolutivo, propio de la Biología, se presentó desde el trabajo de Darwin y Wallace [1858], y en la posterior obra de Darwin *Sobre el origen de las especies*, en 1859 [Darwin, 1995]; es decir, hace aproximadamente 150 años. Por dicho legado, algunos científicos reconocen a Darwin como el fundador de la moderna Filosofía de la Biología, seguido por científicos y filósofos contemporáneos.

Entre los filósofos de la biología de la época actual se pueden mencionar, entre otros, a Karl Raimund Popper, autor de la obra *La lógica de la investigación científica* y del concepto *falsación*, que permite el desarrollo del método llamado “falsacionismo” [Abbagnano, 1996]. El trabajo de Popper fue de gran influencia en el desarrollo de la sistemática, específicamente en la concepción de los métodos de parsimonia y máxima parsimonia [*maximum likelihood*] [Helfenbein y DeSalle, 2005].

Otro reconocido filósofo de la Biología es Michael Ruse, quien durante más de 40 años ha trabajado en esta área, y en 1980 fundó la revista científica *Biology and Philosophy*; se considera él mismo como uno de los fundadores de esta disciplina [Ruse, 2006]. Maynard Smith fue un filósofo que durante su vida académica abordó el problema del nivel de selección, adaptacionismo y del valor de la teoría de optimización en biología evolutiva [Okasha, 2005; Sarkar, 2005]. Y, sin duda alguna, el científico Ernst Mayr fue un gran pilar para el desarrollo del tema que nos ocupa: en su trayectoria académica publicó diversas reflexiones proponiendo y apoyando la autonomía de la Biología como ciencia, generó conceptos de gran trascendencia como el “concepto biológico de especie” (CBE), propuso la “población fundadora” (*founder effect*) como elemento central para explicar el proceso de especiación peripátrida [Mayr, 2001], y publicó —a la edad de 99 años— su obra *¿What make biology unique?* [Ayala, 2004].

En 1998, David J. Hull y Michael Ruse publican una antología titulada *Philosophy of Biology*, en la cual se reproducen 36 artículos de diversos filósofos y científicos de la biología, haciendo notar los compiladores que en ninguna otra área de la filosofía de la ciencia existen filósofos y científicos cooperando para su desarrollo [Hull y Ruse, 1998]. Estos 36 artículos resumen, de manera general, de acuerdo con el criterio de los recopiladores, los principales temas tratados en el área, así como el avance histórico por el que se ha transitado. Entre algunos de los autores de dichos artículos se encuentran los mismos Hull y Ruse, además de Richard Dawkins (científico y filósofo, aborda temas de evolución), Stephen Jay Gould (paleontólogo, falleció en el año 2002), Elliott Sober (filósofo), Michael J. Donoghue, John Maynard Smith (filósofo, falleció en el año 2004), Alexander Rosenberg (filósofo) y Ernan McMullin (filósofo).

Francisco J. Ayala es un científico que nació en España, nacionalizado en Estados Unidos y profesor en la Universidad de Irvine, California. Se le ubica tanto como científico experimental, como por sus aportes a la Filosofía de la Biología.

En México se reconoce a Ana Barahona Echeverría como pionera en los estudios históricos y filosóficos de la ciencia desde 1980; Barahona, junto con Rosaura Ruiz Gutiérrez (cuya línea de investigación central es sobre la teoría evolutiva), y Edna Suárez Díaz (con línea de investigación sobre historia y filosofía de la biología molecular), imparten cursos de Filosofía en la licenciatura de Biología de la Universidad Autónoma de México.

Actualmente, gracias al avance tecnológico y acceso de información en instituciones educativas, los currículos de un gran número de científicos pueden consultarse vía internet en las páginas de las universidades donde laboran. Cuando se revisa el *currículum vitae* de la mayoría de los filósofos de la biología antes citados, se observa que su producción científica está reportada principalmente en libros, y claro, además de artículos en revistas científicas; probablemente, por la necesidad de discutir de manera amplia sus reflexiones y propuestas. Entre los científicos-filósofos, con sus excepciones, predomina la publicación en revistas.

En cuanto a la delimitación de funciones entre los científicos y los filósofos, ¿dónde termina el trabajo del científico e inicia el del filósofo de la biología?, ¿existe un límite para el desarrollo de la actividad reflexiva? Desde el punto de vista del científico, y como lo señaló Mayr (mencionado en párrafos anteriores), se debiera invertir parte del trabajo en teorizar, generalizar y establecer una estructura conceptual propia de su campo de estudio. Y los filósofos, con su trabajo de similar importancia, apoyan, orientan y complementan la actividad reflexiva de los científicos. Sin embargo, científicos y filósofos coinciden en la necesidad de respetar su ámbito de trabajo [Ruse, 2006]. Y aunque los filósofos de la ciencia mencionan de manera frecuente que sus reglas metodológicas —producto de su análisis en la actividad de los científicos—, son

puramente descriptivas y no prescriptivas, muchos de ellos parecen considerar que su tarea consiste en determinar lo que *deberían* hacer los científicos [Mayr, 2005].

### ¿Qué enfoques y temas se presentan en el estudio de la Filosofía de la Biología?

En los estudios de esta disciplina pueden presentarse, de manera general, dos enfoques: 1) *Conceptual*: se estudian los principales conceptos filosóficos como son, pensamiento poblacional, la causalidad dual (leyes físicas y programa genético) de todos los procesos biológicos, teleología o su ausencia (la falta de metas o propósitos), reduccionismo, modos de selección, pluralismo, continuidad *versus* discontinuidad, predicción, y emergencia. 2) *Biológicos*: la discusión se centra en los principales procesos o fenómenos biológicos: la naturaleza de la vida, genes, desarrollo fenotípico, regulación de genes, blancos de selección, especie, especiación, territorialidad, asexualidad, adaptación, nicho, biodiversidad, extinción y emoción [Mayr, 1999].

Uno de los temas principales que se abordaron en la filosofía de la biología hace cuatro décadas, es el estatus de la teoría evolutiva [Ruse, 2006]. Esta teoría es vista como la piedra fundacional de la Biología moderna y establece las bases de cómo la raza humana se comprende a sí misma [Browne, 2006]. La teoría es integradora, ya que intenta unificar el saber biológico en la explicación de la evolución y tiene como objetivos centrales deducir la historia de la evolución y elucidar sus mecanismos [Ruiz y Ayala, 2002]. Al considerarse conocimientos de genética y matemáticas pasó a ser conocida como la “teoría sintética de la evolución”, y actualmente, a la luz de nuevos aportes que fortalecen sus principios básicos, los científicos Kutschera y Niklas [2004] proponen una “moderna teoría de evolución biológica”, tema que está en discusión.

Otro tema biológico actual es sobre la “teoría del equilibrio puntuado”, la cual sugiere que la divergencia entre especies se caracteriza por largos periodos de estabilidad seguidos por cortos y bruscos cambios puntuados de evolución, asociados con especiación; es decir, con la generación de nuevas especies [Gould y Eldredge, 1993]. Lo nuevo es que la teoría que antes sólo se aplicaba en situaciones de macroevolución (evolución arriba del nivel de especie), ahora también se emplea en la explicación de procesos observados a nivel molecular, a nivel de locus genético (microevolución) [Pagel *et al.*, 2006].

Un tema adicional es la discusión sobre el concepto de especie en los que existen diferentes conceptos; entre ellos, el tipológico, nominalista, filosófico, evolutivo, filogenético, y el más aceptado: el concepto biológico de especie propuesto por Mayr en 1940, el cual lo define como “un conjunto de poblaciones naturales capaces de cruzarse unas con otras, y aisladas reproductivamente (genéticamente) de otros grupos similares por barreras fisiológicas o de comportamiento” [Mayr, 2005]. El concepto biológico de especie, por su definición, se adapta sólo a los organismos con reproducción

sexual, y una de sus controversias es: ¿cómo diferenciar especies en organismos con reproducción asexual? Ante esta situación se han propuesto otros conceptos de especie, que son aceptados por unos y cuestionados por otros. De acuerdo con el especialista en este tema, el científico James Mallet [2006], aun cuando el concepto de especie y los criterios para definirlo continuarán debatiéndose todavía por algún tiempo, pueden ponerse a prueba hipótesis evolutivas, independientemente del rango taxonómico preciso.

Y, sin duda, un tema candente —principalmente en países desarrollados— es el avance del creacionismo, manifestado en el llamado “diseño inteligente” [Millar *et al.*, 2006]. La existencia de científicos creacionistas es una situación presente de manera recurrente, como por ejemplo, Theodosius Dobzhansky, quien es recordado no sólo por su importante aporte a la teoría sintética de la evolución, sino también por su famoso ensayo: *Nothing in biology makes sense except in the light of evolution* [Dobzhansky, 1973], documento donde explícitamente manifiesta su creencia religiosa, así también su actitud de mente abierta y anti-dogmática. Contrario a los modernos creacionistas del diseño inteligente, quienes se han caracterizado por su radicalidad del discurso y refutación irracional de los hechos que dan evidencia de evolución por selección natural [Kutschera, 2006].

Los anteriores son sólo algunos ejemplos de los temas que se abordan y discuten en la Filosofía de la Biología.

### ¿Cuáles son los retos actuales en las ciencias biológicas?

La Biología es actualmente una disciplina integradora. Las diferentes temáticas derivadas de la misma, constituyen subdisciplinas con amplio bagaje de conocimientos, cada vez más especializados, desde el nivel molecular al de ecosistema, descansando todas ellas en principios darwinianos. Así, la Biología presenta preguntas o problemas científicos a discutir, donde se involucran conceptos muy generales como ¿qué es la vida? [Murphy O’Neill, 1999], o bien, el gen, la proteína, o la molécula. Pese a esta diversidad, cada problema que se plantea presenta dos facetas: una funcional, que se aborda con las preguntas del “¿qué?” y “¿cómo?”; y otra, evolutiva, la cual se trata con el “¿por qué?” [Lewin, 1982].

