

# Índice

---

Editorial .....	5
Un análisis econométrico de la redes de difusión de innovación en el sistema de producción del mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) en el estado de Colima .....	7
<i>Mayrén Polanco Gaytán y Renato Francisco González Sánchez</i>	
Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en condiciones de estabulación .....	31
<i>Julio J. Reyes, César Padilla, Pedro C. Martín, Marcelo Gálvez, Sara Rey, Aída Noda y Carmen Redilla</i>	
Comportamiento productivo de vacas mestizas Siboney, en condiciones de estabulación en el trópico .....	41
<i>Julio J. Reyes, Pedro C. Martín, Marcelo Gálvez, Sara Rey, José Capdevila, Aída Noda y Carmen Redilla</i>	
Consumo de pre-adultos de mosquitos por peces ornamentales .....	53
<i>Marco Polo Franco Archundia y Jorge Luna-Figueroa</i>	
Ensayos de semillas en Argentina: normativas para su acreditación .....	69
<i>Teresa Gally y María Victoria Giachino</i>	
Análisis de la pesquería de <i>Diapterus brevirostris</i> en el Pacífico central mexicano .....	77
<i>Manuel Gallardo-Cabello, Elaine Espino-Barr, Arturo García-Boa, Marcos Puente-Gómez and Esther Guadalupe Cabral-Solís</i>	
<i>Indicaciones para los autores</i> .....	95

# Index

---

Editorial .....	5
An econometric analysis of diffusion innovation network in the mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) production system at Colima State .....	7
<i>Mayrén Polanco Gaytán y Renato Francisco González Sánchez</i>	
Intake of tropical forages by crossbred Siboney dairy cows, managed under confinement conditions .....	31
<i>Julio J. Reyes, César Padilla, Pedro C. Martín, Marcelo Gálvez, Sara Rey, Aída Noda y Carmen Redilla</i>	
Productive behavior of crossbred Siboney cows, under stall conditions in tropical areas .....	41
<i>Julio J. Reyes, Pedro C. Martín, Marcelo Gálvez, Sara Rey, José Capdevila, Aída Noda y Carmen Redilla</i>	
Consumption of pre-adult mosquitoes by ornamental fish .....	53
<i>Marco Polo Franco Archundia y Jorge Luna-Figueroa</i>	
Seed testing in Argentina: guidelines for its accreditation .....	69
<i>Teresa Gally y María Victoria Giachino</i>	
Fishery analysis of <i>Diapterus brevirostris</i> in the central Mexican Pacific .....	77
<i>Manuel Gallardo-Cabello, Elaine Espino-Barr, Arturo García-Boa, Marcos Puente-Gómez and Esther Guadalupe Cabral-Solís</i>	
<i>Instructions for authors</i> .....	103

# Editorial

---

**H**emos iniciado 2015 con alegrías, pero también con serias incertidumbres. Mencionaré primero las nuevas buenas: finalmente, tras años de procurar y gestionar la esperada incursión de AIA en un medio que nos visibilizará aún más como revista de alta calidad, aparece ya en el Directorio de Revistas de Acceso Abierto (Directory of Open Access Journal-DOAJ), cuyo portal en la Web es: <http://www.doaj.org/>.

El acceso de AIA en este medio es a través de la siguiente dirección electrónica: [doaj.org/toc/ecd9d2cb0e734ce7a388881c980d3127/](http://doaj.org/toc/ecd9d2cb0e734ce7a388881c980d3127/).

Esta extraordinaria noticia, en parte, es producto del trabajo sistemático de nuestro grupo de colaboradores en la Universidad de Colima; sin embargo, fue decisivo el apoyo de la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALyC), quienes postularon a nuestra publicación para que sus contenidos aparecieran en esa importante plataforma.

Por su parte, el acceso de AIA en REDALyC se logra a través de este vínculo: <http://www.redalyc.org/revista.oa?id=837>.

DOAJ es un directorio de revistas científicas de calidad controlada, ya que implica un exigente proceso de evaluación en cuanto a la valía de sus contenidos por el sistema de gestión editorial de las propias revistas; este índice proporciona acceso libre o abierto a sus fondos de texto completo. Además, abarca todas las áreas del conocimiento y no se limita a un solo idioma, aunque la mayoría de las revistas que incluye son de lengua inglesa.

El hecho de estar ya presentes en DOAJ permite a nuestra revista incrementar considerablemente su visibilidad en formato de acceso abierto para los usuarios e instituciones. Los artículos se pueden leer, descargar, copiar, imprimir y distribuir en este sistema; con ello, se amplía su uso y aumenta su impacto y, a su vez, es un reconocimiento trascendental de carácter internacional para AIA, en virtud de su calidad científica; y, por lo tanto, para la propia Universidad de Colima.

Y ahora, la parte de las incertidumbres aludidas al inicio de este editorial: a pesar de este importante logro recién obtenido, por contraparte —y de manera más bien paradójica— nuestra publicación atraviesa por una dura crisis económica que avizora fuertes nubarrones; no obstante, éstos no necesariamente son imposibles de superar, pues siempre existen aliados, o bien, algunos otros elementos favorecedores tanto dentro como fuera de la Universidad de Colima, que le pueden dar nuevos alientos a este tipo de proyectos editoriales.

Para quienes dirigimos esta noble publicación, nos resulta incomprensible que ocurra esta clase de situaciones que desbalancean nuestra trayectoria editorial; ya que, justamente en este 2015, tras cumplir ya 12 años de publicar la revista en forma ininterrumpida, aparecen este tipo de fenómenos desalentadores.

Por desgracia, en nuestro ámbito académico universitario, AIA no es apreciada ni entendida en toda su magnitud: todo lo que implica el complejo proceso editorial de nuestra revista parece no ser valorado. Por fortuna, recibimos múltiples muestras de apoyo tanto de colegas como de instituciones en el ámbito nacional y también internacional.

Este tipo de esfuerzo, para que trascienda es necesario que se colective; sin embargo, es necesario recapacitar y reorganizar las actividades académicas, no para hacerlas por encargo, sino para retornar a los valores que permitan recuperar —en nuestra Universidad de Colima y en el país— los principios que logran el verdadero desarrollo de los pueblos, para permearlos a quienes beneficiará por consecuencia: la sociedad.

Dicho esto, lo que sigue ahora, tras continuar sorteando los actuales obstáculos financieros (y de otra índole) es: trabajar aún más denodadamente por el bien común; entendido éste en su más pura acepción; es decir, para la funcionalidad de las mayorías, enfocado siempre hacia la gran colectividad; de no hacerlo así, se torna en mera politiquería. Es por ello que, ahora más que nunca, la ciencia debe proseguir con el fin primordial de la búsqueda de la verdad.

Si bien el panorama se muestra notoriamente escabroso, durante estos doce años hemos superado éstos y otros avatares, mostrando siempre lo que sabemos hacer con ahínco y profesionalismo: trabajo constante de calidad editorial y perseverancia en los objetivos planteados. En virtud de lo descrito —con tales claroscuros—, esperamos encontrar los caminos que permitan hacer de AIA una tradición académica de largo aliento.

*José Manuel Palma García*  
Director, Rev. AIA

# Un análisis econométrico de la red de difusión de innovación en el sistema de producción del mango (*Mangifera indica* L.) en el estado de Colima<sup>■</sup>

An econometric analysis of diffusion innovation network in the mango production system at Colima State

**Mayrén Polanco Gaytán y Renato Francisco González Sánchez**

Facultad de Economía  
Universidad de Colima  
Av. Universidad 333  
Colima, Colima, México  
refragosa67@gmail.com

\*Correspondencia: mayrenpg@gmail.com

■Artículo invitado

## Resumen

La producción de Mango (*Mangifera indica* L.) no es homogénea, está sujeta a cambios climáticos y a problemas sanitarios, así como al maltrato de la fruta durante el proceso de corte, transporte y empaclado. Determinantes de la rentabilidad (productividad y calidad) implican, por lo general, elevar el costo de producción, tanto por las instalaciones, equipos, pago de asesores técnicos, adopción de prácticas aceptadas de sanidad e inocuidad, etcétera. Sin embargo, existen otros aspectos de la rentabilidad de las Unidades de Producción Rural (UPR), que son menos evidentes, aunque también implican incrementos de costos. Éstos, se asocian a la administración y planeación de la producción; a la organización de los productores, tanto para la compra de insumos como la venta conjunta, o desarrollo de mercados; o para proveerse de servicios, como el financia-

## Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) production is not a homogeneous practice, it is subject to climate change and health issues, as well as fruit damaging during harvesting, transportation and packaging. Profitability determinants (such as productivity and fruit quality) generally involve raising the cost of production, in terms of facilities, equipment, payment of technical advisors, adoption of accepted health and safety practices, etc. There are other aspects concerning farm households' profitability, which are less obvious, but also involve certain costs. These are associated with the management and production planning of the farm; the organization of producers, both for input purchasing and selling of aggregated produce, market development; provision of services such as financing, technical assistance, management support, among others. In order to identify networks of diffusion of innovations

miento, asistencia técnica, gestión de innovación de apoyos, entre otros. Con la finalidad de identificar las redes de difusión de innovaciones en el control de plagas, la metodología de redes conforma el marco apropiado para plasmar empíricamente la formación de redes entre los productores. Sin embargo, existe el contexto teórico de los modelos de difusión de innovaciones que han sido aplicados a los sectores intensivos en conocimiento e innovación; por lo que el objetivo del presente texto es realizar la aplicación empírica del modelo de difusión de innovación de influencia interna en el sistema de producción de mango en el estado de Colima.

### *Palabras clave*

Redes de difusión, innovación, producción, mango.

in pest control, network methodology forms the appropriate framework to empirically capture networking among producers. However, there is a theoretical context of innovation diffusion models that have been applied to knowledge-intensive sectors and innovation, so the aim of this paper is to discuss the empirical application of innovation diffusion model of internal influence on the mango production system in the state of Colima.

### *Keywords*

Diffusion network, innovation, Mango, production.

## Introducción

**E**n una economía globalizada, con una fuerte competencia para exportar o vender en los mercados locales —como lo es el mercado mexicano— existen fuertes presiones para elevar la competitividad de una cadena agropecuaria. Aunque existen muchas maneras de medir la competitividad, uno de los principales indicadores está asociado a la rentabilidad de las unidades de producción; es decir, a su capacidad para obtener ganancias económicas y darle continuidad a la producción, generar valor y empleo.

La rentabilidad para el cultivo del mango depende de diversos factores; uno de los más importantes es el de la productividad, es decir, elevar la producción por unidad de superficie, de trabajo o de capital empleado. En la producción de frutas y hortalizas, un aspecto determinante de la rentabilidad es el de la calidad de la producción. La producción no es homogénea, está sujeta a cambios climáticos y a problemas sanitarios, así como al maltrato de la fruta durante el proceso de corte, transporte y empaclado. Esto significa que un porcentaje importante de la producción no alcance la “calidad comercial” que requieren los mercados; sobre todo aquellos que son en fresco, es decir, la apariencia, tamaños, color, etcétera.

Estos determinantes de la rentabilidad (productividad y calidad) implican, por lo general, elevar el costo de producción en las instalaciones, equipos, pago de asesores técnicos, adopción de prácticas aceptadas de sanidad e inocuidad, entre otros. Si el precio del producto paga todos estos gastos, la UPR será rentable, pero ante la competencia de los mercados globalizados, la disponibilidad durante todo el año de producción proveniente de otras regiones geográficas, no es posible esperar un crecimiento de largo plazo de los precios de frutas frescas.

Sin embargo, existen otros aspectos de la rentabilidad de las Unidades de Producción Rural (UPR), que son menos evidentes, aunque también implican ciertos gastos. Éstos, se encuentran asociados a la administración y planeación de la producción, así como a la organización de los productores (tanto para la compra de insumos como para la venta conjunta o desarrollo de mercados); o para proveerse de servicios, como el financiamiento, asistencia técnica, gestión de apoyos, entre otros.

Con la finalidad de plasmar los problemas y causas de la problemática de la baja rentabilidad de los productores de mango, se presenta la figura 1, en donde se destacan los siguientes aspectos:

1) El 37% de los productores mangueros registran pérdidas, cuyas causas documentadas son: el problema de la calidad, derivado del incremento de “mango niño” en los árboles, los problemas climáticos y la posición desventajosa que tienen en el mercado (esperan a que lleguen los compradores).

2) Los productores que venden a la agroindustria y/o al empaque, tienen una utilidad promedio mayor (\$38,811/ha y \$28,493/ha) respecto de los que venden a los intermediarios (\$5,093/ha) exclusivamente. Así, los productores que vendieron a los empaques o a la agroindustria generaron más trabajo, medido en jornales totales por UPR, por el orden de 476 y 456 jornales, respectivamente, que aquellos quienes vendieron a los intermediarios o sólo a la agroindustria. Asimismo, si la UPR exportó, generó (en promedio) 445 jornales totales por arriba de los que vendieron al mercado local o nacional.