Los retos actuales en las ciencias biológicas se presentan a través de las preguntas científicas de mayor relevancia en cada una de sus disciplinas, así como las resultantes de la interdisciplinaridad. Por ejemplo, gracias a la acumulación rápida de información en bases genómicas que pueden apoyar para responder preguntas sobre cómo funcionan los organismos en sus ambientes naturales, y más aún, cómo operan las comunidades ecológicas [Levin, 2006], se pueden relacionar la genética y la ecología, lo que representa la unión del enfoque de lo macro con lo micro. De manera específica se

plantean las preguntas: ¿existen condiciones particulares que provoquen selección para novedades y para una alta velocidad de mutación o recombinación?, ¿qué hay acerca del comportamiento cooperativo?, ¿cuál es la relación entre la distribución de genes virales específicos y genes de otros organismos?, y ¿podemos comenzar a inferir a partir de esta información de distribución el posible rol de virus a través de la diversidad oceánica? [Levin, 2006].

Asimismo, se han generado preguntas con conceptos que requieren estudios interdisciplinarios, como lo es el de *robustez*, que de acuerdo con Hammerstein *et al.* [2006], se define como la habilidad de un sistema para mantener su funcionalidad a través de un rango amplio de condiciones operacionales. Este concepto está ligado a condiciones cambiantes, extremas, como podrían ser las experimentadas con la problemática ambiental global. Algunas de estas preguntas son: ¿qué características le confieren robustez a los sistemas?, ¿qué tan diferente podríamos esperar la robustez de diferentes ecosistemas, dependiendo de si la selección está operando de manera primaria en todo el sistema o sólo en sus partes?, ¿cómo se sacrifica la robustez frente a la adaptabilidad?, ¿cuándo se produce (emerge) la sincronía?, y, ¿podemos derivar lecciones de la historia evolutiva para promover cooperación en la comunidad global? [Levin, 2006].

Lo anterior también se ubica dentro de la división de la Biología conocida como biología evolutiva, y en la cual una pregunta actual es sobre la evolución de las llamadas características complejas, relacionadas con los sistemas adaptativos complejos, donde los patrones macroscópicos reflejan la dinámica colectiva de las unidades individuales a bajo nivel de organización y el efecto de retroalimentación [Soyer y Bonhoeffer, 2006].

De acuerdo con lo arriba expuesto, las preguntas de gran relevancia para el avance de las ciencias biológicas, que involucran a más de una disciplina, se hace patente la necesidad de la inter y multidisciplinaridad.

### ¿Cuáles son los temas de discusión actual de la Filosofía de la Biología?

Un criterio para conocer cuáles son los temas actuales a discutir en filosofía de la biología, podría ser el análisis de índices de libros de filósofos con reconocimiento internacional. Aplicando dicho juicio, se analizó la compilación de artículos que en el año 1998 realizaron David Hull y Michael Ruse (*Philosophy of Biology*), donde presentan diez temas en los que ubican 36 documentos; éstos son:

- 1) Adaptación
- 2) Desarrollo
- 3) Unidades de Selección
- 4) Función

- 5) Especie
- 6) Naturaleza Humana
- 7) Altruismo
- 8) Proyecto Genoma Humano
- 9) Progreso
- 10) Creacionismo

En esta obra, llama la atención la incorporación de la temática del creacionismo, que desde los tiempos antiguos —donde se discutía cuestiones del saber— fue un asunto polémico, como lo es aún en la época actual. Asimismo, los temas del Altruismo y Naturaleza Humana, que aunque se tratan de manera separada, en nuestros días se intenta conocer, si es que existen, las bases moleculares del comportamiento altruista humano [Bowles, 2006].

En otro documento, Robert Brandon y Alexander Rosenberg [2003], proponen cuatro temas centrales:

- 1) Vitalismo y funcionalismo
- 2) Adecuación, falsacionismo y naturaleza de leyes biológicas
- 3) Reduccionismo molecular
- 4) Reduccionismo génico y niveles de selección

Además de presentar una “agenda de la filosofía de la biología”. Al igual que el caso anterior, el creacionismo, con el concepto de “vitalismo”, está en discusión. En la presentación sobre su agenda, los autores señalan propuestas de estudios que tienen relación con los cuatro temas centrales que discuten.

En la subdisciplina de la biología conocida como EvoDevo (Evolutionary Development), Michael Ruse [2006], propone como temas de interés la relación EvoDevo y la paleontología, así como EvoDevo y la evolución humana; y se plantea la pregunta: ¿qué significa EvoDevo para la evolución humana? y, particularmente, ¿tiene implicaciones para el pensamiento, la cultura, todo aquello que asociamos con la realidad humana y lo que la hace distinta? En otras palabras, el autor reflexiona sobre el significado de un conocimiento para la percepción humana, y cómo éste puede, o no, influir en su vida diaria. Son aspectos que un científico rara vez se plantea, y que tienen relación estrecha con su actividad.

Otras preguntas más, en el campo de EvoDevo, son las mencionadas por Robert Brandon y Alexander Rosenberg [2003], enmarcadas más en biología molecular, filogenia y genómica: ¿cuál es la naturaleza de la variación?, ¿cómo las mutaciones puntuales se transforman en variaciones orgánicas (variaciones a nivel del organismo)? En el paso de archaeobacteria a metazoos, ¿cuál transición evolutiva es la más probable, cuál la menos?, ¿cuáles son las características “naturales” sobre las que opera la evolución?, ¿el conocimiento profundo del desarrollo revela nuevos principios

que deben agregarse para una teoría evolutiva completa?, ¿se desplazará del centro la genética molecular?, ¿cómo trataremos los datos puramente numéricos y masivos, resultado de la secuenciación “del” genoma humano?

Los métodos automatizados de generación de hipótesis seguramente se desarrollarán, como lo fueron de manera exitosa en la sistemática, y esta suerte de datos algorítmicos: ¿qué nos dicen acerca de la ciencia? Esta manera de tratar la generación de conocimiento, de acuerdo con los autores antes mencionados, nos traslada nuevamente al método inductivo. Es de resaltar que los autores antes citados se desarrollan en el campo de la filosofía, y las preguntas que se plantean son de gran relevancia para el avance de las ciencias biológicas; algunas de ellas bien podrían considerarse como generadas por científicos experimentales.

Finalmente, en temas relativos a otra subdisciplina de la biología, la ecología, también está presente en la discusión filosófica, y se plasma en las siguientes preguntas [Brandon y Rosenberg, 2003]: ¿qué unifica la ecología?, ¿cuál es la relación entre ecología y biología evolutiva?, ¿cuál es la relación entre diferentes niveles de análisis ecológico, desde el rango de nivel de comunidad a la biosfera completa? Y las implicaciones éticas y políticas de los asuntos que se abordan, como: ¿qué es diversidad?, ¿cómo puede cuantificarse?, ¿por qué deberíamos preservarla? Los asuntos ecológicos son actualmente asuntos de supervivencia del humano; son, por tanto, temas de vital importancia que están presentes en la mayoría de las reuniones de científicos; clara expresión de la unión de científicos y filósofos de la biología.

## Conclusiones

Para efectos prácticos, la generación de conocimientos se parceló, se realizaron divisiones ficticias que facilitarían una mejor aproximación a la realidad estudiada. Con la división, se promovió la especialización, con frecuencia en detrimento de la generalización; favoreciendo que en ocasiones se descontextualizara el sujeto de estudio. Se realizan estudios aislados, muy específicos, dejando de lado la integración del conocimiento, y con ello, la actividad de teorizar y conceptualizar, producto de la reflexión de resultados.

Por otro lado, los mismos generadores de conocimiento, ya impregnados de esta estructura fragmentada, se auto-limitan o tratan de restringir la actividad reflexiva a un campo específico: la filosofía. Sin embargo, el mismo avance científico proclama para su desarrollo futuro el regreso a la inter o multi-disciplinaridad. Las preguntas científicas se plantean cada vez más complejas, y es también más evidente la necesidad de integrar [Brandon y Rosenberg, 2003], unificar ciencias, e incrementar la probabilidad de obtener explicaciones también más completas. Por ejemplo, integrar las explica-

ciones moleculares con las fenotípicas, lo que incluye obtener explicaciones de niveles diferentes, favoreciendo con ello el enfoque pluralista, útil ante la ausencia de una teoría unificadora [Mitchell y Dietrich, 2003].

Lo que pareciera difícil, y sin embargo, existen ya propuestas para realizarse, es reconciliar el fisicismo y anti-reduccionismo con la biología [Rosenberg y Kaplan, 2003]. Es decir, la aceptación e integración de las ciencias físicas, y el reduccionismo con la biología.

En este ámbito de análisis general, resulta importante que los estudiosos de las ciencias biológicas dirijan su atención hacia los aportes que realiza la filosofía de la biología, dado que proporcionan un marco de referencia, para ubicar en un contexto más amplio, el tema de estudio que se investiga y los temas relacionados. De igual manera, favorece la integración de disciplinas, el trabajo en equipo, y provee elementos para un análisis de información más crítico y reflexivo.

### *Glosario*

La definición de los conceptos fue tomada de los documentos de Mayr (2005) y Abbagnano (1996).

#### *Creacionismo*

Creencia en la veracidad literal del relato de la Creación, tal como se menciona en el libro del Génesis.

#### *Determinismo*

Teoría que afirma que el resultado de todo proceso está estrictamente predeterminado por causas concretas y leyes naturales, por lo que teóricamente puede ser predecible.

#### *Emergencia*

En un sistema cualquiera, es la aparición de características en los niveles superiores de integración, que no se podrían haber predicho a partir del conocimiento de los componentes de los niveles inferiores.

#### *Esencialismo*

Creencia en que la diversidad de la naturaleza se puede reducir a un número limitado de clases básicas, que representan tipos constantes y bien delimitados. Representa al pensamiento tipológico. Alude a la falta de cambio de los organismos.

#### *Falsacionismo*

Método sugerido por Karl Popper para someter a prueba las afirmaciones empíricas, y se realiza mediante tentativas sistemáticas de encontrarlas en error. Entre más pruebas resista la afirmación es menos falseable.

#### *Método inductivo*

Procedimiento que de lo particular lleva a lo universal.

### *Pensamiento poblacionista*

Punto de vista que insiste en el carácter único de cada individuo en las poblaciones de especies con reproducción sexual; el ser único (unicidad) provoca la variabilidad de las poblaciones; es lo contrario del pensamiento esencialista y tipológico.

### *Pluralismo*

Reconocimiento de la posibilidad de soluciones diferentes de un mismo problema o de interpretaciones diferentes de una misma realidad o concepto, de una diferenciación de factores, o desarrollos en el mismo campo.

### *Reduccionismo*

Filosofía que afirma que todos los fenómenos y leyes referentes a fenómenos complejos (incluyendo los procesos biológicos), se pueden explicar reduciéndolos a sus componentes más pequeños, y que los niveles de integración superiores de estos sistemas se pueden explicar conociendo los componentes de los niveles inferiores.

### *Teleología*

Estudio de la existencia, real o aparente, de procesos naturales dirigidos a un fin.

### *Universalismo*

Toda doctrina anti-individualista, afirma la subordinación del individuo a una comunidad cualquiera. Contrario al pensamiento poblacionista.

## Literatura citada

- Abbagnano, N. 1996. *Diccionario de filosofía*. Fondo de Cultura Económica. México. 1,206 pp.
- Ayala, F. J. 2004. *What makes biology unique? Ernst Mayr at 100*. *History & Philosophy of the Life Sciences*. 26(2):243-25.
- Bowles, S. 2006. *Group competition, reproductive leveling, and the evolution for human altruism*. *Science*. 324:1569-1572.
- Brandon, R. and Rosenberg, A. 2003. *Past present, and prospective problems in the philosophy of biology*. Clark, P. y K. Hawley (Edit.). *Philosophy of science today*. Oxford University Press. London. 312 pp.
- Browne, J. 2006. *A fresh look at Darwin*. *Science*. 314:1086-1087.
- Cantieri, G. 1971. *Diccionario manual enciclopédico para todos*. 1, 964 pp.
- Darwin, C. 1995. *On the origin of species*. Harvard University Press. London, England. 513 pp.
- Darwin, C. and Wallace, A. R. 1858. *On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection*. *Journal of Proceeding of the Linnean Society of London. Zoology*. 3:46-50. Disponible en: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F350&viewtype=text&pageseq=1>. (Obtenido el 26 de noviembre de 2006).
- Dobzhansky, T. 1973. *Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*. *The American Biology Teacher*. 35:125-129.
- Gould, S. J. y Eldredge, N. 1993. *Punctuated equilibrium comes of age*. *Nature*. 366:223-227.
- Hammerstein, P.; Edward H. Hagen; A. V. M. Herz and H. Herzel. 2006. *Robustness: A key to evolutionary design*. *Biological Theory*. 1(1):90-93.

- Helfenbein, K. G. and R. DeSalle. 2005. *Falsifications and corroborations: Karl popper's influence on systematics*. Molecular Phylogenetics and Evolution. 35:271-280.
- Hull, D. and M. Ruse. 1998. *The philosophy of biology*. Oxford University Press. New York. 772 pp.
- Kutschera, U. 2006. *Dogma, not faith, is the barrier to scientific enquiry*. Nature. 443:26.
- Kutschera, U. and K. J. Niklas. 2004. *The modern theory of biological evolution: An expanded synthesis*. Naturwissenschaften. 91:255-276.
- Levin, S. A. 2006. *Fundamental questions in biology*. PLOS Biology. 4(9):1471-1472.
- Lewin, R. 1982. *Biology is not postage stamp collecting*. Science. 216:718-720.
- Mallet, J. 2006. *Species concepts*. Fox, C. and Wolf, J.B. (Edit.). *Evolutionary genetics*. Concepts and case studies. Oxford University Press. Oxford. 367-373 pp.
- Mayr, E. 1961. *Cause and effect in biology*. Science. 134:1501-1506.
- Mayr, E. 1999. *Philosophy of science: Structure for theories of biology*. Science. 285(5435):1856-1857.
- Mayr, E. 2001. *What evolution is*. Basic Books. USA. 318 pp.
- Mayr, E. 2005. *Así es la biología*. Debate. México. 326 pp.
- Miller, J. D.; E. C. Scott y S. Okamoto. 2006. *Public acceptance of evolution*. Science. 313:765-766.
- Mitchell, S. D. and M. R. Dietrich. 2006. *Integration without unification: An argument for pluralism in the biological sciences*. The American Naturalist. 168:S73-S79.
- Murphy, M. P. y L. A. J. O'Neill. 1999. *La biología del futuro. ¿Qué es la vida? Cincuenta años después*. Tusquets Editores, S. A. Barcelona, España. 262 pp.
- Okasha, S. 2005. *Maynard smith on the levels of selection question*. Biology and Philosophy. 20(5):989-1010(22).
- Pagel, M.; C. Venditti y A. Meade. 2006. *Large punctuational contribution for speciation to evolutionary divergence at the molecular level*. Science. 314:119-121.
- Rosenberg, A. y D. M. Kaplan. 2005. *How to reconcile physicalism and antireductionism about biology*. Philosophy of Science. 72:43-68.
- Ruiz, R. y F.J. Ayala. 2002. *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: La evolución y sus polémicas*. Universidad Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México. 293 pp.
- Ruse, M. 2006. *Forty years a philosopher of biology: Why EvoDevo makes me still excited about my subject*. Biological Theory. 1(1):35-37.
- Sarkar, S. 2005. *Maynard smith, optimization, and evolution*. Biology and Philosophy. 20(5):951-966.
- Soyer, O. S. and S. Bonhoeffer. 2006. *Evolution of complexity in signaling pathways*. PNAS. 103(44):16337-16342.

Recibido: Marzo 30, 2007

Aceptado: Mayo 17, 2007

- Un esbozo de las ideas contenidas en el presente documento, fueron expuestas en el Coloquio "Filosofía de la Biología", organizado por el Centro de Innovación y Desarrollo Educativo Justo Sierra, celebrado en febrero de 2007 en Surutato, Sinaloa (México).



Título: *Dos mitades, un entero*

Técnica: Chapopote aplicado con papel a dos manos sobre cartulina

Autor: Adoración Palma

---

40 • *AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA*

Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2007 • 11(1)

ISSN 0188789-0

# Sustitución de alimento comercial por excretas en la dieta de conejos en crecimiento

Substitution of commercial feed for manure in the diet of rabbits in growth

Castillo-Rodríguez, S. P.; Aguilar-Reyes, J. M.; Lucero-Magaña, F. A. y Martínez-González, J. C.\*

División de Estudios de Postgrado e Investigación,  
Unidad Académica Multidisciplinaria, Agronomía y Ciencias  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87149  
\*Correspondencia: jmartinez@uat.edu.mx

## Resumen

La presente investigación se llevó a cabo para evaluar el efecto de la sustitución de alimento comercial por una mezcla de excretas [gallinas, cerdos y vacas] sobre el crecimiento de conejos Nueva Zelanda. Se utilizaron 30 animales con un promedio de peso de  $600 \pm 18.2$  g, y edad de 35 días, los cuales se colocaron en jaulas individuales. Los tratamientos consistieron en la sustitución parcial del alimento comercial en niveles de 0, 15, 20, 25, 30 y 35%, con una mezcla de excretas (gallinaza, cerdaza y bovinaza). La prueba tuvo una duración de 42 días, el alimento y agua de bebida fueron ofrecidos *ad libitum*. Todos los días se pesó el alimento ofrecido y el rechazado; el peso de los animales se registró semanalmente. Las medias generales  $\pm$  desviación estándar para ganancia de peso, consumo de alimento y digestibilidad aparente fueron  $866 \pm 129$  g,  $3.02 \pm 0.35$  kg y  $64.0 \pm 0.5\%$ , respectivamente. La ganancia de peso, consumo de alimento y digestibilidad aparente fueron afectadas por el nivel de excretas en la ración ( $P < 0.05$ ). La ganancia de peso decreció, mientras el consumo de alimen-

## Abstract

The present investigation was carried out to evaluate the effect of the substitution of commercial feed for manure (hens, pigs and cows) on the growth of New Zealand rabbits. Thirty animals with  $600 \pm 18.2$  g of weigh and 35 days age were located in individual pens. The treatments consisted on the partial substitution of the commercial feed at levels 0, 15, 20, 25, 30, and 35% of dried manure (hens, pigs and cows). The experiment had duration of 42 days; the feed and water were *ad libitum*. Every day feed offered and rejected were weighted, and the weight of the rabbits were registered weekly. The general means  $\pm$  standard deviation for total gain, feed consumption and apparent digestibility were  $866 \pm 129$  g,  $3.02 \pm 0.35$  kg and  $64.0 \pm 0.5\%$ , respectively. The total gain, feed consumption and apparent digestibility were affected ( $P < 0.05$ ) for the level of manure in the ration. The total gain was reduced and the food consumption was increased in the highest levels in inclusion of manure. The food conversion was similar in all the treatments ( $P > 0.05$ ), but the apparent digestibility was unfavo-

AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA • 41  
Castillo-Rodríguez et al. 2007. Rev. AIA. 11(1): 41-48  
ISSN 0188789-0

to se incrementó en los niveles más elevados de inclusión de excreta. La conversión alimenticia fue similar en todos los tratamientos ( $P > 0.05$ ), pero la digestibilidad aparente fue menor en los niveles de 30 y 35% de excretas. Se puede concluir que las excretas pueden ser usadas hasta en un 25% con resultados satisfactorios y sin efectos adversos sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

### *Palabras clave*

Alimentación, excretas, lagomorfos.

able in the levels of 30 and 35% of manure. It was concluded that manure can be used up to 25% with favorable results and without adverse effects on the total gain weight and the food conversion.

### *Key words*

Feeding, manure, lagomorphs.