3) En virtud de los altos costos de producción del cultivo, el Punto de Equilibrio (nivel de producción en el cual el productor no gana ni pierde) implica que, por cada 1,000 pesos en el aumento de costo por hectárea, el rendimiento debe elevarse a 159 kg/ha, para no incurrir en pérdidas.

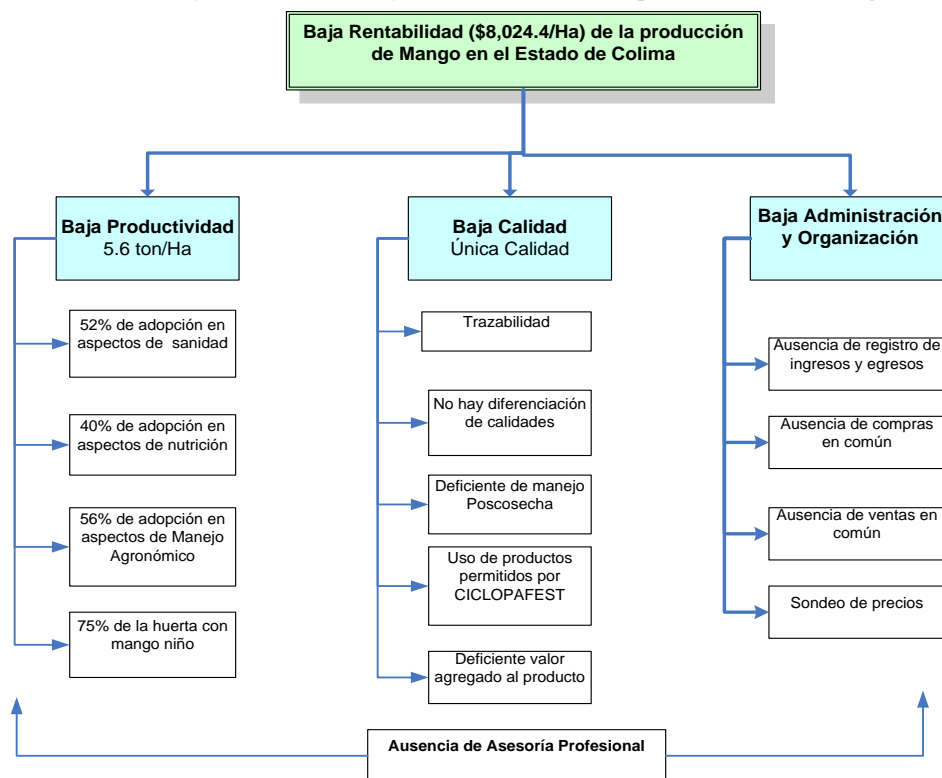
4) Bajo rendimiento promedio (2.20 ton/ha con calidad comercial) en la variedad Ataulfo; que, no obstante, es la más sembrada por los productores (el 50% de ellos la tiene). A inicios y mediados de la década de los años 90s, esta variedad fue la que mejor precio alcanzaba, por lo que hubo reconversión a ésta; sin embargo, es la que actualmente presenta el problema del “mango niño”.

5) En promedio, utilidad baja (\$8,024.40/ha) en comparación con la máxima (\$62,882.90/ha). Explicaciones factibles a esta utilidad baja están ligadas a la adopción de tecnologías novedosas, como fue la poda (de sanidad y rejuvenecimiento o fructificación), como a otras inversiones. Sin embargo, existen otros costos de producción que son altos, como la fertilización y, sobre todo, la mano de obra.

6) Incremento de tasa de adopción de innovaciones generales, al pasar de 40 a 48% de los productores atendidos, después de un ciclo de producción. Aspectos como la adopción de podas, prácticas de nutrición, análisis de suelo y uso de bitácoras administrativas, entre otros, son las de mayor peso.

7) Las variedades más viejas son Manila y Haden, con un promedio de 29.70 y 18 años, respectivamente.

Figura 1  
Problemas y causas de la baja rentabilidad en la producción de mango.



Fuente: elaboración propia con datos de 40 productores.

Ante la situación descrita, el objetivo de este artículo fue realizar la aplicación empírica del modelo de difusión de innovación de influencia interna, en el sistema de producción de mango en el estado de Colima. Así, la estructura del presente estudio se enfoca en realizar una breve descripción teórica de las redes de difusión de innovación, en donde se describe el modelo de difusión del cual se deriva el modelo de influencia interna.

Posteriormente, se incluye la sección sobre la evidencia empírica de las redes de innovación del mango, durante la fase inicial y final de las actividades de conformación de redes. Lo anterior sirve de contexto para realizar las pruebas empíricas del modelo en donde se busca conocer la viabilidad de la aplicación en un sistema productivo específico como el mango.

### Enfoque teórico de las redes de difusión de innovación

La difusión de información es un proceso inmerso en la ubicación, en donde la distancia es importante para el propio conocimiento, debido a que entre más cerca de la empresa o agente generador del conocimiento, éste se transmite rápidamente. Así, la expansión del conocimiento no es sólo un factor geográfico, sino también un fenómeno social. Además,



tiene lugar debido a la interacción personal, ya que el conocimiento es transmitido informalmente a través del contacto y las interacciones directas entre las personas (Cowan, 2005).

La difusión envuelve la transmisión de información o conocimiento de un agente a otro. En una situación de innovación colectiva, los competidores en el ramo comparten información técnica relativamente gratis entre ellos. El avance tecnológico de una empresa es esencial para la transmisión de conocimiento hacia las empresas de la región; ésta, se origina como un trueque (Cowan, 2005).

La transferencia del conocimiento como un trueque considera a una población de  $N$  agentes, en promedio,  $n$  con otros agentes. Un agente es caracterizado por un conjunto de agentes con los cuales se tiene conexiones directas, debido a que la difusión de conocimiento es diversa; se representa como un vector.

De esta manera, los tipos de conocimiento son separados en pares  $(m, n)$  por lo que:

$$(v_{i,m} \setminus v_{j,m} + c) \text{ y } v_{j,m} \setminus v_{i,n} + c$$

Entonces:

$$\begin{aligned} v_{i,j}(t+1) &= v_{i,m}(t) \\ v_{i,n}(t+1) &= v_{i,n}(t) + a(v_{j,n}(t) - v_{i,n}(t)) \\ v_{j,m}(t+1) &= v_{j,m}(t) + a(v_{j,m}(t) - v_{j,m}(t)) \\ v_{j,n}(t+1) &= v_{j,n}(t) \end{aligned}$$

En donde,  $a$  es la capacidad absorción, y  $C$  son los costos de transacción del conocimiento. La capacidad de absorción es menor que 1, lo que implica que los niveles de conocimiento después del acuerdo no convergen completamente.

El agente  $j$  es capaz de aprender sólo parte de lo que  $i$  tiene que enseñar.

El conocimiento se transmite a través de un canal conformado por varios agentes; por ejemplo, la información se transmite de  $i$  a  $j$  a  $k$  y, sucesivamente, por lo que el conocimiento se degrada (Cowan y Jonard, 2004; Cowan *et al.*, 2004)).

Por otra parte, la transferencia de conocimiento debido a la difusión considera una población de  $N$  agentes que tienen contacto en promedio,  $n$  con otros agentes. Un agente es considerado como un conjunto de agentes con los cuales tiene contacto directo; tales como los agentes vecinos y por el *stock* de conocimientos. En cada uno de los periodos, un agente innova y lo transmite a sus agentes vecinos; el cual es parcialmente absorbido por ellos, ya que depende de las habilidades innovadoras,  $b_i$  y de su capacidad de absorción de la innovación,  $a_i$ .

De esta manera, el conocimiento de los agentes puede incrementarse por las innovaciones generadas de manera exógena, y/o porque el agente es un agente receptor de los nuevos conocimientos transmitidos por un reciente innovador.

La dinámica de transferencia del conocimiento para un innovador es de la siguiente forma:

$$v_i(t+1) = (1 + b_i)v_i(t)$$

Si  $j$  es un agente vecino de  $i$  e  $i$  es el agente innovador,  $i$  entonces transmite el conocimiento a  $j$ . Para el agente  $j$  se incrementa su *stock* de conocimiento:

$$v_j(t+1) = \max(v_j(t), v_j(t) + a(v_i(t) - v_j(t)))$$

El conocimiento de  $i$  no cambia. Este modelo puede ser usado para dos propósitos: el primero, para comparar el desarrollo de los las diferentes estructuras de redes y para conocer cómo la innovación y difusión es transferida, como un proceso de difusión similar al efecto contagio de la gripe (Cowan, 2005).

### *Modelo de difusión de conocimiento*

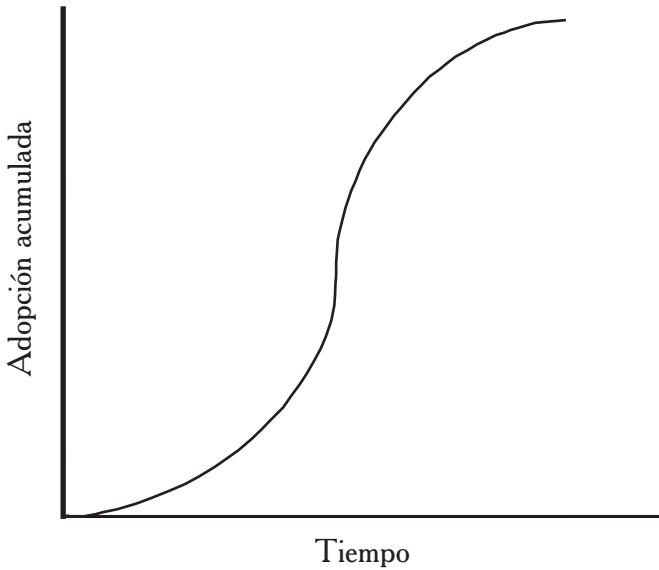
De acuerdo a lo estipulado por Rogers (1983), la difusión de una innovación, tradicionalmente, es definida como un proceso mediante el cual la innovación es transmitida a través de los canales y miembros del sistema social.

Los cuatro elementos que conforman el proceso de difusión son:

- *Innovación*. Es cualquier tipo de idea, objeto o práctica que es percibida como nueva por los miembros del sistema social.
- *Canales de comunicación*. Son los medios por los cuales se transmite la información en el sistema social.
- *Tiempo*. Se refiere a la tasa por la cual una innovación es difundida, es decir, la relativa velocidad en la que una innovación es adoptada por los miembros del sistema social.
- *Sistema social*. Está conformado por individuos, organizaciones, o agentes que tienen como característica similar la cultura y son potenciales adoptadores de las innovaciones (Mahajan y Peterson, 1985) y (Rogers, 2003).

El patrón de difusión de la mayoría de las innovaciones puede ser descrito, en términos generales, como el de la curva de la S; lo único que cambia y varía es la pendiente (figura 2).

Figura 2  
Curva S de la difusión.



Fuente: Elaboración propia, basado en Rogers (1985).

Los modelos de difusión de innovación se han desarrollado para representar el nivel o grado de difusión que tienen a través de un conjunto de posibles adoptadores de la innovación. El modelo fundamental de difusión de una innovación se enuncia a continuación.

### *Modelo fundamental de difusión*

Este modelo puede ser expresado como una ecuación diferencial:

$$\frac{dN(t)}{dt} = g(t)[\tilde{N} - N(t)] \quad (1)$$

Incluyendo la condición de límites

$$N(t = t_0) = N_0$$

En donde:  $N(t)$  es igual a la acumulación de adoptadores de innovación en el tiempo  $t$ . Mientras que  $N(t) = \int n(t)dt$ ,  $n(t)$  es el número de los que no adoptan innovaciones en el tiempo  $t$ ; siendo  $\tilde{N}$  igual al número total de los potenciales adoptadores de innovación en el sistema social al tiempo  $t$ ,  $\frac{dN(t)}{dt}$  es la tasa de difusión al tiempo  $t$ ,  $g(t)$  es el coeficiente de difusión y  $N_0$  es la acumulación de adoptadores de innovación en el tiempo  $t_0$ .

El modelo de difusión de innovación presentado en la ecuación 1, es de tipo determinística de la tasa de difusión; la cual indica la tasa de difusión de la innovación en el tiempo como una función (directamente proporcional) en la diferencia entre el número total de posibles adaptadores de innovación existentes y el número de los previos adaptadores de innovación al tiempo  $[\tilde{N} - N(t)]$  (Mahajan y Peterson, 1985).

### Modelo de difusión de innovación de influencia interna

El modelo de difusión de innovación de influencia interna parte del modelo fundamental de difusión:

$$\frac{dN(t)}{dt} = bN(t)[\tilde{N} - N(t)] \quad (2)$$

Se basa en el hecho de que la difusión ocurre sólo a través del contacto interpersonal.

Además, la tasa de difusión considerada como una función de la comunicación interpersonal o la interacción social entre los previos adaptadores de innovación y los adaptadores potenciales del sistema social.

La comunicación interpersonal o interacción social es representada por  $N(t) \cdot [\tilde{N} - N(t)]$ , previos adaptadores de innovación por los potenciales adaptadores de innovación.