## Introducción

**E**n México, el consumo de carne de conejo es limitado. Sin embargo, los conejos son una especie potencialmente productora de carne, que aunado a su bajo costo de explotación, presentan características como: alta conversión alimenticia, gran prolificidad, rápido crecimiento, facilidad de manejo y área de explotación reducida; añadiéndose a todo esto, la textura, suavidad y sabor de la carne que contiene de 20 a 30% de proteínas.

Hoy en día, los altos costos de los alimentos concentrados obligan a buscar nuevos insumos que no pueden ser utilizados por los humanos pero que los animales pueden transformar en proteínas comestibles. Dentro de estos ingredientes se pueden encontrar desechos vegetales y animales; por ejemplo, las excretas de aves, cerdos y bovinos.

Smith y Wheeler [1979] desde hace más de 25 años mencionaron las ventajas de utilizar las excretas en la alimentación animal. Similarmente, Fontenot [1997] señala que el estiércol de vacuno, cerdo y algunos otros subproductos y desechos animales son la alternativa para disminuir los costos de alimentación, debido a su contenido nutricional y su disponibilidad en grandes volúmenes.

El contenido de nutrientes y la digestibilidad de las excretas de animales dependen ampliamente del tipo y edad del animal, del régimen alimenticio, de las condiciones en que son mantenidos, del manejo de las heces y los métodos usados en la separación de los componentes sólidos y líquidos de las heces [Ly, 2005]. El valor nutricional de las excretas ha sido ampliamente documentado. Las excretas de aves tradicionalmente han sido utilizadas como suplemento proteínico para rumiantes [Padilla *et al.*, 2000]; no obstante, también son ricas en fósforo, calcio y otros minerales [Aguilar *et al.*,

1987]. Las excretas de cerdos y bovinos también son una fuente de proteínas y minerales [Duarte *et al.*, 1990].

Por otro lado, los conejos habitualmente practican la cecotrofia, algunas veces denominadaseudorumia, la cual se refiere a la ingestión de gránulos fecales suaves. Este hábito ha sido investigado y se cree que suministra las cantidades necesarias de aminoácidos y vitaminas del complejo B; además de que permite la sucesiva digestión de la fibra y pone a disposición otros nutrientes, pasándolos por segunda vez a través del canal digestivo.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la sustitución parcial de alimento comercial por una mezcla de excretas (gallinaza, cerdaza y bovinaza) en la dieta de conejos Nueva Zelanda en crecimiento.

## Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en una huerta particular ubicada en el kilómetro 20 de la carretera Victoria-Mante, municipio de Victoria, Tamaulipas. El local fue previamente desinfectado y enalado; se utilizaron 30 jaulas individuales de madera y alambre de 60 x 60 cm, las cuales contaban con comedero, bebedero y recolector de heces. Para este estudio se emplearon 30 conejos de la raza Nueva Zelanda, sin sexar, de 35 días de edad (destetados) y con un promedio de peso de  $600 \pm 18.2$  g. El experimento tuvo una duración de 42 días.

La gallinaza se obtuvo de una granja de gallinas productoras de huevo de la zona centro de Tamaulipas; las excretas de vacas se consiguieron directamente de la sala de ordeño de la Posta Zootécnica de la Unidad Académica Multidisciplinaria, Agronomía y Ciencias (vacas en pastoreo con suplementación); y las excretas de cerdos fueron obtenidas de la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de una engorda de cerdos en finalización. Todas las excretas, después de recolectadas, fueron llevadas a un local con piso de concreto y techo de lámina para dejar que se secaran ( $< 15\%$  de humedad), para lo cual se movían al menos dos veces al día. Posteriormente fueron molidas al tamaño de las partículas del alimento comercial y se mezclaron en partes iguales (gallinaza, cerdaza y bovinaza).

En el presente experimento los tratamientos consistieron en la sustitución parcial del alimento comercial por una mezcla de excretas en niveles de 0, 15, 20, 25, 30 y 35%. La mezcla de alimento y excretas fue proporcionada *ad libitum*, diariamente, por las mañanas.

Muestras de alimento y de excretas se enviaron al laboratorio para su análisis proximal.

Las variables estudiadas fueron: ganancia de peso total (GPT), consumo de alimento (COA), conversión alimenticia (CVA) y coeficiente de digestibilidad aparente

te (CDA). La GPT fue estimada por la diferencia entre el peso inicial y final de los conejos, el COA se evaluó diariamente; para ello se pesó el alimento ofrecido y el rechazado. La CVA fue determinada semanalmente por la fórmula general que considera el alimento consumido y la ganancia de peso. Por último, el CDA se estimó con la fórmula tradicional que se describe a continuación [Flores, 1980]:

$$\text{CDA} = ((\text{AC} - \text{AE})/\text{AC}) * 100$$

Donde:

CDA = coeficiente de digestibilidad aparente

AC = alimento consumido (kg en base a materia seca)

AE = alimento excretado (kg de heces en base seca)

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, donde los bloques fueron las camadas (cinco) y seis tratamientos (niveles de excretas: 0, 15, 20, 25, 30 y 35%), considerándose un conejo como unidad experimental [SAS, 2001]. Se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de ( $P < 0.05$ ).

## Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis proximal del alimento comercial y de las excretas (gallinaza, cerdaza y bovinaza). Cabe destacar que el contenido de proteína bruta, en el caso de la cerdaza, fue de 28.2%.

Cuadro 1. Análisis proximal del alimento comercial y de las excretas de gallina, cerdo y bovino lechero.

Nutriente	Alimento comercial	Excretas		
		Gallinaza	Cerdaza	Bovinaza
Proteína cruda (%)	17.0	22.3	28.2	13.8
Extracto etéreo (%)	2.0	2.9	4.7	0.8
Fibra cruda (%)	15.0	39.5	21.6	29.1
Extracto libre de Nitrógeno (%)	46.0	28.0	26.9	31.6
Cenizas (%)	8.0	14.0	18.6	27.7
Humedad (%)	12.0	4.9	11.3	9.7

Por otro lado, la media general para GPT fue de  $866 \pm 129$  g; esta variable fue afectada significativamente ( $P < 0.05$ ) por el nivel de excretas en la dieta de los conejos. En el Cuadro 2, se observan las medias de GPT por tratamiento; se puede

notar que los conejos con el tratamiento con 25% de excretas obtuvieron  $1010 \pm 129$  g, la cual fue mayor ( $P < 0.05$ ) a la que alcanzaron los conejos alimentados con 30 y 35% de excretas en la dieta.

En cuanto al consumo de alimento (COA), la media fue de  $3.02 \pm 0.35$  kg, el análisis estadístico mostró que los tratamientos afectaron significativamente ( $P < 0.01$ ), observándose que el tratamiento con 35% de excretas tuvo el menor consumo con 2.70 kg, mientras que el grupo testigo consumió mayor cantidad de alimento (3.26 kg).

La media para CVA fue de  $3.51 \pm 0.71$  sin efectos significativos ( $P > 0.05$ ) debidos a tratamiento.

Por último, la media general para DGA fue de  $64.0 \pm 0.5\%$  con efectos significativos ( $P < 0.05$ ) debidos a tratamientos. En el Cuadro 2 se pueden apreciar las medias por tratamientos, observándose que el tratamiento testigo (sólo alimento comercial) tuvo la mejor DGA con 68%, mientras que los conejos con los tratamientos con 30 y 35% de excretas en el alimento sólo digirieron el 58% de él.

Cuadro 2. Medias de ganancia de peso total, consumo de alimento, conversión alimenticia y digestibilidad aparente de alimento comercial con diferentes proporciones de excretas para conejos Nueva Zelanda en crecimiento.

Tratamiento (% de excreta)	Ganancia de peso total (g)	Consumo de alimento (kg)	Conversión alimenticia	Digestibilidad aparente (%)
00	947a	3.26a	3.44	68a
15	894ab	3.07ab	3.43	66a
20	844ab	2.95 b	3.50	66a
25	1010a	3.25a	3.22	67a
30	783 b	2.90 b	3.70	58 b
35	720 b	2.70 b	3.75	58 b
Error estándar	$\pm 9.66$	$\pm 0.28$	$\pm 0.29$	$\pm 1.58$
Media	866	3.02	3.51	64

a, b en la misma columna son diferentes  $P < 0.05$

## Discusión

La gallinaza y la cerdaza tuvieron mayor contenido de proteína que el alimento comercial y la bovinaza, parte de este nitrógeno se encuentra formando compuestos nitrogenados no proteicos. Radwan *et al.* [1994] encontraron que las excretas de cerdos secas y molidas tenían un contenido de proteína cruda del 26.2%. Similarmen-

te, Padilla *et al.* [2000] encontraron que la proteína en la cerdaza alcanzó niveles del 27.6%.

Radwan [1994] encontró que la composición química de las excretas de bovinos lecheros tenía valores muy similares a los del presente estudio. Este autor señaló que los porcentajes para proteína cruda, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y cenizas fueron 14.3, 30.5, 32.0 y 20.4%, respectivamente.

Estos resultados sugieren que la utilización de excretas de animales no rumiantes, e inclusive de rumiantes, pueden ser buenas alternativas para bajar los costos de la alimentación de conejos [Duarte *et al.*, 1990; Fontenot, 1997; Padilla *et al.*, 2000; Ly, 2005].

La GPT de los conejos del presente estudio fue menor a la encontrada en la literatura [García *et al.*, 2006; Guzmán y Rivas, 2005]. La GPT fue afectada ( $P < 0.05$ ) por el nivel de excretas en la dieta de conejos en crecimiento. Estos resultados no están de acuerdo con los encontrados por Radwan *et al.* [1994] y Radwan [1994], quienes observaron que la sustitución de alimento concentrado por excretas de cerdo y bovino, no afectó la ganancia de peso de los conejos. Cabe destacar que ambos trabajos se hicieron con dietas isoenergéticas e isoproteicas [Radwan *et al.*, 1994; Radwan, 1994]. Situación que en este experimento no fue controlada variando el contenido de proteína cruda (PC) desde el 17% para el tratamiento testigo (sólo alimento comercial) hasta 18.54% de PC en el tratamiento con 35% de excretas.