De esta manera, la ecuación (2) puede ser considerada como representación de un modelo de difusión de imitación pura.

La acumulación de adaptadores en la función de distribución en el modelo es derivada, utilizando la integración:

$$N(t) = \frac{\tilde{N}}{1 + \frac{(\tilde{N} - N_0)}{N_0} \exp[-b\tilde{N}(t - t_0)]} \quad \circ$$

$$\ln \left[ \frac{N(t)}{\tilde{N} - N(t)} \right] = \ln \left[ \frac{N_0}{\tilde{N} - N_0} \right] + b\tilde{N}(t - t_0)$$

Donde:  $N(t = t_0) = N_0$

Lo anterior corresponde a la logística de la curva de difusión de la forma S. La constante  $b$  es definida como un índice de imitación o de influencia interna, porque está reflejada como la interacción de los previos adaptadores  $N(t)$  de innovación con los potenciales adaptadores de innovación  $(\tilde{N} - N(t))$ .

La constante  $b$  puede ser conceptualizada como representación del efecto de los canales horizontales de comunicación, descentralizados canales de comunicación, o sin estructura, canales informales de comunicación (Wahajan y Peterson, 1985).

### *Evidencia empírica de las redes de innovación en el sistema de producción del mango*

El primer aspecto que destaca es la definición de innovación, la cual se considera como la capacidad individual o colectiva de mejorar lo que ya se está haciendo o de introducir nuevos procesos, productos, servicios y prácticas en las Unidades de Producción Rural (UPR), con la intención de hacerla rentable.

Por consecuencia, la innovación no necesariamente debe ser tecnológica (como nuevos equipos, insumos de alta tecnología o procedimientos complejos), sino que incluye a todas aquellas de tipo comercial, mercadotécnica, organizacional, administrativa.

Aunque deseable, la innovación no tiene que ser nueva para el mundo, sino sólo para el individuo que hace el cambio, e incluye también: los cambios productivos, técnicos, organizacionales, administrativos, etcétera. Un elemento esencial de la innovación es su aplicación exitosa en forma comercial en las explotaciones.

Así, una de las primeras acciones a instrumentar (generalmente, en la primera etapa de la gestión de la red de innovación) es establecer la línea base; es decir, el conjunto de innovaciones técnico-agronómicas, administrativas y de mercado, que están realizando los productores bajo estudio.

Un grupo de agrónomos propuso esta línea base en las experiencias de gestión de redes de innovación desarrolladas con productores de mango de Nayarit y Michoacán.

Se utilizó un cuestionario que fue validado por el Consejo Estatal de Mango de Colima (COEMANGO) y aplicado en la primera etapa de este proyecto en 2007, para un conjunto de 115 productores (González, 2007). Las categorías e indicadores aparecen en el cuadro 1.

Cuadro 1  
Categorías e indicadores de innovación tecnológica.

Categoría	Indicadores	Categoría	Indicadores
Etapa de vivero	Preparación de sustrato (hormonas, enraizadores)	Aspectos sanitarios	Desinfección de cepa
	Siembra en bolsa		Control de la mosca de la fruta ( <i>Anastrepha ludens Loew</i> )
	Corte de testa para germinación		Control de plagas en el suelo
	Injerto		Control de antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> )
	Más de un injerto		Control de cenicilla ( <i>Oidium mangiferae Berthel</i> )
	Porta-injerto		Poda sanitaria
	Inter-injerto		Limpieza de herramientas de poda
	Densidad 10x10 marco real		Sellado después de la poda
	Nueve metros tres bolillo		Evaluar el grado de enfermedad de la planta/árbol
	Altas densidades		Herramienta exclusiva de la unidad de producción
Etapa de plantación en campo	Selección de plántula al trasplante	Micorrizas	Bolsa de alta calidad
	Poda de formación	Manejo administrativo	Control y registro de gastos y costos de producción
	Poda de sanidad		Contratos de venta
	Poda para adelantar corte		Registro de aplicaciones y labores culturales (bitácora)
	Investiga información de precios dentro y fuera del estado		
Sistema de riego	Análisis de agua	Manejo ambiental	Registro de comercializadores dentro y fuera del estado
	Micro-aspersión		Fertilizantes orgánicos
	Goteo		Composta o vermicomposta
	Fertirrigación fraccionada		
	Tensiómetros		

Continúa en la página siguiente

*Viene de la página anterior*

Categoría	Indicadores	Categoría	Indicadores
Fertilización	Análisis de suelos	Mercado	Contenedores de campo en buen estado
	Mezclas de fertilizantes		Eliminación de calor de campo
	Urea foliar		Lavado y selección o clasificación
	Micro-elementos foliares		Tratamiento hidrotérmico
	Azufre		Empaque
	Mejoradores de suelo		Almacenamiento en cámara frigorífica
Adelanto de foliar por fertilización		Valor agregado	

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se estableció cuál fue la brecha tecnológica de los productores encuestados; es decir, del conjunto de innovaciones tecnológicas ya realizadas y validadas por los productores del estado, qué porcentaje de ellos las realizan.

Como se observa en la figura 3, esta brecha es alta; sobre todo, en las categorías administrativas, de plantación, ambiental y de riego (cuyos porcentajes oscilan entre el 7 al 13% de los indicadores) y, en menor medida, en la fertilización y sanidad.

Sólo las actividades productivas tienen mayor difusión, al alcanzar el 65% como indicador.

Si se evalúa como productor, se tiene que, para los 115 productores, sólo realizan un 24% de los indicadores como promedio (con una desviación estándar del 10.70%).

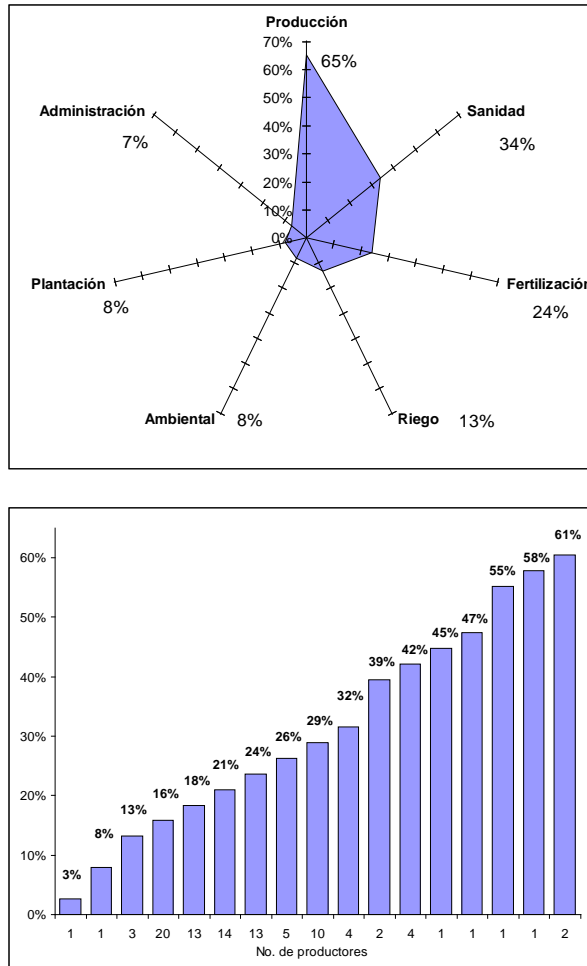
Esta línea base o diagnóstico es el que permite medir objetivamente los impactos de un programa de transferencia, asistencia técnica, capacitación, así como a los ejecutores; es decir, a los técnicos extensionistas o sus coordinadores y también a los propios productores.

Esto se evalúa al establecer si los productores hicieron o no innovaciones, si hubo cambios productivos, de rendimiento o de rentabilidad después de instrumentado el programa. Ello supone que en la estrategia de redes de innovación, al final del programa, se vuelven a aplicar encuestas y se hacen las comparaciones correspondientes. Tal situación, permite adecuar la estrategia para futuros proyectos de la cadena o del sistema productivo.

Por tanto, para operar un programa de asistencia técnica donde existan restricciones presupuestales, es necesario incluir a aquellos productores que sean más innovadores, a fin de hacer más eficiente la transferencia de tecnología. Entonces, un productor innovador es aquel cuyo índice de adopción de innovaciones es al menos más alto que el promedio del grupo bajo análisis.



Figura 3  
Brecha tecnológica de los productores de mango de Colima



Fuente: Elaboración propia con datos de 115 encuestas a productores de mango de Colima

El enfoque de redes parte de la premisa de que los productores aprenden haciendo, interactuando con otros productores, observando qué hace el vecino para practicarlo posteriormente, así como de los proveedores de insumos y servicios, y de otros agentes o medios. De aquí que, para hacer eficiente la transferencia de tecnología, existe la necesidad de dar un acompañamiento y asistencia en la aplicación de las innovaciones, conocer las relaciones que los productores establecen.

Todo ello significa que en el enfoque de redes se parte de una perspectiva estructuralista, que sitúa a las relaciones sociales de los productores y a las estructuras que éstas

forman como el foco de su atención (figura 4).

Sus principios centrales son:

- Que los actores y sus acciones son considerados interdependientes.
- Que los vínculos entre los actores sirven para transferir activos tangibles e intangibles.
- Que la estructura relacional entre los agentes puede constituirse en un marco proveedor de oportunidades, pero también de restricciones.

Todos los seres humanos vivimos e interactuamos con otros seres humanos. Así que, las relaciones sociales de los productores se realizan con otros productores, con los comercializadores, proveedores de insumos, técnicos, líderes de organizaciones, funcionarios, etcétera (figura 4, panel a). De estas relaciones es como circula y se aprende información para la producción, opciones de venta, la competencia, nuevos negocios. Nótese, sin embargo, que en la figura mencionada existen productores que trabajan aislados; esto es, que no son referidos por otros productores.

La metodología de redes considera a estas relaciones sociales y crea mapas de ellas, con lo cual es posible saber cuáles productores son más comunicadores; o bien, los aislados, los innovadores y dispersores de información, los egoístas que absorben información pero no la comparten, etcétera. El panel b de la figura 4 muestra gráficamente cuáles productores, además de estar bien comunicados con otras personas o productores, tienen determinado nivel de adopción de innovaciones.

Al mapear la red social se tiene la base para seleccionar a los productores innovadores y que comparten información; para con ellos trabajar en el programa de transferencia de tecnología: asistencia técnica, cursos de capacitación, talleres en las parcelas demostrativas. Lo importante es que al ser seleccionados adecuadamente, se garantiza que estos productores van a innovar y difundir lo aprendido con otros productores, con lo cual el impacto es mayor.

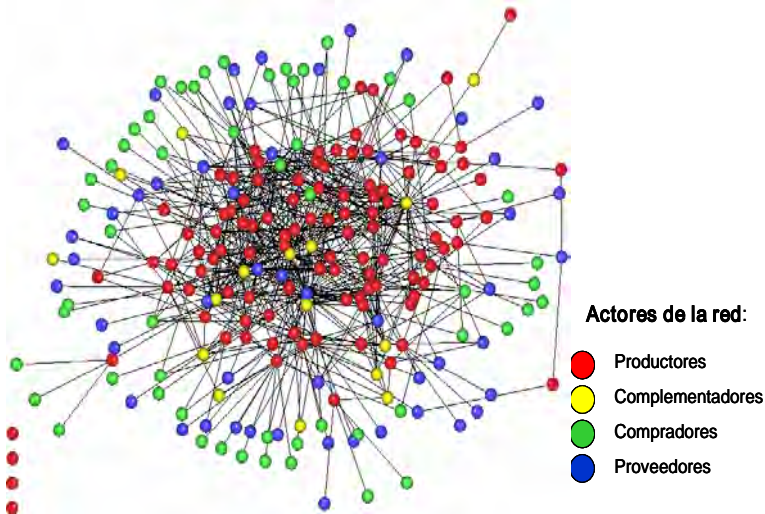
Esto es lo que muestran los paneles c y d, de la figura 4. Algunos productores son los difusores de su red social; es decir, aquellos productores más referidos (por otros productores) como “los que no se guardan sus secretos”, sino todo lo contrario: cualquier innovación que tenga resultados (tanto productivos como económicos) la comunican a los miembros de su comunidad o grupo de amigos. Los estructuradores son también referidos como aquellos en quien otros productores tienen confianza, y permiten o facilitan la estabilidad de la red social: promueven juntas, reuniones, así como la colaboración con otras personas, autoridades locales, proveedores, etcétera.