La GPT del grupo de conejos con alimento comercial fue superada por los conejos en los tratamientos, con 15, 20 y 25% de excretas. Sin embargo, en los niveles de 30 y 35% de excretas en la dieta de conejos la GPT fue inferior. Guzmán y Rivas [2005], comprobaron que no existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la ganancia de peso de conejos, entre la dieta testigo y las que incluyeron 10, 20 y 30% de excretas de cerdo fermentadas, como reemplazo de la proteína. Pero sí encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) cuando la inclusión fue del 40% ó más. La GPT de conejos que recibieron alimento comercial fue similar a las citadas por Nieves *et al.* [1996] y Nieves *et al.* [2002], pero inferior a la encontrada por García *et al.* [2006].

Con relación al COA, a medida que se incrementó el porcentaje de excretas en la dieta de los conejos, disminuyó el consumo, excepto en el tratamiento con 25% de excretas. Estos resultados no concuerdan con los señalados por Radwan *et al.* [1994], quienes encontraron que el COA aumentó conforme se incrementaba el nivel de excreta (cerdaza) en el alimento. No obstante, García *et al.* [2006] encontraron que el COA en conejos alimentados con concentrados comerciales fue en promedio de 3.88 kg, el cual fue superior al del presente experimento, en 0.86 kg, con un rango de 0.62 a 1.18 kg, entre los conejos que consumieron más y menos alimento.

Por otro lado, la CVA no fue afectada por los tratamientos ( $P > 0.05$ ); este resultado puede considerarse como bueno, debido a que la sustitución de alimento comercial por excretas disminuiría los costos de alimentación de los conejos. Análogamente, Nieves *et al.* [2002] señalaron que la CVA de conejos alimentados con dietas que incluían heno de leucaena fue semejante a la del presente estudio (3.86). Pero cuando la dieta incluyó cacahuete forrajero y pasto elefante, la CVA disminuyó a niveles de 4.78 [Nieves *et al.*, 1996]. Por el contrario, si las dietas son ricas en concentrados, la CVA puede alcanzar valores de 3.10 [García *et al.*, 2006].

Por último, la digestibilidad aparente fue afectada ( $P < 0.05$ ) por los tratamientos; se pudo observar que a medida que se incrementó el nivel de excreta en la dieta, disminuyó la DGA. Esto puede ser el resultado de que los nutrientes de las excretas ya fueron previamente digeridos y algunos de los compuestos ya son prácticamente indigestibles. Resultados similares son señalados por Radwan [1994], quien encontró que a medida que se incrementaba el nivel de excreta (cerdaza) en la dieta de conejos, la DGA disminuyó.

## Conclusiones

La adición de excretas en el alimento de conejos no afectó la conversión alimenticia de los mismos, pero la digestibilidad decreció en la medida en que se incrementó el nivel de excreta. Asimismo, se puede sustituir alimento comercial de conejo en 25% por una mezcla de excretas (gallinaza, cerdaza y bovinaza), sin demérito de su comportamiento productivo.

## Agradecimientos

Al Laboratorio de Nutrición Animal de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Tamaulipas, por la realización del análisis proximal.

## Literatura citada

- Aguiar, J.; Rosiles, R.; López, R. y Quintero, T. 1987. *Algunos macro y microminerales en pollinaza y gallinaza en los estados de Morelos y Veracruz*. Veterinaria México. 18:17-23.
- Duarte, V. F.; Magaña, C. A. y Rodríguez, G. F. 1990. *Utilización de las heces en alimentación animal. I. Caracterización químico nutricional de heces de bovinos y porcinos*. Tecnología Pecuaria Mexicana. 28(19):22-29.
- Flores, M. J. A. 1980. *Bromatología animal*. Segunda Edición. LIMUSA. Estado de México. 930 pp.
- Fontenot, J. P. 1997. *Recycling of animal wastes by feeding to animal*. Memoria. Symposium Internacional. Nutrición Animal VI Reunión. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. Marín, Nuevo León, México. 22-24 de octubre de 1997. Pp. 3-18.

- García, C. R.; Jiménez, N. M.; González, A. S. X.; Parada, H. Ma. del R.; Fuentes, L. L. O. y Salinas, C. J. 2006. *Engorda de conejos con diferentes alimentos comerciales*. XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal, X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. "El mejoramiento de la productividad de alimentos de origen animal". Memorias. Mazatlán, Sinaloa. Del 17 al 20 de Octubre de 2006. Ciencia y Tecnología. Año 2, No. 10. Octubre de 2006. Edición Especial: 146-148.
- Guzmán, C. y Rivas, C. 2005. *Valoración del desempeño nutricional en conejos alimentados con excretas de porcino fermentadas y sus posibles implicaciones sobre la morfofisiología del tracto gastrointestinal*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 18(4):345-346.
- Ly, J. 2005. *Uso de excretas en sistemas integrados de producción animal*. Memoria. VIII Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ). Guanare, Portuguesa, Venezuela. [http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii\\_encuentro/julio.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/julio.htm) (Consultada: 13 de marzo de 2006).
- Nieves, D.; Terán O.; Silva, L. y González, C. 2002. *Digestibilidad in vivo de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de Leucaena leucocephala para conejos de engorde*. Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia. 12(Suplemento 2):408-411.
- Nieves, D.; Fariñas, S.; Muñoz, A.; Torrealba, E. y Rodríguez, N. 1996. *Uso de Arachis pintoi y Pennisetum purpureum en la alimentación de conejos de engorde*. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. 14(2):82-91.
- Padilla, G. E. C.; Castellanos, R. A. F.; Cantón, C. J. G. y Moguer, O. Y. B. 2000. *Impacto del uso de niveles elevados de excretas animales en la alimentación de ovinos*. Livestock Research for Rural Development. 12(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/cas121.htm> (Consultada: 7 de abril de 2006).
- Radwan, N. S. M. 1994. *Rabbit feeding on cow manure supplemented diet*. In. Baselga, M. and Marai, I. F. M. (Edit.). Rabbit production in hot climates. Cashier Options Méditerranéennes; v. 8. Cairo, Egypt. Pp. 183-188.
- Radwan, N. S. M.; Omar, E. M.; Aly, M. M. M. and Somaeda, A. H. M. 1994. *The use of dried pigeon dropping in rabbit nutrition*. In. Baselga, M. and Marai, I. F. M. (Edit.). Rabbit production in hot climates. Cashier Options Méditerranéennes; v. 8. Cairo, Egypt. Pp. 169-175.
- SAS. 2001. *SAS, User's guide: Basics*. Edition 2001. SAS Institute Statistical Analysis System. Cary, North Carolina.
- Smith, L. W. y Wheeler W. E. 1979. *Nutritional and economical value of animal excreta*. Journal of Animal Science. 48:144-156.

Recibido: Noviembre 23, 2006

Aceptado: Mayo 5, 2007

# Incorporación de larvas de mosquito *Culex stigmatosoma* (Diptera:Culicidae) en la dieta del pez cebrá *Brachidanio rerio* (Pisces:Cyprinidae) y su efecto en la reproducción

Incorporation of *Culex stigmatosoma* mosquito larvae (Diptera:Culicidae) to the diet of *Brachidanio rerio* (Pisces:Cyprinidae) and its effect on reproduction

Luna-Figueroa, J.

Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Hidrobiología,  
Centro de Investigaciones Biológicas, UAEMor, México.  
Correspondencia: jlunaf\_123@yahoo.com.mx y jluna@cib.uaem.mx

## Resumen

En la acuicultura, un aspecto de gran importancia es la nutrición. En especies potencialmente cultivables, como el pez cebrá *Brachidanio rerio*, es importante conocer los requerimientos nutricionales para maximizar su reproducción. Las larvas de mosquito son una alternativa viable como alimento vivo en la dieta de peces. Por lo que, en la presente investigación, se evaluó el efecto de la incorporación de larvas de *Culex stigmatosoma* en la dieta del pez cebrá mediante la producción de huevos y la sobrevivencia. Los resultados indican que la producción de huevos difirió 64.40% entre los peces nutridos con *Cx. stigmatosoma* ( $570.98 \pm 179.16$ ) y con alimento comercial ( $203.22 \pm 32.88$ ) ( $p < 0.001$ ). No se detectó una relación significativa entre el peso de las hembras de *B. rerio* y la producción de huevos ( $p > 0.05$ ). La máxima producción de huevos (908) se obtuvo en hembras con un peso húmedo promedio de 1,170 mg, alimentadas con larvas de *Cx. stigmatosoma*, mientras que la mínima producción (140 huevos) en las hembras, con un

## Abstract

An important aspect in aquaculture is nutrition. In species like cebrá fish *Brachidanio rerio*, it is important to know the nutritional requirements to maximize the reproduction in captivity. Mosquito larvae are an alternative living food in fish diets. The effect of *Culex stigmatosoma* mosquito larvae in *B. rerio* diet was evaluated by egg production and survival. Egg production differed 64.40% between fish fed with *Cx. stigmatosoma* ( $570.98 \pm 179.16$ ) and commercial food ( $203.22 \pm 32.88$ ) ( $p < 0.001$ ). There were no significant relationships between weight females and egg production ( $p > 0.05$ ). The highest egg production (908) was obtained in females weighing 1,170 mg fed with *Cx. stigmatosoma* larvae and the lowest production (140) in females weighing 1,254 mg with commercial food. The broodstock survival was 100%, while the higher fry survival (88.22%) was obtained for fish fed with *Cx. stigmatosoma* ( $p < 0.001$ ). The results consider the relationship between reproduction rates and survival, as well as the economic potential of *B. rerio*

peso húmedo promedio de 1,254 mg, utilizando alimento comercial. La sobrevivencia de los reproductores fue del 100%. En el caso de las crías, la mayor sobrevivencia (88.22%) fue registrada en los peces alimentados con larvas de *Cx. stigmatosoma* ( $p < 0.001$ ). Los resultados ponderan la relación entre las altas tasas de reproducción y sobrevivencia de *B. rerio*, así como el potencial económico del cultivo mediante la incorporación de larvas de *Cx. stigmatosoma* en su dieta.

### *Palabras clave*

Peces ornamentales, nutrición, alimento vivo, crecimiento.

culture by incorporating *Cx. stigmatosoma* larvae to its diet.

### *Keywords*

Ornamental fish, nutrition, living food, growth.

## Introducción

El pez cebra *Brachidanio rerio* es una especie de importancia económica en la acuicultura ornamental, sin embargo, es necesaria la generación de conocimiento que proporcione información científica relacionada con su nutrición, crecimiento y reproducción para incrementar sus posibilidades de éxito en las granjas de producción piscícola [Sullivan, 2001; Sales y Janssens, 2003; Olascoaga y Luna-Figueroa, 2005]. La reproducción es uno de los aspectos más importantes que se relaciona con la biología de los peces y del cual depende el éxito o fracaso de su cultivo [Moyle y Cech, 2000]. Al respecto, Wootton [1991] asegura que los procesos reproductivos de los peces están íntimamente relacionados con diversos factores, tales como la edad, la madurez sexual, la calidad del agua, así como con la calidad y cantidad del alimento. Considerando que uno de los periodos más críticos en el cultivo de crías es el inicio de la alimentación exógena después de la absorción del saco vitelino, es que cobra mayor importancia la utilización de alimento vivo para incrementar las tasas de crecimiento, reproductivas y de sobrevivencia [D'Abramo y Castell, 1996; García, 2000; Guillaume *et al.*, 2001; Luna-Figueroa, 2002]. De significativa importancia para mejorar la reproducción, resulta conocer los requerimientos nutricionales de una especie [Lim *et al.*, 2001; Pérez *et al.*, 2002], porque a partir de este conocimiento es posible influir positivamente en dicho proceso fisiológico y, por lo tanto, generar incrementos sustanciosos en el aspecto económico de su cultivo.

Un factor de gran importancia en la acuicultura es la nutrición. Con frecuencia se observa que los alimentos no contienen los nutrientes que los organismos requieren para un desarrollo óptimo, principalmente en su primer etapa de vida, que es la más

crítica para todas las especies, ya que es donde se presenta la mayor mortalidad [Castro *et al.*, 2003; Glencross *et al.*, 2007]. En este sentido, el alimento vivo no sólo es muy estimado por ser fisiológicamente una forma valiosa de nutrimento, sino también un factor conductual importante en la dieta de los peces [García, 2000]. Asimismo, constituye una cápsula nutritiva que contiene, por lo general, los elementos básicos de una dieta balanceada, con la ventaja que conservan su valor hasta ser consumidos por los organismos acuáticos.

Al respecto, las larvas de mosquito, son organismos que reúnen características apropiadas para su utilización como alimento vivo dentro de la acuicultura, entre éstas, podemos mencionar su alto valor nutritivo, abundancia, movilidad y cuerpo blando [Luna-Figueroa, 2002]. En el caso particular de *Culex stigmatosoma* es raro que en su estado adulto se alimente de la sangre de humanos, lo que constituye un factor importante para promover su uso como alimento de peces, sin causar problemas en cuanto a la hematofagia antropofílica ocasionada por su manejo [Reisen y Reeves, 1990; Workman y Walton, 2003]; aún así, en el presente estudio no se recomienda su cultivo, sino recolectar a estos culícidos de hábitats naturales e incorporarlos a la dieta de peces. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de huevos y la sobrevivencia del pez cebrá *B. rerio* alimentados con larvas de mosquito *Cx. stigmatosoma*.

## Materiales y métodos

### *Organismos y alimentos experimentales*

Los peces *B. rerio* procedieron de la reproducción obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Se consiguieron 72 peces de 15 días de edad, los cuales se mantuvieron durante 90 días en unidades experimentales (UE) de 80 l, hasta alcanzar la madurez sexual [Sullivan, 2001].

Los peces se organizaron en dos grupos, al grupo I (n= 36) se le suministró larvas de *Cx. stigmatosoma ad libitum* y al grupo II (n= 36), un alimento comercial para cebras (Micropellet flotante Marca Azoo ®). Las larvas de mosquito no constituyeron un cultivo propio y éstas fueron recolectadas del cultivo anexo de pulga de agua *Moina* sp. Las larvas de *Cx. stigmatosoma* son frecuentes en cualquier medio acuático de cultivo rico en materia orgánica. El suministro de alimento fue a las 10:00 h, previo retiro mediante sifón del alimento remanente y las heces, así como un recambio aproximado del 20% del volumen de agua de cada UE. El Análisis Químico Proximal de los alimentos se determinó en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM (Cuadro 1). Las características físicas y químicas del agua de cultivo fueron las siguientes: temperatura  $28.0 \pm 0.05^\circ\text{C}$  (termómetro Brannan,  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ), oxígeno disuelto  $5.75 \pm 0.02$  mg/l (oxímetro YSY modelo 57,  $\pm 0.1$ ), pH  $7.1 \pm 0.02$  (pHmetro Corning,  $\pm 0.1$ ), dureza total  $85.7 \pm 1.75$  mg/l  $\text{CaCO}_3$  (APHA, 1992), amonio  $0.01 \pm 0.001$  mg/l  $\text{NH}_3$  (APHA, 1992), sólidos disueltos  $6.8 \pm 1.02$  mg/l (HACH Conductivity/TDS meter,  $\pm 0.1$ ) y cloro  $0.01 \pm 0.001$  mg/l (APHA, 1992).

### *Procedimiento experimental*

Se utilizaron 72 peces, los cuales se organizaron en nueve grupos de reproductores por dieta, con una proporción de 3:1 machos/hembra, y se colocaron en 18 UE individuales de 20 l, provistos de nidos o maternidades (300 x 200 x 200 mm) de malla fina (2 mm), con aireación constante (Blower de  $\frac{1}{2}$  caballo de fuerza) y a una temperatura de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  (Termostatos sumergibles de 50 Watts). El peso (Balanza digital Ohaus,  $\pm 0.01$  mg) y talla (ictiómetro  $\pm 0.1$  mm) promedio para los peces del grupo I fueron: machos 824 mg y 50.02 mm; hembras 1,305.55 mg y 58.11 mm, respectivamente. Mientras que para el grupo II: machos, 710 mg y 48.33 mm; hembras, 1,195.88 mg y 53.21 mm, respectivamente. El fotoperiodo se ajustó a 12 h luz/12 h oscuridad, controlado con un Timer programable [Heinen, 1998].

Cuadro 1. Análisis Químico Proximal de los alimentos suministrados a los reproductores del pez cebra *B. rerio*.

Determinación	Larvas de mosquito <i>Cx. stigmatosoma</i>	Alimento comercial
Proteína (%)	41.89	45.00
Lípidos (%)	9.52	6.50
Carbohidratos (%)	6.31	30.00
Fibra (%)	6.31	3.00
Materia seca (%)	80.77	97.00
Humedad (%)	19.23	3.57
Cenizas (minerales) (%)	12.68	3.24
Cenizas insolubles en ácido (%)	0.74	0.00

El total de desoves analizados fue de 54, con 27 desoves por dieta obtenidos en un periodo de 44 días. Posterior a la obtención de los desoves, los reproductores fueron retirados de las UE individuales y colocados en UE de mantenimiento de 600 l. Con el objetivo de facilitar el conteo de huevos, se tomaron muestras al azar hasta completar el total del desove y se distribuyeron en una caja de plástico con 8 celdas de 3 ml,

instalada sobre una base milimétrica. La evaluación de los desoves constó de cinco repeticiones con la finalidad de minimizar el grado de error; asimismo, los valores mínimos y máximos se eliminaron y el resto se utilizó para obtener los promedios (promedio  $\pm$  desviación estándar) [Olascoaga y Luna-Figueroa, 2005]. Finalmente, para obtener el número de crías por desove, los huevos fueron colocados en UE de 20 l con temperatura ( $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ) y aireación constantes; una vez transcurridos 15 días, se registró el número de crías.

La sobrevivencia de los reproductores al final del periodo experimental y de las crías hasta los 15 días de vida, se expresó en porcentaje de peces vivos [Cortés-Jacinto *et al.*, 2003]:

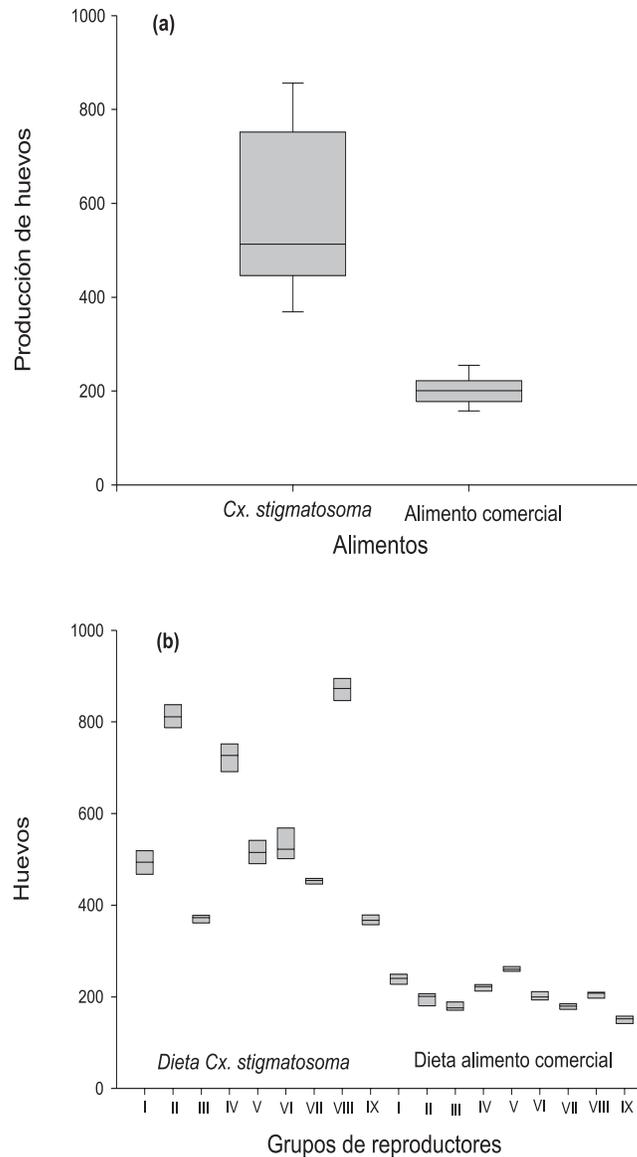
$$\text{Sobrevivencia} = (\text{Número final de organismos} / \text{número inicial de organismos}) \times 100$$

Los resultados fueron analizados mediante la prueba de *t-Student* para constatar si las diferencias en la producción de huevos y la sobrevivencia entre los peces alimentados con larvas de mosquito y la dieta comercial fueron significativas ( $p < 0.001$ ) [Zar, 1999]. Para determinar la relación entre el peso de las hembras y la producción de huevos con ambas dietas, se utilizó la prueba de correlación Producto-Momento de Pearson. Los resultados de producción de huevos fueron organizados en diagramas de caja en paralelo [Tukey, 1978].