Con base en esta información o mapeo de la red social, se selecciona a la “red de innovación”, es decir, el grupo de productores que participarán en la segunda etapa; aunque, para esto último, se tiene en consideración la restricción presupuestal. Los criterios que se toman son: que los productores sean innovadores, esto es, que su tasa de adopción de tecnología se encuentre preferentemente por arriba del promedio. El otro criterio es que sean difusores de las innovaciones. Esto significa que los productores más referidos por otros

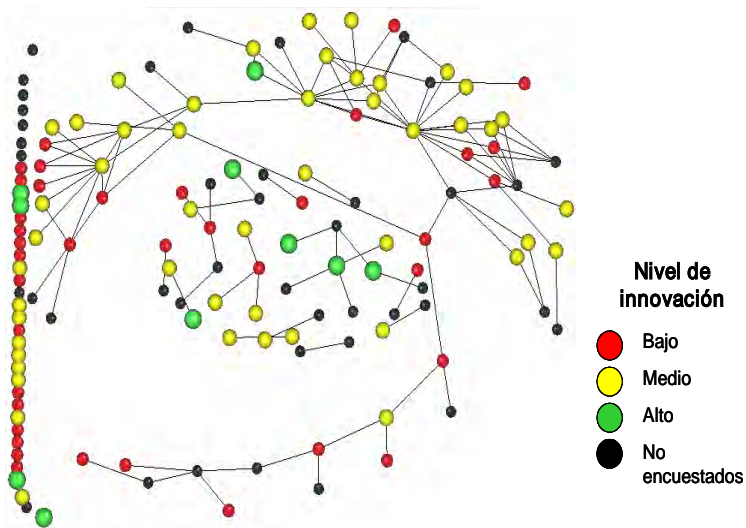
como la fuente de información sobre innovaciones, son aquellos que son seleccionados.

En este sentido, del total de 115, se observó que sólo 40 productores cumplieran con estos criterios. Sin embargo, este listado fue validado por el COEMANGO, cuyos dirigentes tienen un conocimiento práctico y de varios años de los productores asociados (González, 2007).

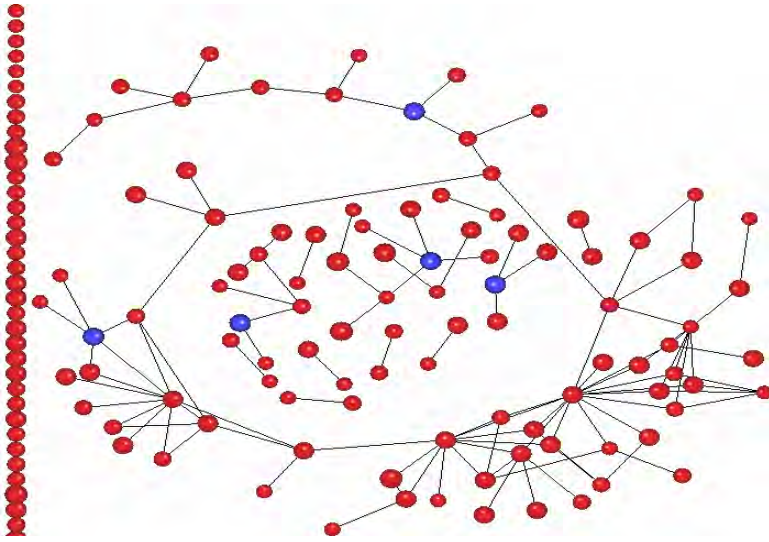
Figura 4  
Mapeo de las redes sociales y de difusión de innovaciones.



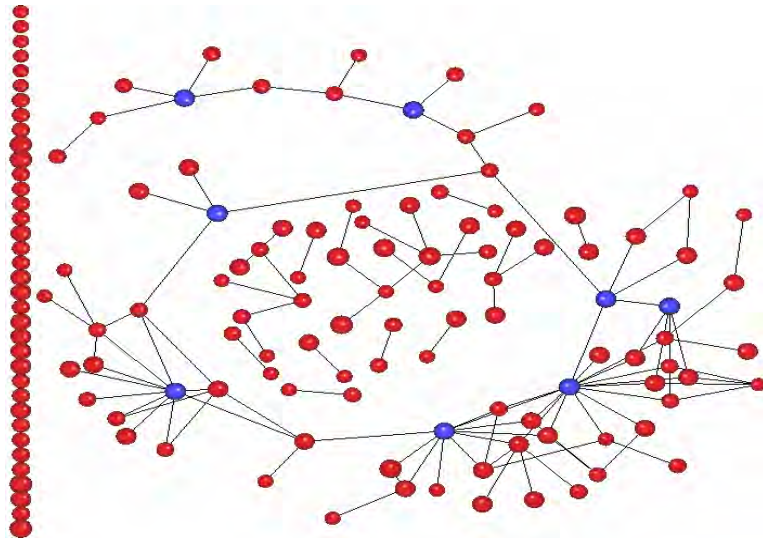
Panel a. Red social de los productores.



Panel b. Red de difusión de conocimientos.



Panel c. Los difusores de la innovación.



Panel d. Estructuradores de la red de mangueros.

Fuente: Elaboración propia con datos de 115 encuestas a productores de mango de Colima.

En el cuadro 2, se muestra el lugar de residencia y la superficie de cultivo de los productores de mango. Es importante destacar que con estos productores de la red se espera influir en al menos otros 40 productores; quienes, de acuerdo con los resultados de la primera etapa, toman como referencia a los productores innovadores y difusores.

**Cuadro 2**  
**Universo de productores para las acciones de la segunda etapa.**

Municipio	Comunidad	Productores	Superficie	% de superficie
Armería	Armería	4	59.00	13.06
Colima	Colima	1	40.00	8.85
Coquimatlán	Coquimatlán	1	30.00	6.64
Ixtlahuacán	Ixtlahuacán	1	7.00	1.55
	Los Reyes	1	4.00	0.89
Manzanillo	San Buenaventura	4	22.30	4.94
	Santa Rita	2	13.00	2.88
	V. Carranza	19	148.50	32.87
Tecomán	Tecomán	7	128.00	28.33
<i>Total</i>		<i>40</i>	<i>451.80</i>	<i>100.00</i>

Fuente: elaboración propia con 40 encuestas a productores.

En la selección de productores se buscó a los más comunicativos y que, a la vez fueran innovadores; pues así se garantiza una mayor influencia de los resultados de la actividad de asesoría técnica; sobre todo, esta etapa se complementa con cursos y talleres en las parcelas.

### *Instrumentación de la segunda etapa de redes de innovación*

Una vez establecido el diagnóstico de las Unidades de Producción Rural (UPR) de mango de los integrantes de la muestra de 115 productores, el mapeo de su red social y una vez establecida su brecha tecnológica, se vuelven a realizar estos indicadores para los 40 productores seleccionados, para el seguimiento en la segunda etapa. En este sentido, se determinan los atributos socioeconómicos, sus características en el sistema de producción, su dinámica de la innovación y el mapeo de la red que comparten.

Esta es la base del diseño de la estrategia para la gestión de la red de innovación en productores de mango de Colima. Consecuentemente, se identificaron las prácticas a difundir, las características de la Línea Base de adopción de innovaciones; y, por último, el diseño e implementación del programa de levantamiento de información de las UPR con las Bitácoras Técnicas y Administrativas (BTA).

Un aspecto importante para este proyecto, es que estas acciones fueron complementadas con un programa de capacitación a productores, tanto en talleres con expertos en ciertas prácticas, como en las parcelas demostrativas que se establecieron para este fin. Estos elementos se observan a continuación.

La estrategia de gestión de una red de innovación para el mango en el estado de Colima tiene como objetivo el incrementar la calidad de la producción y productividad de las UPR, a través de tres ejes:

- Desarrollo de capacidades de innovación en las UPR en los aspectos sanitario, administrativo, en nutrición y desarrollo de mercado. Con el programa de capacitación a los productores y la red de difusión se buscó alcanzar este objetivo.
- Implementación de una BTA, para fomentar la cultura del dato entre los productores y sus hijos, y sentar las bases para la optimización de costos y la planeación en las UPR, basado en información plenamente confiable.
- Impulsar la asociatividad de los productores, a través de la compra y ventas en común; aunque este fin se plantea alcanzarlo a mediano y largo plazo.

Se tuvo un conjunto de actividades desarrolladas en esta segunda etapa, durante los meses de agosto de 2007 a julio de 2008; entre las que destacan:

I. Asesoría personalizada y especializada, con los técnicos contratados por el proyecto a los 40 productores de la red, en aspectos como:

- Sanidad, nutrición, ambiental, administración y manejo agronómico.
- Aplicación de una Encuesta Línea Base a algunos productores referidos.
- Talleres de capacitación y establecimiento de parcelas demostrativas.

II. Implementación de Bitácora Técnica y Administrativa por el año de operación de proyecto, que incluye las siguientes actividades:

- Diseño e implementación de bitácoras.
- Vaciado electrónico de la Bitácora.
- Análisis de información de las bitácoras del ciclo de producción: análisis y factores que determinan la rentabilidad.

III. Aplicación de Encuesta Línea Final, con el fin de evaluar los cambios en la UPR.

- Aplicación de Encuesta Línea Final a difusores y referidos.

IV. Documentación de la estrategia de innovación emprendida por los productores difusores.

- Documentación de la estrategia y gestión de la información.
- Gestión de la interacción.
- Evaluación aditiva de la estrategia de gestión.

## *Estructura inicial y actual de la red de innovación*

Otro aporte del enfoque de redes de innovación es que permitió la evaluación de los cambios en habilidades u otros indicadores en el contexto de las redes sociales que tejen los productores. Para el caso de la adopción de las prácticas innovadoras en las UPR —o también conocidas como “generación de capacidades de los productores”— se observa en la figura 5, que el 71.40% de los productores tenía un nivel medio de adopción; al final, el porcentaje aumentó a 76.10%. El aumento para los que tenían un nivel alto de adopción fue ligero, en un 2.40%.

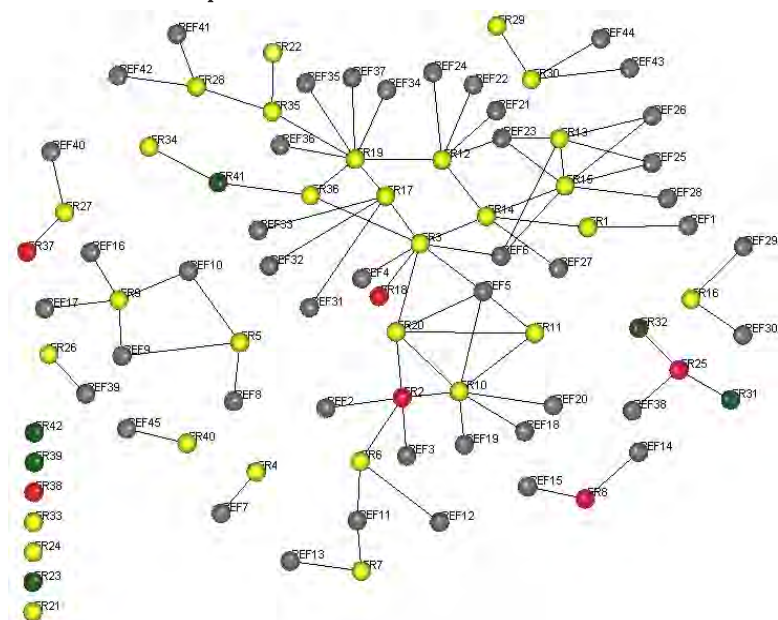
Sin embargo, el cambio más importante fue para los productores con bajo nivel de adopción, quienes constituían el 14.20% al inicio del proyecto y bajaron al 7.10% al final. Estos cambios pueden juzgarse como modestos, debido a que las innovaciones en ocasiones representan inversiones en las UPR. Variables económicas como bajos ingresos (por bajos rendimientos o bajos precios) son la explicación más factible para esta situación.

Respecto a las utilidades, la red social de los productores innovadores confirma algunos resultados encontrados. Un 42% de los productores mostraron una caída en las utilidades (causado, como se vio previamente, por problemas de mercado y de rendimiento por el problema del “mango niño”); para el restante 58% de los productores, las utilidades fueron positivas (figura 5).

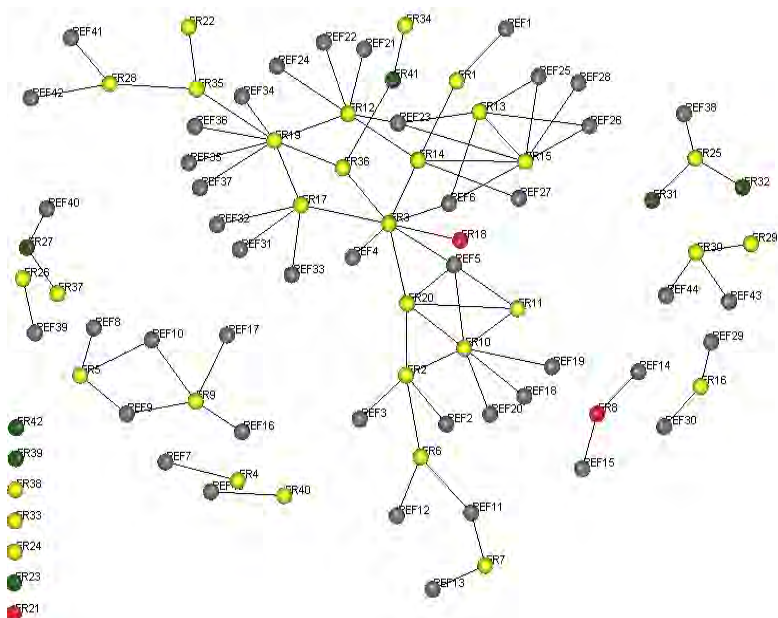
Finalmente, es importante señalar que del periodo inicial al final, el nivel de comunicación entre los productores se incrementó ligeramente, como lo muestra el indicador de densidad.



Figura 5  
Capacidades en la red de innovación.



Nivel de innovación al inicio del proyecto.

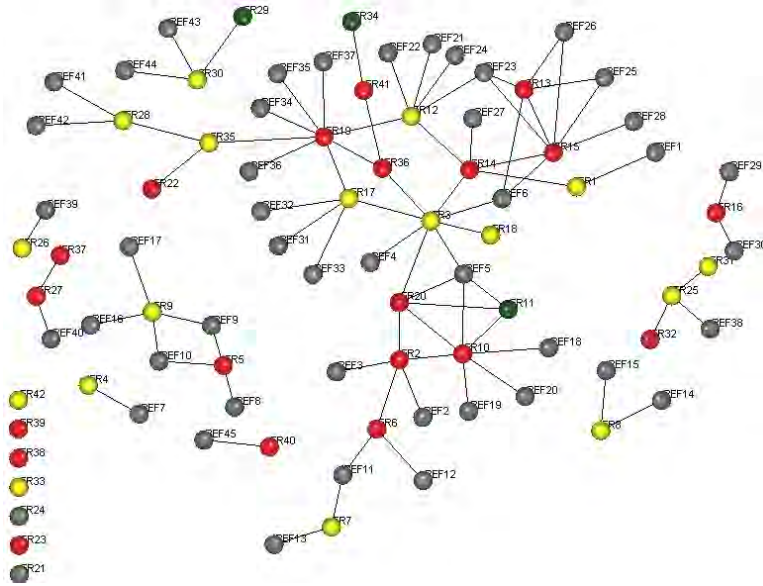


Nivel de innovación al final del proyecto.

Continúa en la página siguiente



Viene de la página anterior



Cambios en las utilidades.

Indicadores

Nivel de Innovación			
	Inicial		Final
Baja	14.20%	Baja	7.10%
Media	71.40%	Media	76.10%
Alta	14.20%	Alta	16.60%
Densidad	1.00%	Densidad	1.20%
Niveles de utilidades			
Negativo	42.50%		
Baja	27.50%		
Media	15.0%		
Alta	15.00%		

Fuente: Elaboración propia con datos de 40 productores.

Como se ha visto, la estrategia de redes de innovación representa una alternativa para hacer eficientes los mecanismos de transferencia de tecnología, así como para mejorar la planeación de la producción primaria y de la cadena en su conjunto. La adopción de innovaciones tecnológicas por los productores, se basa en los conocimientos que ya poseen ciertos actores de la red, por lo que el técnico puede centrar su actividad en promover la interacción de los productores.

Sin embargo, en este proyecto se incluyeron acciones de capacitación (en talleres y parcelas demostrativas) y asesoría personal y especializada, por lo que se espera una mayor tasa de adopción.

### *Aplicaciones econométricas de las redes de difusión de innovación en el sistema de producción del mango*

Con la finalidad de aplicar el modelo de difusión de innovaciones en el sistema de producción de mango se utilizó la técnica mínimos cuadrados ordinarios, en dos etapas; con la finalidad de eliminar la presencia de auto-correlación en los datos.

Además, se realizaron las pruebas de heterocedasticidad. Los resultados que se presentan en el cuadro 3, se observa que los resultados de la t-estadística son significativos para todas las variables del modelo de difusión, los resultados de la r-cuadrada indican que el modelo es robusto al presentarse los resultados con valores altos; sin embargo, al aplicarse las pruebas de auto relación, se observa la ausencia de la misma, por tal motivo los resultados permiten corroborar el modelo de difusión empíricamente.

En este sentido, el parámetro  $a$  representa la influencia de un agente de cambio en el proceso de difusión y también simboliza el efecto de los canales verticales de comunicación, a través del cual se difunde la comunicación formal (gubernamental, vendedores, medios de comunicación) en el sistema de producción. Los resultados, al presentar signo negativo, indican que este canal de comunicación no ejerce efectos en el proceso de difusión de innovaciones.

Por otro lado, el parámetro  $b$  se define como un índice de imitación o influencia interna, ya que refleja la interacción de los adoptantes previos con los posibles adoptantes. A su vez, representa los canales de difusión de innovación horizontal, descentralizados o no estructurados.

Los resultados obtenidos, al ser positivos, indican y resaltan la importancia de la imitación de buenas prácticas de innovación y el efecto de la comunicación en la adopción de las innovaciones.

Finalmente, el parámetro  $\tilde{N}$  refleja el posible número de adoptantes en el sistema y el grado de difusión; en este sentido, los resultados obtenidos son heterogéneos por el hecho de que existen innovaciones en donde el número de adoptantes es negativo. Tal es el caso de las innovaciones en la poda de formación, control de plagas de suelo, mezcla de fertilización, y micro-aspersión.

Sin embargo, el grado de difusión entre los adoptantes es alto en las innovaciones relativas al control de mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew), y es moderadamente rápida la adopción de innovaciones en poda de sanidad, densidad 10x10 y análisis de suelo.

Finalmente, la adopción de innovaciones en el control de cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet), urea foliar y control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), es un poco más lenta.

**Cuadro 3**  
Resultados del modelo de difusión de innovación interno.

Innovación	Periodo	Número de Adoptadores	Constantes (Regresiones)			Parámetros del modelo de difusión			R-cuadrada
			A1	A2	A3	a	b	Ñ	
Control Cenicilla	1980-2004	23 <i>t-estadística</i>	-0.03	0.14	-0.001	-0.14	0.001	0.19	0.84
						2.17	18.39	16.33	
Control de Mosca	1980-2004	23 <i>t-estadística</i>	-1.54	0.21	-0.002	-0.19	0.002	7.8	0.66
						6.28	19.76	19.24	
Poda Formación	1980-2005	23 <i>t-estadística</i>	4.65	0.004	-0.0002	-0.04	0.0002	-128.66	0.88
						36.5	5.24	2.95	
Poda de Sanidad	1980-2005	23 <i>t-estadística</i>	-0.69	0.17	-0.002	-0.17	0.002	4.02	0.84
						3.61	17.86	15.86	
Control antracnosis	1981-2003	23 <i>t-estadística</i>	-0.19	0.13	-0.001	-0.13	0.001	1.46	0.82
						3.67	45.75	41.12	
Control de Plagas de Suelo	1980-2004	11 <i>t-estadística</i>	1.34	0.14	-0.005	-0.18	0.005	-7.4	0.83
						3.76	3.46	4.49	
Densidad 10x10	1981-1992	12 <i>t-estadística</i>	4.72	-0.25	0.005	-0.17	0.002	4.02	0.89
						22.94	9.41	5.75	
Mezcla Fertilización	1989-2005	13 <i>t-estadística</i>	3.83	0.07	-0.002	-0.13	0.002	-29.7	0.87
						61.95	14.23	24.31	
Microaspersión	1998-2005	8 <i>t-estadística</i>	1.21	0.33	-0.005	-0.35	0.005	-3.46	0.81
						2.73	7.73	6.69	
Análisis de Suelo	2000-2005	6 <i>t-estadística</i>	-1.92	0.68	-0.02	-0.61	0.02	3.13	0.86
						2.83	4.47	4.38	
Urea Foliar	1990-2003	9 <i>t-estadística</i>	-0.2	0.4	-0.15	-0.39	0.02	0.52	0.78
						12.75	10.27	27.85	

Fuente: Elaboración propia.

Una de las bondades del enfoque de redes de innovación es la confiabilidad de la información (en virtud de que los datos de prácticas, ingresos y costos se obtuvieron directamente por el productor, sobre una base semanal); y, por tanto, sus conclusiones permiten orientar y planear la producción, además de que los paquetes tecnológicos derivados ya están inmediatamente validados por los productores, en el sentido de que ya realizaron las prácticas y los costos asociados.

Los beneficios de participar en redes de innovación en el sistema de producción de mango son los siguientes:

- Aprender a generar información de su parcela, a hacer uso de dicha información y a compartir experiencias. Este aspecto es crítico para todo pequeño negocio; sin embargo, particularmente útil para la planeación productiva o la búsqueda de financiamiento. Un ejemplo de la manera en cómo se comparten experiencias es la discusión sobre el problema del “mango niño”; para el cual, los productores postularon hipótesis como la baja en la temperatura en la época de floración, la reducción de abejas polinizadoras, la disminución de polinización natural (entre variedades, por ejemplo, Tommy y Ataulfo).
- Realizar innovaciones tecnológicas que ya están siendo puestas en práctica por otros productores, bajo la guía de los técnicos extensionistas y en colaboración

con otros productores de la red. Estas innovaciones se refieren no sólo a aspectos técnicos, sino administrativos, de comercialización y de organización. Otros productores que no formaron parte de la red gestionada también realizan prácticas innovadoras como resultado de la influencia de los productores de la red. Entre otras, la siembra de variedades -como Tommy- en huertas de Ataulfo (en densidades mayores), sacan estudios de suelo y hacen podas de rejuvenecimiento, formación y sanitarias.

## Conclusiones

Los resultados empíricos del modelo de difusión de innovaciones en el sistema de producción de mango reflejan satisfactoriamente los postulados para analizar las redes en un sistema de producción agrícola. Se observa que los canales de comunicación vertical o formal no ejercen influencia en la difusión de buenas prácticas de innovación.

Sin embargo, los productores tienden a implementar innovaciones que han sido gestadas satisfactoriamente y la difusión de las prácticas de innovación se realiza en los canales de comunicación informal. Mientras que el grado o velocidad de adoptadores de las innovaciones presenta resultados heterogéneos debido a las necesidades específicas de innovación de cada uno de los productores.

## Literatura citada

- Cowan, R. (2002). On the number of firms and the quantity of innovation. *Economics Bulletin*, 12(6): 1-9.
- Cowan, R. y Jonard, N. (2004a). Network structure and the diffusion of knowledge. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 28(8): 1557- 1575.
- Cowan, R.; Jonard N. y Ozman, M. (2004b). Knowledge dynamics in a Network Industry. *Technological forecasting and social change*, 71(5): 469- 484.
- González, R. F. (2007). *Transferencia de tecnología integral en todos los segmentos de la producción primaria del mango, para eficientar el cultivo, reducir costos de producción y potenciar la exportación*. Colima: Universidad de Colima, Reporte técnico con folio 06-2007-0126.
- Mahajan, V. y Peterson, R. A. (1985). *Models for innovation diffusion*. USA: SAGE Publications. Pp.87
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press. 150 pp.

Recibido: Enero 13, 2014

Inicio de arbitraje: Artículo invitado

Dictamen para los autores: No

Aceptado: Febrero 27, 2015

# Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en condiciones de estabulación

Intake of tropical forages by crossbred Siboney dairy cows, managed under confinement conditions

Julio J. Reyes,<sup>1</sup> César Padilla,<sup>1</sup> Pedro C. Martín,<sup>1</sup> Marcelo Gálvez,<sup>2</sup> Sara Rey,<sup>1</sup> Aída Noda<sup>1</sup> y Carmen Redilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA)  
Apartado Postal 24  
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup> Empresa Pecuaria "Bacuranao"  
Carretera Campo Florido, km 7 ½.  
Minas La Habana, Cuba

\*Correspondencia: jreyes@ica.co.cu

## Resumen

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de tres forrajes tropicales y su consumo por animales lecheros, durante tres años, se utilizó un área total de cultivos de 4.25 hectáreas, distribuidas en 1.50 hectáreas para caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), 2 hectáreas del king grass clon CT-169 (*Pennisetum purpureum cv Cuba CT-169*) y 0.75 hectáreas de leucaena (*Leucaena leucocephala*); para estimar el consumo, se utilizaron 20 vacas lecheras mestizas de Siboney, mantenidas en régimen de estabulación, con dieta semi-integral. Se realizó un análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado, en arreglo factorial. Los resultados arrojan que las disponibilidades promedio del forraje caña de azúcar fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en la época poco lluviosa: 1,916.64 vs. 1,474.73 kg MS ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>; mientras que los forrajes de CT-169 y leucaena fueron superiores sus disponibilidades ( $P < 0.01$ ) en la

## Abstract

In order to study the behavior of three types of tropical forages and its consumption by dairy animals during three years, a total area for cultivation with 4.25 ha was used, distributed in 1.5 ha for sugarcane (*Sacharum officinarum*), 2 ha for king grass clone CT-169 (*Pennisetum purpureum cv Cuba CT-169*) and 0.75 ha for leucaena (*Leucaena leucocephala*). For estimating the consumption, twenty crossbred Siboney dairy cows were used, under stabulation conditions and fed with a semi-integral diet. An analysis of variance was performed, according to a completely randomized design, in factorial arrangement. The results stated that the average availabilities of sugarcane forage were higher ( $P < 0.05$ ) during the dry season (1,474.73 vs. 1,916.64 kg DM ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), while the availabilities of the CT-169 and leucaena forages were superior ( $P < 0.01$ ) during the rainy season (924.76 and 519.01 vs. 649.10 and

época lluviosa: 924.76 y 519.01 vs. 649.10 y 314.20 kg MS ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>, respectivamente. La calidad de los forrajes fue menor ( $P < 0.001$ ) en la época poco lluviosa. Los consumos totales de materia seca que realizaron los animales, fue superior ( $P < 0.001$ ) en la época lluviosa (10.56 vs. 9.33 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); mientras que los animales de ordeño realizaron un mayor ( $P < 0.001$ ) consumo que los secos (10.82 vs. 9.06 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Los resultados expresan la posibilidad del sistema en estabulación de mantener una carga promedio de 4.70 a 4.9 UGM ha<sup>-1</sup>, con vacas lecheras de mediano potencial y obtener un consumo adecuado de estos forrajes.