## Resultados

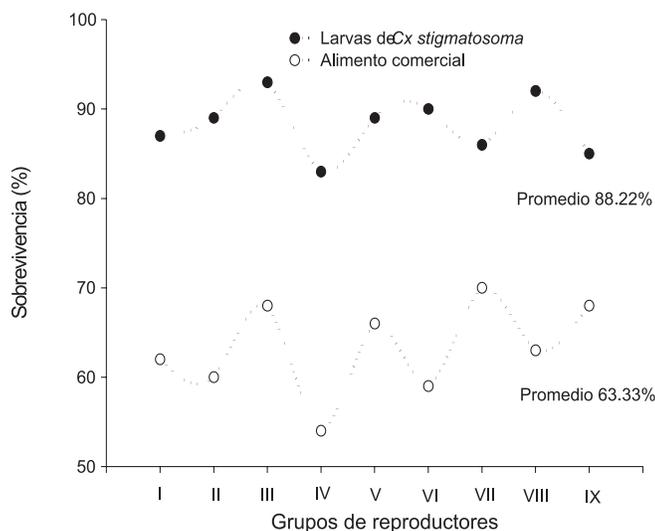
El análisis de la producción de huevos de *B. rerio* indicó marcadas diferencias:  $570.98 \pm 179.16$  en los peces alimentados con larvas de *Cx. stigmatosoma* y  $203.22 \pm 32.88$  con alimento comercial, la discrepancia porcentual entre ambos alimentos fue 64.40% (Figura 1). La variación en la producción de huevos entre los peces alimentados con las diferentes dietas fue estadísticamente significativa ( $t(52) = 9.060$ ,  $p < 0.001$ ). Asimismo, no se detectó una correlación significativa entre el peso de las hembras de *B. rerio* y la producción de huevos con ambas dietas ( $p > 0.05$ ); larvas de *Cx. quinquefasciatus* ( $r = 0.120$ ,  $P = 0.550$ ) y alimento comercial ( $r = 0.165$ ,  $P = 0.410$ ). La menor producción de huevos (140) se obtuvo en hembras con un peso húmedo de 1,254 mg mantenidas con alimento comercial, y el mayor número de huevos (908) se observó en hembras de 1,170 mg sustentadas con larvas de *Cx. stigmatosoma*. La diferencia porcentual en peso entre estas hembras fue de 6.69% mayor para las alimentadas con la dieta comercial. Mientras que la producción de huevos difirió 84.58%, superior en la hembra alimentada con larvas de mosquito ( $p < 0.001$ ).

Gráfica 1. Producción de huevos del pez cebra *B. rerio* alimentados con larvas de *Cx. stigmatosoma* y una dieta comercial, por dieta (a) y por grupo reproductor (b).



La sobrevivencia de los reproductores de *B. rerio* con ambas dietas fue del 100%. Mientras que en las crías hasta los 15 días de edad, alimentadas con larvas de *Cx. stigmatosoma* fue de 88.22% y 63.33% con alimento comercial (Gráfica 2), lo que significó 28.21% mayor en las crías sustentadas con larvas de mosquito. La variación en la sobrevivencia de las crías de *B. rerio* resultó estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ).

Gráfica 2. Sobrevivencia, valores promedio de crías del pez cebra *B. rerio* alimentadas con larvas de *Cx. stigmatosoma* y una dieta comercial.



## Discusión

Uno de los principales factores que influyen en la reproducción de los peces es la alimentación, por lo que optimizar este recurso representa incrementar las posibilidades de éxito de estos organismos en cultivo. A pesar de la importancia de los requerimientos proteicos para los peces desovadores, como *B. rerio*, son poco entendidos, aun en términos de calidad. Sin embargo, parece que la aportación de proteína que asegura un buen crecimiento también permite una buena síntesis de productos reproductivos en las hembras y una mayor fortaleza en los machos [Guillaume *et al.*, 2001], mientras que deficiencias en el contenido proteico de la dieta de futuros desovadores pueden postergar la madurez sexual de las hembras y generar baja producción de huevos. Olas-

coaga y Luna-Figueroa [2005], mediante la incorporaron de larvas de *Cx. quinquefasciatus* a la dieta de *B. rerio*, obtuvieron una marcada influencia en la frecuencia de desove, la producción de huevos y sobrevivencia. Por su parte, Luna-Figueroa y Gómez [2005] indican que utilizando larvas de *Cx. quinquefasciatus* como dieta, la producción de huevos del pez ángel *Pterophyllum scalare* fue 23.98% superior, comparada con alimento comercial. En el presente estudio, las discrepancias en la producción de huevos de *B. rerio* se atribuyen a diferencias en la madurez sexual de los reproductores, ya que a pesar de ser organismos de la misma edad, la madurez sexual depende, entre otros factores, de la calidad de los constituyentes del alimento [Coward y Bromage, 2000; Guillaume *et al.*, 2001]; a que los primeros desoves resultan, en la mayoría de los casos, altamente variables en el número de huevos [Mambrini y Guillaume, 2001], y a deficiencias en el contenido nutritivo del alimento comercial, originado por largos periodos entre la formulación y la aplicación o a malas condiciones de almacenaje durante ese tiempo [Craig y Helfrich, 2002]. De esta forma, es evidente que la mayor parte de los nutrientes y otros factores requeridos para la reproducción de *B. rerio* están incluidos en las larvas de *Cx. stigmatosoma*.

Asimismo, está demostrado que la calidad y la cantidad de los alimentos influyen determinantemente en la fecundidad de los peces [Coward y Bromage, 2000; Glencross *et al.*, 2007]; en este sentido, la calidad nutricional del alimento comercial puede explicar su bajo rendimiento como dieta para *B. rerio*. Por otra parte, el promedio de producción de huevos de *B. rerio* utilizando *Cx. stigmatosoma* resultó 65.04% superior que con *Cx. quinquefasciatus* [Olascoaga y Luna-Figueroa, 2005], resultado de discrepancias en el valor nutritivo entre estos alimentos vivos, el cual varía dependiendo del sustrato que les sirva de alimento. Aun así, es indudable la importancia de estos culícidos como fuente nutritiva para enriquecer la dieta de *B. rerio*, sin que sea estrictamente necesario establecer un medio de cultivo, debido a la posibilidad de recolectarlos en diversos hábitats acuáticos y, con esta aplicación, disminuir el riesgo potencial de transmisión de enfermedades. Por lo que se considera, en términos generales, que el alimento vivo es mejor que el comercial en la dieta de peces por inducir estímulos visuales y químicos, a que las enzimas presentes en los organismos vivos contribuyen a la digestión del alimento y a que existen diferencias en la digestibilidad entre los alimentos vivos y los comerciales, las cuales son usualmente atribuidas a las diferencias en la digestibilidad de proteína [García, 2000].

Indudablemente, la calidad nutritiva de los constituyentes de los alimentos influye de manera positiva en procesos como el crecimiento y la reproducción de peces [Sales y Janssens, 2003; Glencross *et al.*, 2007]. En este sentido, el contenido proteico de los alimentos difirió 6.91% (Cuadro 1), por lo que más que la cantidad, la calidad del nutriente pudo haber influido en la reproducción de *B. rerio*. Esto concuerda con el aporte de niveles óptimos de proteína en la dieta de peces para promover altas tasas de

crecimiento, reproducción y sobrevivencia [Chong *et al.*, 2000; Craig y Helfrich, 2002; Sales y Janssens, 2003]. Respecto a los carbohidratos, 78.96% menor en las larvas de *Cx. stigmatosoma*, los peces no tienen requerimientos específicos de este nutriente, que es una importante fuente de energía, y su inclusión en altas concentraciones en el alimento reduce parcialmente el costo de producción [Gatlin III, 1999; Sales y Janssens, 2003]. Sin embargo, muchas especies poseen capacidad limitada para digerirlos a causa de la reducida actividad amilolítica de su tracto digestivo [Wilson, 1994; Sales y Janssens, 2003]. Mientras que los lípidos de la dieta (Cuadro 1), 31.72% mayor en las larvas de mosquito, juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como transportadores de ciertos nutrientes no grasos, principalmente las vitaminas liposolubles A, D y K [Watanabe, 1987], además de ser completamente digeribles [Guillaume *et al.*, 2001; Craig y Helfrich, 2002]. La deficiencia de lípidos en la dieta afecta el desove y la sobrevivencia de algunas especies de peces [Watanabe *et al.*, 1984 a y b; Guillaume *et al.*, 2001; Sales y Janssens, 2003] y el contenido óptimo maximiza la reproducción al destinar la proteína ingerida a la síntesis de productos reproductivos.