### Palabras clave

Producción, dieta semi-integral, forrajes de caña de azúcar, king grass, *Leucaena leucocephala*.

314.20 kg DM ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>, respectively). The quality of forages was lower ( $P < 0.001$ ) during the dry season. The total dry matter consumptions of the animals was higher ( $P < 0.001$ ) during the rainy season (10.56 vs. 9.33 kg DM animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) while the milking animals performed a higher consumption ( $P < 0.001$ ) of dry matter (10.82 vs. 9.06 kg DM animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). The results state that the stabulation system makes possible to maintain an average stocking rate from 4.7 to 4.9 LAU ha<sup>-1</sup>, with dairy cows of medium potential and to obtain a proper consumption of these forages.

### Keywords

Production, semi-integral diet, forages sugar-cane, king grass, *Leucaena leucocephala*.

## Introducción

Das las evidencias positivas de los sistemas de producción vacuna, en condiciones de estabulación a nivel mundial basados, principalmente, en una alimentación con granos y ensilados de maíz; así como el empleo de altas técnicas en el bienestar animal (Roca-Fernández *et al.*, 2011), al aplicar la estabulación en las condiciones del trópico, se hace necesario basar la alimentación con forrajes, mezclando todos los componentes de la dieta, ración integral, y que se garantice en cada proporción de la misma, un nivel homogéneo del consumo (Hazard, 2009; Rodríguez, 2009).

La caña de azúcar ha sido, tradicionalmente, una importante alternativa de alimentación para el ganado vacuno, ante el déficit de alimento durante la época de sequía; como la gran mayoría de los alimentos voluminosos, su valor nutritivo presenta una amplia variabilidad por influencia de varios factores del manejo (Martín, 2004). Desde el punto de vista alimentario, los forrajes de caña de azúcar se deben incorporar a las dietas con una fuente de otras gramíneas verdes para mejorar su consumo, especialmente los del género *Pennisetum*.

Dentro del complejo contexto de la baja calidad de la biomasa para la alimentación de los rumiantes, las leguminosas pueden constituir una alternativa en su mejora; dentro de ellas, la leucaena ha sido una de las más estudiadas en Cuba (Ruiz y Febles, 2007). El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto en el consumo animal, en condiciones de estabulación, de dieta semi-integral, basada en forrajes tropicales frescos.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló durante tres años, en una unidad de producción perteneciente a la empresa agropecuaria “Bacuranao”, al norte de la provincia de La Habana, con suelos predominantes negros, con alta plasticidad. La precipitación media anual es de 1,318.9 mm; en el periodo lluvioso (junio a octubre) es de 832.20 mm (63.10%) y en el poco lluvioso (noviembre a mayo) 486.70 mm (36.90%).

Los forrajes se cortaron manualmente y se utilizaron después de un año de establecidos, utilizándose una superficie total de 4.25 hectáreas, distribuidas de la siguiente forma: 1.50 hectáreas de caña de azúcar variedad Cuba 6512 (*Sacharum officinarum*), 2 hectáreas del king grass clon CT-169 (*Pennisetum purpureum* vc Cuba CT-169) y 0.75 hectáreas de leucaena (*Leucaena leucocephala*); los mismos no se regaron, y en el caso de los dos primeros, se les aplicó en la época lluviosa, materia orgánica procedente de las excreciones sólidas de los animales y residuos de la dieta, a razón de 20-25 toneladas MF hectárea<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; las cuales aportaron entre 65.50 a 81.90, 10.60 a 12.80 y 30.60 a 38.20 kg hectárea<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente.

El estimado de las producciones de los forrajes se realizó una vez por mes; se pesó todo el forraje cortado (de forma independiente) antes de trocearlos a tamaño de partícula, de 2 a 3.50 cm, y se contabilizaba el área cortada en cada uno de los cultivos. La altura de corte fue de 5-10 centímetros del suelo, para las gramíneas; y de 20-25 centímetros, para la leguminosa, donde sólo se consideró el follaje verde (hojas y tallos tiernos menores de 1 cm de grosor).

La frecuencia de corte de los forrajes varió entre las épocas; así, en la lluvia la frecuencia de corte fue cada 45-50 y 55-60 día, 3 y 2.7 cortes época<sup>-1</sup>; mientras en el poco lluvioso fueron entre 90-95 y 100-110 días, 2.20 y 2 corte época<sup>-1</sup>, para el CT-169 y leucaena, respectivamente. En el caso del forraje de caña de azúcar, se mantuvo con un corte anual, independientemente de la época; lo que varió fue el volumen a cortar, en dependencia de la disponibilidad de los otros dos forrajes.

Se seleccionaron un total de 20 animales, con peso vivo inicial de 445.30 kg, genéticamente respondían a mestizos de Siboney (5/8Holstein x 3/8Cebú), divididos según su estado productivo (grupo ordeño, entre 13 a 15 animales y grupo seco, entre 5 a 7 animales). Los animales fueron suplementados con concentrados (14.61 a 15.03% de proteína bruta y 10.03 a 10.05 MJ/kg MS de EM); los de ordeño, a razón de 0.40 kg litro de leche producido<sup>-1</sup> a partir del tercer litro y los secos con 1 kg día<sup>-1</sup>.

Ambos grupos de animales (ordeño y seco) recibieron los alimentos voluminosos frescos, troceados y mezclados a mano, en una cantidad del 110 % del consumo estimado en los 15 días anteriores, lo que permitió un aceptado consumo voluntario de la dieta (Rodríguez, 2009).

A los animales se les midió la oferta y rechazo, quincenalmente, mediante pesaje de la totalidad de la mezcla de forrajes. Del rechazo se tomaron muestras de 500 gramos, para estimar las proporciones de cada uno de los forrajes; valorando, de esta forma, el consumo por separado de cada forraje.

De la oferta y rechazo se tomaron mensualmente 200 gramos para el análisis químico. Para calcular el porcentaje de materia seca (MS) se utilizó una estufa marca Binder, con corriente de aire forzada a 60°C, hasta peso fijo. Para determinar el contenido de proteína bruta, fibra bruta, se utilizaron las técnicas del AOAC (1995).

Se empleó análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado, en arreglo factorial de tres factores (dos épocas: lluvioso y poco lluvioso), tres años (1, 2 y 3) y dos grupos de animales (ordeño y seco); se analizaron las posibles interacciones. El software estadístico utilizado fue el *InfoStat* Versión 12.0 (Balzarini *et al.*, 2012). En todos los casos se utilizó la dócima de rango múltiple de Duncan (1955), para establecer diferencias entre medias.

## Resultados

En el cuadro 1, se refleja la disponibilidad de biomasa consumible de los diferentes forrajes estudiados, donde se aprecia un incremento ( $P < 0.01$ ) de la misma en la época lluviosa para los forrajes de leucaena y el CT-169, en 1.42 y 1.97 veces, respectivamente; mientras que la caña, producto del manejo aplicado, mostró mayor ( $P < 0.05$ ) disponibilidad en la época poco lluviosa (1.30 veces mayor disponibilidad); sin embargo, se mostró estabilidad durante los tres años en todos los forrajes.

Cuadro 1  
Disponibilidad de biomasa consumible, por cultivo (kg MS mes<sup>-1</sup> há<sup>-1</sup>).

Especie	Épocas	Año 1	Año 2	Año 3	EE ±
Caña	Lluvioso	1,396.61 <sup>a</sup>	1,469.09 <sup>a</sup>	1,558.50 <sup>a</sup>	99.25 *
	Poco lluvioso	1,904.03 <sup>b</sup>	1,910.52 <sup>b</sup>	1,935.36 <sup>b</sup>	
CT- 169	Lluvioso	1,808.56 <sup>b</sup>	1,816.68 <sup>b</sup>	1,923.31 <sup>b</sup>	105.98 *
	Poco lluvioso	1,360.54 <sup>a</sup>	1,314.51 <sup>a</sup>	1,219.57 <sup>a</sup>	
Leucaena	Lluvioso	436.19 <sup>c</sup>	458.79 <sup>d</sup>	497.80 <sup>c</sup>	6.83 ***
	Poco lluvioso	242.90 <sup>b</sup>	259.26 <sup>b</sup>	204.80 <sup>a</sup>	

\*  $P < 0.05$ , \*\*\*  $P < 0.001$ .

a, b, c, d, e: medias con diferentes superíndices, por forraje difieren a  $P < 0.05$  (Duncan, 1955).

La composición química de los forrajes (cuadro 2), disminuye ( $P < 0.001$ ) en la época poco lluviosa, se incrementa la fibra bruta (9.59, 20.78 y 10.28%, para la caña, CT-169 y leucaena, respectivamente) y se disminuye la proteína bruta (14.34, 11.96 y 11.61%, para la caña, CT-169 y leucaena, respectivamente). De igual forma, se incrementa ( $P < 0.001$ ) el porcentaje de MS de los mismos, en la época poco lluviosa: en 3.45, 3.76 y 3.33 unidades porcentuales, para la caña, CT-169 y leucaena, respectivamente.



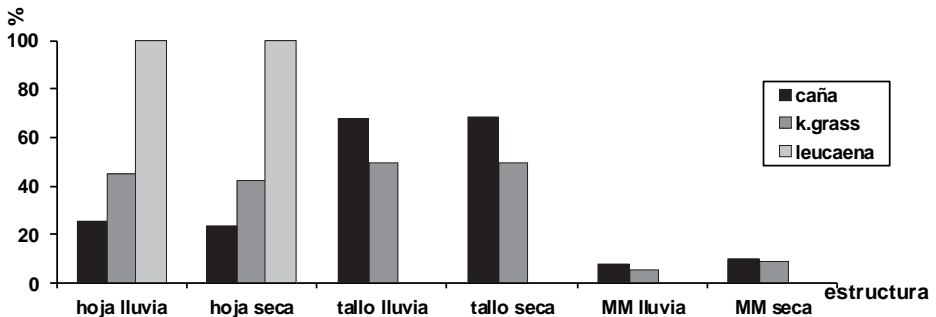
**Cuadro 2**  
**Composición química de los alimentos voluminosos empleados.**

Alimento	Tratamiento Medidas	Época lluviosa		Época poco lluviosa		Sign
		Media	±EE	Media	±EE	
Caña	Materia Seca (%)	26.36	0.39	29.81	0.36	***
	Proteína Bruta (%)	3.11	0.06	2.72	0.05	***
	Fibra Bruta (%)	28.97	0.34	31.75	0.31	***
CT-169	Materia Seca (%)	21.56	0.46	25.32	0.42	***
	Proteína Bruta (%)	8.52	0.15	7.61	0.13	***
	Fibra Bruta (%)	22.14	0.39	26.74	0.40	***
Leucaena	Materia Seca (%)	22.47	0.28	25.80	0.25	***
	Proteína Bruta (%)	24.80	0.32	22.22	0.29	***
	Fibra Bruta (%)	22.56	0.34	24.88	0.31	***

\*\*\* P<0.001.

El estudio de la composición estructural de los forrajes (figura 1) resultó, en el caso de la caña de azúcar, que las hojas y cogollo como las estructuras más nutritivas; están en el orden del 25.50 y 22.90%, en las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente. El CT-169, mostró casi una proporción pareja entre hojas y tallos, entre 44 y 50%, respectivamente. La leucaena se consideró casi totalmente como hoja (94.30 y 92.10%, para lluvia y seca, respectivamente).

**Figura 1**  
**Composición estructural por época de los forrajes utilizados.**



El consumo total de materia seca que realizaron los animales de la mezcla de alimentos ofertados (forrajes y suplementos), no mostró interacción época/grupo; sin embargo, el efecto época indicó que fue superior en las lluvias ( $P < 0.001$ ), en un 11.65%, 10.56 vs. 9.33 Kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, para lluvia y seca, respectivamente; de igual forma, los animales del grupo de ordeño expresaron un mayor ( $P < 0.001$ ) consumo total, en un 16.27%, que los del grupo seco, 10.82 vs. 9.06 Kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, para vacas en ordeño y secas, respectivamente (cuadro 3).