La sobrevivencia es un índice comúnmente utilizado para evaluar la respuesta nutricional de organismos acuáticos [D'Abramo y Castell, 1996]. La tasa de mortalidad que se presentó en las unidades de cultivo fue 11.78% en los peces alimentados con *Cx. stigmatosoma* y 36.67% con alimento comercial; estas diferencias están relacionadas principalmente con la calidad nutricional del alimento, debido a que organismos mantenidos con dietas deficientes en algún constituyente son más débiles [Craig y Helfrich, 2002; Sales y Janssens, 2003] y presentan menor probabilidad de sobrevivir. Por su parte, Olascoaga y Luna-Figueroa [2005] obtuvieron en adultos de *B. rerio* 100% de sobrevivencia, mientras que en crías utilizando larvas de *Cx. quinquefasciatus* 37.0% y 19.0% con alimento artificial. Estas discrepancias, al igual que las del presente estudio, posiblemente sean producto de las características particulares del alimento vivo, *Cx. stigmatosoma*, y del procesamiento del alimento comercial, debido a que las propiedades nutricionales pueden ser modificadas y ocasionar efectos negativos en la calidad total del alimento [García, 2000], con repercusión directa sobre la fortaleza de los peces. Consecuentemente, las altas tasas de sobrevivencia forman parte del éxito en las granjas piscícolas y ponderan la relación entre la sobrevivencia y el potencial económico del cultivo.

## Conclusiones

Las larvas de mosquito *Cx. stigmatosoma* son una alternativa como alimento vivo en la dieta del pez cebra *B. rerio*. La incorporación de *Cx. stigmatosoma* en la dieta del pez cebra estimuló positivamente la producción de huevos. La sobrevivencia de los

peces reproductores no fue afectada por los alimentos experimentales. Sin embargo, la sobrevivencia de las crías incrementó significativamente en los peces alimentados con *Cx. stigmatosoma*. Las larvas de mosquito resultaron apropiadas para generar altas tasas productivas y de sobrevivencia de *B. rerio*, y constituyen una opción en la acuicultura ornamental que permite el aprovechamiento de estos culícidos al recolectarlos y utilizarlos como alimento vivo para peces.

### Agradecimientos

Al Dr. Sergio Ibáñez-Bernal por la identificación de las larvas de mosquito utilizadas como alimento en el presente proyecto.

### Literatura citada

- APHA, AWWA, WPCF. 1992. *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. American Public Health Association, American Waters Works Association and Water Pollution. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. 1800 pp.
- Castro, B. T.; Lara, A. R.; Castro, M. G.; Castro, M. J. y Malpica, S. A. 2003. *Alimento vivo en la acuicultura*. *Contactos*, 48: 27-33.
- Chong, A. S. C.; Hashim, R. and Ali, A. B. 2000. *Dietary protein requirements for discus (Symphysodon spp.)*. *Aquac. Nutr.*, 6: 275-278.
- Cortés-Jacinto, E.; Villarreal-Colmenares, H. y Rendón-Rumualdo, M. 2003. *Effect of feeding frequency on growth and survival of juvenile crayfish Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868) (Decapoda:Parastacidae)*. *Hidrobiológica*, 13 (2): 151-158.
- Coward, K. and Bromage, N. R. 2000. *Reproductive physiology of females tilapia broodstock*. *Fish Biology and Fisheries*, 10: 1-25.
- Craig, S. and Helfrich, L. A. 2002. *Understanding fish nutrition, feeds and feeding*. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia Cooperative Extension. Knowledge for the common wealth, pp. 1-8.
- D'Abramo, L. y Castell, D. J. 1996. *Metodología para la investigación nutricional*. In: Mendoza, R. S.E. Cruz y D. Ricque (Eds.). *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 7-9 de noviembre, 1994. Monterrey, N. L., México, pp. 103-121.
- García, O. A. 2000. *Valor nutricional de los quistes de Artemia y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces*. In: Cruz-Suárez, L. E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M. A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola*. 19-22 de noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.
- Gatlin III, D. M. 1999. *Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass*. In: Y. K. Chang and S. S. Wang (Eds.), *Advances in Extrusion Technology*. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, USA, pp. 43-52.
- Glencross, B. D.; Booth, M. and Allan, G. L. 2007. *A feed is only as good as its ingredients-a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds*. *Aquaculture Nutrition*, 13: 17-34.
- Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P. and Métailler, R. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Springer and Praxis Publishing. Chichester, UK. 408 pp.
- Heinen, M. J. 1998. *Light control for fish tanks*. *The Progressive Fish Culturist*, 60: 323-330.

- Lim, L. C.; Sho, A.; Dhert, P. and Sorgeloos, P. 2001. *Production and application of on-grown Artemia in freshwater ornamental fish farm*. Aquac. Econ. Manage, 5: 211-228.
- Luna-Figueroa, J. 2002. *Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo*. Ciencia y Desarrollo, 166: 70-77.
- Luna-Figueroa, J. y Gómez, P. E. 2005. *Incorporación de Culex quinquefasciatus y Daphnia sp. en la dieta y su influencia en la reproducción de Pterophyllum scalare (Pisces:Cichlidae)*. Naturaleza y Desarrollo, 3 (1): 5-10.
- Mambrini, M. and Guillaume, J. 2001. *Protein nutrition*. Pp. 81-109. In: Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P. and Métailler, R., 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Springer and Praxis Publishing, Chichester, UK. 408 pp.
- Moyle, B. P. and Cech, J. J. 2000. *Fishes. An introduction to Ichthyology*. Fourth edition. Prentice-Hall Upper Saddle River, NJ 074458, USA. 612 pp.
- Olascoaga, T. J. y Luna-Figueroa, J. 2005. *Aprovechamiento de alimento vivo Culex quinquefasciatus en la dieta del pez cebra Brachidanio rerio (Pisces:Cyprinidae), con énfasis en la reproducción*. AquaTic, 22: 20-25.
- Pérez, C. E.; Morales, S. I. y Olvera, Q. H. 2002. *Frecuencia de desove de diferentes variedades del pez ángel Pterophyllum scalare (Pisces:Cichlidae)*. AquaTic, 16:1-7.
- Reisen, W. K. and Reeves, W. C. 1990. *Bionomics and ecology of Culex tarsalis and other potential mosquito vector species*. Chap. IV. In: W.C. Reeves et al. 1990 *Epidemiology and Control of Mosquito-borne Arboviruses in California, 1943-1987*. Pp. 254-329. Calif. Mosq. Vector Contr. Assoc., Sacramento, CA.
- Sales, J. and Janssens, G. P. J. 2003. *Nutrient requirements of ornamental fish*. Aquat. Living Resour., 16: 533-540.
- Sullivan, E. 2001. *Method for maximal embryo production*. Chapter 2. Breeding. In: Sprague, J.; Doerry, E.; Douglas, S. and Westerfield, M. (2001). *The Zebrafish Information Network (ZFIN): a resource for genetic, genomic and developmental research*. Nucleic Acids Res., 29: 87-90.
- Tukey, J. W. 1978. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Massachusetts. 318 pp.
- Watanabe, T. 1987. *Requerimientos de ácidos grasos y nutrición lipídica en los peces*. 99-165. En: CAICYT. *Nutrición en Acuicultura II*. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España. 318 pp.
- Watanabe, T.; Arakawa, T.; Kitajama, C. and Fujita, S. 1984a. *Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream*. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish., 50: 495-501.
- Watanabe, T.; Takeuchi, T.; Saito, M. and Nishimura, K. 1984b. *Effect of low protein high calory or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout*. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish., 50: 1207-1215.
- Wilson, R. P. 1994. *Utilization of dietary carbohydrate by fish*. Aquaculture, 124: 67-80.
- Wootton, R. F. 1991. *Ecology of Teleost Fishes. Fish and Fisheries, Series I*. Chapman and Hall, 2-6 Bodary Row, London. SE1 8HN. 404 pp.
- Workman, D. P. and Walton, W. E. 2003. *Larval behavior of four Culex (Diptera:Culicidae) associated with treatment wetlands in the southwestern United States*. Journal of Vector Ecology, 28 (2): 213-228.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632. 663 pp.

Recibido: Enero 8, 2007

Aceptado: Mayo 18, 2007



Título: *Entre arrugas y líneas de expresión*  
Técnica: Acuarela aplicado con pincel abanico a dos manos sobre cartulina  
(Técnica original "Abanico dos manos")  
Autor: Adoración Palma

---

60 • *AVANCES E INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA*  
Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2007 • 11(1)  
ISSN 0188789-0

## Indicaciones para los autores

---

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

Las contribuciones quedarán dentro de las categorías siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

### Criterios para la presentación de originales

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

2. Deberán enviar el original vía Internet al correo electrónico: [revaia@ucol.mx](mailto:revaia@ucol.mx), o 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 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
$\mu$ g	Microgramo (s)
$\mu$ l	Microlitro (s)
$\mu$ m	Micrómetro (s) micra(s)
mg	Miligramo (s)
ml	Mililitro (s)
mm	Milímetro (s)
min	Minuto (s)
ng	Nanogramo (s)
P	Probabilidad (estadística)
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
PCR	Reacción en cadena de polimerasa
pp.	Páginas
ppm	Partes por millón
%	Por ciento (con número)
rpm	Revoluciones por minuto
seg	Segundo (s)
t	Tonelada (s)
TND	Total de nutrientes digestibles
UA	Unidad animal
UI	Unidades internacionales
vs	Versus
xg	Gravedades

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

### Consideraciones finales

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

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



Título: *Integración agropecuaria*  
Técnica: Plumón indeleble sobre papel  
Autor: Adoración Palma

---

68 • *AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA*  
Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2007 • 11(1)  
ISSN 0188789-0



AIA

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

**Revista de  
investigación y  
difusión científica  
agropecuaria**

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

**Domicilio de entrega de la revista:**

Teléfono(s): \_\_\_\_\_

Calle y número: \_\_\_\_\_

(incluya clave de larga distancia)

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

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

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

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

**Suscripción anual:**  \_\_\_\_\_  
(incluye gastos de envío: correo)

País: \_\_\_\_\_

**Individual** \$ 300.00  60.00 USD

**Institucional** \$ 1,000.00  120.00 USD

México Otros países

Código Postal: \_\_\_\_\_

Depósito en: **Banco SANTANDER – SERFIN**

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

Cuenta: **No. 51500598691**

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

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

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

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