El análisis de alimentos, por separado, muestra que en todos los casos existió interacción ( $P < 0.001$ ) entre grupos de animales/épocas. El forraje de caña se consumió en mayor cantidad en ambas épocas; por los animales del grupo seco, en 1.84 y 1.19 veces en la lluvia y seca, respectivamente; en comparación con los de ordeño, los animales del grupo seco no mostraron diferencias entre épocas; sin embargo, los de ordeño consumieron un 30.52% más de caña en la época poco lluviosa, con relación a la lluviosa. En la época de bajas precipitaciones, se realizó el mayor consumo el forraje de caña, que llegó al 33.92 y 48.23% de la dieta total, para los animales en ordeño y secos, respectivamente.

Sin embargo, los forrajes de CT-169 y leucaena, fueron consumidos en mayor cantidad ( $P < 0.001$ ) por los animales en ordeño: en 1.75 vs. 1.48 y 2.69 vs. 3 veces para la gramínea y la leguminosa en la lluvia y poco lluviosa, respectivamente, en comparación a los animales secos; ambos grupos de animales consumieron más ( $P < 0.001$ ) estos forrajes en la época de lluvia: en 1.39 vs. 1.69 y 1.18 vs. 1.88 veces para la gramínea y la leguminosa en animales de ordeño y secos, respectivamente, en comparación a la época poco lluviosa.

El suplemento utilizado se consumió en mayor cantidad en ambas épocas, por los animales de ordeño en 2.01 y 1.41 veces en la lluvia y seca, respectivamente; en comparación a los secos, los animales del grupo seco no mostraron diferencias entre épocas; no obstante, los de ordeño consumieron un 1.35 más de suplemento en la época de lluvia con relación a la poco lluviosa.

La proporción de los forrajes en la dieta varió según la época y grupo productivo; así, en la época lluviosa fue de 27 vs. 50, 65 vs. 45 y 8 vs. 5%; mientras que en la poco lluviosa fue de 42 vs. 57, 52 vs. 40 y 6 vs. 3%, para los forrajes de caña, CT-169 y leucaena en los grupos de ordeño y seco, respectivamente.

**Cuadro 3**  
Consumo de alimentos por los animales (kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).

Alimentos	Efectos		Grupo		ES(±)
			Ordeño	Seco	
Caña de azúcar	Época	Lluvioso	2.55 <sup>a</sup>	4.68 <sup>c</sup>	0.11 ***
		Poco lluvioso	3.67 <sup>b</sup>	4.37 <sup>c</sup>	
CT-169	Época	Lluvioso	6.39 <sup>d</sup>	3.65 <sup>b</sup>	0.03**
		Poco lluvioso	4.59 <sup>c</sup>	3.09 <sup>a</sup>	
Leucaena	Época	Lluvioso	0.86 <sup>d</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.01 ***
		Poco lluvioso	0.51 <sup>c</sup>	0.17 <sup>a</sup>	
Suplemento	Época	Lluvioso	1.77 <sup>c</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.06 ***
		Poco lluvioso	1.31 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	
Consumo total	Época		10.56	9.33	0.12 ***
	Grupo		10.82	9.06	0.10 ***

\*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001.

a, b, c, d: medias con diferentes superíndices difieren a P<0.05 (Duncan, 1955).

## Discusión

Las disponibilidades encontradas en los forrajes estudiados se encuentran en el entorno de los reportes de varios autores (Martín, 2004; Adjolahun, 2008; Santana *et al.*, 2010); así, Silva (2010) y Roncallo *et al.* (2012), reportaron valores entre los 8,500 y 12,200 kg MS ha<sup>-1</sup> al estudiar diferentes genotipos de *Pennisetum purpureum*, con bajos niveles de fertilización nitrogenada, desde 0 a 50 kg N ha<sup>-1</sup>.

Cuando los forrajes se hacen más maduros se incrementan los contenidos de los nutrientes menos digeribles, que son aquellos constituyentes de la fibra bruta; mientras que los más aprovechables por los animales decrecen en cuanto a su densidad. Estas medidas están asociadas a características morfo-fisiológicas de las plantas que pueden variar con la especie, la variedad, el clima, el suelo, la agrotecnia, etcétera; pero, fundamentalmente, con el estado de madurez (Santana *et al.*, 2010; Roncallo *et al.*, 2012).

La composición química de los alimentos se encuentra en el rango de lo reportado para las especies por varios autores (Martín, 2004; Pirela, 2005; Chacón y Vargas, 2009); mientras que en el caso del CT-169, los valores de PB –en ambas épocas– son superiores a los reportados por Roncallo *et al.* (2012), que fueron de 6.70%.

Los valores bromatológicos de los forrajes, más bajos en la época poco lluviosa, pueden darse en los mayores intervalos entre corte en esta época; reportes de autores (Chacón y Vargas, 2009; Silva, 2010; Santana *et al.*, 2010), han indicado una caída de la calidad de los forrajes con la edad; ya que se incrementa la síntesis de carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa), disminuyen las formas solubles, y se afecta la calidad.

La proporción de hojas, como las estructuras más nutritivas, que juega un importante papel en el consumo (Pirela, 2005). Los reportes que realizaron Martínez y Herrera (2006), así como Roncallo *et al.* (2012), con diferentes genotipos de *Pennisetum purpureum*, concuerdan con los resultados obtenidos en el CT-169; e, igualmente, en el caso de la leucaena se consideró sólo las hojas y los tallos tiernos consumibles (Alonso *et al.*, 2007).

La disponibilidad y la calidad del alimento voluminoso son los dos factores más importantes para maximizar la cantidad de nutrientes que obtiene la vaca (Delahoy *et al.*, 2003; Kolver, 2003); ya que se incrementa el consumo total de MS, tal como se reflejó en los consumos del grupo de ordeño en ambas épocas, y en la época de lluvia por ambos grupos.

Ray (2000) reportó que, en condiciones de pastoreo, existen consumos superiores a los obtenidos en el presente trabajo; pero este autor sólo se refirió a la época lluviosa, por lo que se considera la disponibilidad y calidad del alimento como uno de los índices que presentaron la mayor influencia directa en el consumo animal; ya que el incremento de la fibra bruta es lo que reduce esta capacidad ante estos alimentos voluminosos (Senra, 2005; Delgado, 2006; Calsamiglia *et al.* 2008).

Esta diferencia en el consumo de los grupos de animales, se debió a la estrategia de utilizar en el grupo de ordeño una mayor proporción de forrajes con mejor calidad (CT-169 y leucaena), fundamentalmente en la época lluviosa; resultados similares reportaron tanto García *et al.* (2002) como Espinosa *et al.* (2006). Al complementar el forraje de caña de azúcar con leguminosas, se incrementa el consumo total de materia seca; y, de igual forma, la variedad de caña de azúcar utilizada, influye sobre el consumo (Martín, 2004).

## Conclusiones

Los resultados de la disponibilidad de los forrajes nos permite, con este sistema de estabulación, mantener una carga promedio de 4.70 a 4.90 UGM ha<sup>-1</sup>; ya que se logra estabilizar los consumos promedio para el ganado en ordeño, en el orden de los 10.82; y en el grupo seco, de los 9.06 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, donde el forraje de caña de azúcar representa entre el 24 al 33 y 50 %, para los animales de ordeño y seco, respectivamente.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la cooperación de los compañeros del departamento de Biomatemática y de la unidad Nueva Aurora de la UBPC, “Protesta de Baragua”, EP Bacuranao.

## Literatura citada

- A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup>. Ed. Assoc. Off. Agric. Chem. Washington, D. C. USA.
- Adjolohoun, S. (2008). *Yield, nutritive value and effects on soil fertility of forage grasses and legumes cultivated as ley pastures in the Borgou Region of Benin*. Tesis de doctorado. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques. Gembloux, Belgique.
- Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T. E. y Achang, G. (2007). *Características bromatológicas de guinea (Panicum maximum vc. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (Leucaena leucocephala vc. Perú)*. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. Noviembre de 2007, 165 pp.
- Balzarini, M. G.; Casanoves, F.; Di Rienzo, J. A.; González, L. A. y Robledo, C. W. (2012). Software estadístico InfoStat. Versión 2012. Córdoba. Argentina.
- Calsamiglia, S.; Cardozo, P. W.; Ferret, A. y Bach, A. (2008). Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *J. Anim. Sci.* 86:702-711.
- Chacón, P. A. y Vargas, C. F. (2009). Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. *Agronomía mesoamericana*. 20 (2):399-408.
- Delahoy, J. E.; Muller, L. D.; Bargo, F.; Cassidy, T. W. y Holden, L. A. (2003). Supplemental carbohydrate sources for lactating dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:906-915.
- Delgado, D. C. (2006). *El consumo voluntario en los sistemas agroforestales*. En: Sistemas silvopastoriles una opción sustentable para el trópico. Curso de Diplomado, Michoacán. México. 112 pp.
- Duncan, D. B. (1955). *Multiple range and multiple F. tests*. Biometrics. 11:1.
- Espinosa, F.; Argenti, P.; Carrillo, C.; Araque, C.; Torres, A. y Valle, A. (2006). Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes. *Zootecnia Tropical*. 24(2):168-172.
- García, R. y Pedroso, D. M. (1989). *Alimentos para rumiantes. Cuadros de valor nutritivo*. Ed. EDICA. La Habana. Cuba. 22 pp.
- García, R.; Roque, R. y González, M. (2002). Holstein cows fed *Stylosobium atherimun* forage. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 36(1): 35-37.
- Hazard, S. (2009). Alimentación de vacas lecheras. Disponible en: <http://www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/Alimentacion%20vacas%20lecheras.pdf> (Consultada el 03 de noviembre de 2008).
- Kolver, E. (2003). Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems Proceedings of the Nutrition. *Nutrition Society*. 62: 91-103.
- Martín, P. C. (2004). Consideraciones económicas. Algunas estrategias. Producción integral de leche y carne vacuna. En: *La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos*. Ed. EDICA. 193 pp.
- Martínez, R. O. y Herrera, R. S. (2006). Empleo del CT-115 para solucionar el déficit de alimentos durante la seca. En: *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. EDICA, La Habana. CD-ROM.
- Pirela, M. (2005). *Valor nutritivo de los pastos tropicales*. Manual de ganadería doble propósito. 2005 Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Disponible en: [http://www.avpa.ula.de/documentoPDFs/libros\\_online/manualganaderia/seccion\\_3/articulo](http://www.avpa.ula.de/documentoPDFs/libros_online/manualganaderia/seccion_3/articulo) (Consultado el 10 de enero de 2009).
- Ray, J. V. (2000). *Sistema de pastoreo racional para la producción de leche con bajos insumos en suelo vertisol*. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias veterinarias. ICA. La Habana, Cuba.
- Roca-Fernández, A. I.; O'Donovan, M.; Curran, J. y González-Rodríguez, A. (2011). Effect of pre-grazing herbage mass and daily herbage allowance on perennial ryegrass swards structure, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Span. J. Agric. Res.* 9(1): 86-99.
- Rodríguez, D. (2009). *Contribución al estudio del comportamiento productivo, características de la canal, conducta alimentaria e indicadores ruminales de toros alimentados con dietas basadas en caña de azúcar*. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias veterinarias. ICA. La Habana, Cuba.
- Roncallo, B.; Milena, A. y Castro, E. (2012). Forage yield of cutting grass and effect on compositional quality and yield of milk in a dry Caribbean. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 13(1): 71-78.
- Ruiz, T. E. y Febles, G. (2007). *Conferencia. La relación establecimiento-manejo y su influencia en la vida útil en sistemas asociados leguminosas rastreras-gramíneas*. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. Noviembre de 2007. 165 pp.

- Santana, A. A.; Pérez, A. y Figueredo, M. U. (2010). Optimal harvest age for napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) during the rainy season based on yield and nutritional value. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(3):277-286.
- Senra, A. (2005). Main grazing systems for milk production and its adequacy to Cuban conditions. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 39: (Special Issue): 403-414.
- Silva, A. V. (2010). *Digestibilidad in vitro y valor nutritivo de king grass CT-115 y CT-169 (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides) a diferentes edades de corte.* Tesis en opción al grado de licenciado en zootecnia. Campus Puerto Escondido. Universidad del Mar. Oaxaca, México.

Recibido: Enero 15, 2014

Inicio de arbitraje: Febrero 13, 2014

Dictamen para los autores: Marzo 18, 2014

Aceptado: Marzo 2, 2015

# Comportamiento productivo de vacas mestizas Siboney, en condiciones de estabulación en el trópico

Productive behavior of crossbred Siboney cows, under stall conditions in tropical areas

**Julio J. Reyes,<sup>1\*</sup> Pedro C. Martín,<sup>1</sup> Marcelo Gálvez,<sup>2</sup> Sara Rey,<sup>1</sup> José Capdevila,<sup>3</sup> Aída Noda<sup>1</sup> y Carmen Redilla<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA)  
Apartado Postal 24

San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>2</sup> Empresa Pecuaria “Bacuranao”

Carretera Campo Florido, km 7 ½, Minas  
La Habana, Cuba

<sup>3</sup> Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA)

Carretera Jamaica/Tapaste y Autopista Nacional

San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

\*Correspondencia: jreyes@ica.co.cu

## Resumen

Con el objetivo de conocer el comportamiento productivo de vacas lecheras en condiciones de estabulación con forrajes tropicales, se estudiaron 20 vacas mestizas Siboney durante tres años, utilizando una superficie de cultivo de los forrajes de 4.25 hectáreas. Para el análisis estadístico se empleó un modelo multiplicativo (producción y calidad de leche), el resto de las medidas se analizó por un análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado. Se mostraron interacciones entre los bimestres de parto y producción, por años ( $P < 0.001$ ), mostraron una mayor producción en los animales que parieron en la época lluviosa (8.63 vs. 8.09 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Con respecto a la calidad de la leche, solamente los sólidos totales mostraron, en los dos primeros años, un mayor ( $P < 0.05$ ) porcentaje en la época lluviosa. Los animales

## Abstract

In order to know the productive performance of dairy cows in confinement fed with tropical forages, 20 crossbred Siboney cows were studied for three years. The fodder was grown on an area of 4.25 hectares. A multiplicative model (milk production and quality) was used and the remaining measurements were analyzed with an analysis of variance, for a completely randomized design. Bimonthly interactions between labor and production for years ( $P < 0.001$ ) were showed, there was an increased production in animals that calved during the rainy season (8.63 vs. 8.09 kg cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). Regarding the quality of milk, only the total solids percentage increased in the first two years, ( $P < 0.05$ ) in the rainy season. The animals of the dry group showed a better ( $P < 0.05$ ) body condition than the milking cows in both seasons (2.96; 3.35

del grupo seco revelaron una mejor ( $P < 0.05$ ) condición corporal que los de ordeño en ambas épocas (2.96; 3.35 vs. 2.87; 3.30 ordeño y secos en lluvia y poco lluviosa, respectivamente). El análisis del punto de equilibrio, mostró una ganancia neta sobre las ventas del 23.68, 31.44 y 36.46% para los años del primero al tercero, respectivamente. Los resultados del trabajo demuestran la posibilidad de obtener producción láctea bioeconómicamente factible, en el orden de los 9,183.09 a 12,035.40 kg leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, sin afectaciones en la calidad de la misma.

### Palabras clave

Producción y calidad láctea, condición corporal, punto equilibrio

vs. 2.87; 3.30 for the dry and milking animals during the dry and rainy seasons, respectively). The breakeven analysis showed a net gains on sales of 23.68, 31.44 and 36.46% from the first to the third years respectively. The results demonstrate the possibility to obtain, milk production in the order of 9,183.09 to 12,035.40 kg of milk ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, keeping the same quality. Further studies with a higher number of animals should be carried out in order to confirm these results.

### Keywords

Milk quality and production, body condition, breakeven analysis.

## Introducción

El aprovechamiento de las condiciones naturales y sistemas de explotación lechera, basados en el pastoreo, resulta muy eficiente en términos de costos de producción (Robledo, 2010); sin embargo, ante la situación actual de no disponer de recursos suficientes, y el compromiso social del suministro de leche a la población, se necesita incrementar la productividad de los rebaños lecheros.

Una de las vías que permite estos incrementos, es la de los sistemas de producción en condiciones de estabulación; éstos son utilizados en países desarrollados donde muestran gran eficiencia productiva (Dillon *et al.*, 2006; Roca-Fernández *et al.*, 2011); en las condiciones del trópico estos sistemas de manejo animal con forrajes es posible, con raciones integrales en una proporción tal que la ración tenga el mismo nivel proteico y concentración energética (Hazard, 2009).

Estas reflexiones muestran las evidencias positivas de los sistemas de estabulación, por lo que el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento productivo de los animales y los costos de producción, en condiciones de estabulación con alimentación basadas en forrajes tropicales, forma de ración semi-integral.

## Materiales y métodos

Se utilizó una nave con techo de fibrocemento y piso de concreto y con buena ventilación, la misma fue subdividida en dos (para los animales secos y los de ordeño), proporcionando un espacio vital de 20 m<sup>2</sup> por animal. Se seleccionaron 20 vacas, mestizas de Siboney, entre una y tres lactancias. Ambos grupos recibieron los alimentos voluminosos frescos, molidos y mezclados a mano, a modo de una dieta básica semi-integral; la cual estuvo compuesta por los forrajes tropicales CT-169 (*Pennisetum purpureum* vc Cuba CT-169),



leucaena (*Leucaena leucocephala*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), y se suministró al 110% del consumo estimado, que fue de 10.8 y 9.1 kg MS animal<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, para los de ordeño y secos, respectivamente, lo que permitió una aceptable ingesta voluntaria de la dieta (Rodríguez, 2009).

La proporción de los forrajes en la dieta varió, según las épocas y grupos productivos; así, en la época lluviosa fue de 27 vs. 50; 65 vs. 45 y 8 vs. 5%; mientras que en la poco lluviosa fue de 42 vs. 57; 52 vs. 40 y 6 vs. 3% para los forrajes de caña, CT-169 y leucaena en los grupos de ordeño y seco, respectivamente. Como media, las dietas semi-integrales presentaron 8.4 y 8.9 vs. 6.6 y 8.8, % proteína bruta y MJ/ kg de MS de EM en los periodos lluviosos y poco lluviosos, respectivamente.

Las vacas en producción se ordeñaron manualmente, dos veces al día (6:00 am y 4:00 pm), y se suplementaron con concentrados a razón de 0.46 kg por litro de leche producido a partir del tercer litro; en tanto que las vacas secas recibieron 1 kg por día. El concentrado en cuestión presentaba del 14.61 a 15.03% de proteína bruta y 10.03 a 10.05 MJ/kg MS de EM.

Los animales se ordeñaron con sus crías al pie, hasta los seis meses de edad; los primeros cinco días mamaron libremente de sus madres, se les dejaron un cuarto y leche residual, durante media hora hasta los tres meses de edad y sólo leche residual, hasta el destete. Para estimar el consumo de leche de los terneros, éstos se pesaron mensualmente antes y después de mamar.

La producción de leche se midió mensualmente de forma individual, mediante el pesaje del recipiente y se sumó el consumo estimado por los terneros. La calidad de la leche se estimó mensualmente también, para lo cual se tomó una muestra individual de 100 ml de cada ordeño para, posteriormente, unificar en una total de 150 ml (media ponderada según la producción láctea de mañana y tarde). A las muestras se les estimó grasa, lactosa, proteína, sólidos no grasos y totales, en el equipo de técnica infrarroja FOSS (Milko Scan<sup>TM</sup> Minus).

La condición corporal (CC), se estimó mensualmente, al 100% de los animales, y se tuvo en cuenta la escala del 1 al 5, propuesta por Edmonson *et al.* (1989); donde el 1 es el animal muy flaco y 5 muy gordo, los demás números de la escala (2, 3 y 4) son intermedios entre estos dos.

Para estimar el punto de equilibrio, por el método de margen de contribución unitario (MCU) o de utilidad marginal (Anon., 1992), donde:

$$\begin{aligned} \text{MCU} &= \text{Precio de venta unitario} - \text{gastos variables unitarios} \\ \text{Punto de Equilibrio} &= \frac{\text{Gastos fijos} + \text{Utilidad deseada}}{\text{Margen de contribución unitario}} \end{aligned}$$

La producción de leche y el porcentaje de grasa, se analizó por un modelo multiplicativo (Menchaca, 1978), con los efectos: bimestre de parto y de producción, año y número de lactancia; los datos fueron transformados a logaritmo natural.

$$Y_{ijkl} = An^b \exp cn + P_i + B_j + A_k + e_{ijkl},$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = producción de leche

$An^b$  = efecto de la curva de lactancia

$P_i$  = efecto del i-ésimo bimestre de parto

$B_j$  = efecto del j-ésimo bimestre de producción

$A_k$  = efecto del k-ésimo año

$e_{ijkl}$  = error aleatorio normal distribuido con media 0 y varianza  $\sigma^2$

El resto de las variables se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado. El *software* estadístico utilizado fue el Infostat Versión 12.0 (Balzarini *et al.*, 2012). Se utilizó la dócima de rango múltiple de Duncan (1955), para establecer diferencias entre medias.

## Resultados

Los análisis de las producciones de leche arrojaron que existió interacción ( $P < 0.001$ ), tanto entre los bimestres de producción como de parto, con los años en estudio.

En el caso de la interacción bimestre de parto por año (cuadro 1), se muestran los mayores niveles productivos en los animales que parieron en los dos primeros bimestres de las lluvias (mayo-junio y julio-agosto), principalmente en los inicios de esta época, como se reflejó en los dos primeros años, ya que en el tercero no se muestran diferencias; este incremento en la productividad láctea en este periodo, representó un 10.35% promedio más que el resto del año.

**Cuadro 1**  
**Efecto combinado del bimestre de parto por año de estudio**  
**sobre producción de leche (kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).**

Año	Bimestre de parto						Sign
	Ene. Feb.	Mar. Abr.	May. Jun.	Jul. Ago.	Sep. Oct.	Nov. Dic.	
1	2.03 <sup>b</sup> ± 0.0315 (8.04)	2.01 <sup>ab</sup> ± 0.0262 (8.01)	2.11 <sup>g</sup> ± 0.0358 (8.93)	2.12 <sup>gh</sup> ± 0.0244 (8.97)	2.02 <sup>c</sup> ± 0.0324 (8.16)	2.00 <sup>ab</sup> ± 0.0324 (7.98)	
2	2.03 <sup>bc</sup> ± 0.0423 (8.06)	1.96 <sup>a</sup> ± 0.0285 (7.85)	2.14 <sup>h</sup> ± 0.0236 (9.09)	2.06 <sup>d</sup> ± 0.0211 (8.41)	2.04 <sup>c</sup> ± 0.0214 (8.17)	2.01 <sup>a</sup> ± 0.0262 (7.88)	***
3	2.11 <sup>ef</sup> ± 0.0268 (8.64)	2.02 <sup>a</sup> ± 0.0233 (7.87)	2.09 <sup>ef</sup> ± 0.0197 (8.62)	2.07 <sup>f</sup> ± 0.0285 (8.71)	2.08 <sup>e</sup> ± 0.0191 (8.57)	2.06 <sup>de</sup> ± 0.0206 (8.47)	

\*\*\* P<0.001, ± error estándar de las medias transformada por logaritmo natural, ( ) datos reales a,b,c,d,e,f,g,h medias con diferentes superíndices difieren a P<0.05 (Duncan, 1955).

La interacción (P<0.001) de los bimestres de producción por años en estudios (cuadro 2), muestran una estabilidad en el sistema de alimentación, ya que no difieren los últimos cuatro bimestres del año; sólo se mostraron las menores (P<0.001) producciones en los primeros dos bimestres (enero-febrero y marzo-abril), que no difieren entre sí; como promedio estos dos primeros bimestres produjeron 4.54% menos leche que los restantes cuatro.

**Cuadro 2**  
**Efecto combinado del bimestre de producción por año de estudio**  
**sobre producción de leche (kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).**

Año	Bimestre de producción						Sign
	Ene. Feb.	Mar. Abr.	May. Jun.	Jul. Ago.	Sep. Oct.	Nov. Dic.	
1	2.06 <sup>c</sup> ± 0.0214 (8.29)	2.03 <sup>ab</sup> ± 0.0307 (8.12)	2.07 <sup>de</sup> ± 0.0334 (8.47)	2.07 <sup>de</sup> ± 0.0315 (8.47)	2.09 <sup>ef</sup> ± 0.0371 (8.71)	2.08 <sup>e</sup> ± 0.0358 (8.54)	
2	2.05 <sup>bc</sup> ± 0.0211 (8.23)	1.99 <sup>a</sup> ± 0.0236 (7.91)	2.08 <sup>e</sup> ± 0.0199 (8.54)	2.06 <sup>cd</sup> ± 0.0268 (8.32)	2.06 <sup>cd</sup> ± 0.0386 (8.32)	2.07 <sup>d</sup> ± 0.0345 (8.47)	***
3	2.03 <sup>ab</sup> ± 0.0204 (8.13)	2.04 <sup>ab</sup> ± 0.0229 (8.20)	2.09 <sup>ef</sup> ± 0.0226 (8.72)	2.07 <sup>de</sup> ± 0.0217 (8.46)	2.11 <sup>f</sup> ± 0.0226 (8.91)	2.06 <sup>cd</sup> ± 0.0236 (8.32)	

\*\*\* P<0.001, ± error estándar de las medias transformada por logaritmo natural, ( ) datos reales a,b,c,d,e,f medias con diferentes superíndices difieren a P<0.05 (Duncan, 1955).

El volumen de leche producido anualmente (incluido el consumo por el ternero) fue superior en el tercer año con respecto al primero y segundo, que fueron similares entre sí. En el tercer año la producción fue 31% y 28.40%, superior al primero y segundo año, respectivamente (9,183.10; 9,372.20 y 12,035.40 kg de leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, para primero, segundo y tercer año, respectivamente). Dicho incremento fue producto del incremento en el número de vacas en ordeño; ya que, como se aprecia en el cuadro 2, la producción individual no difirió entre años.

La calidad de la leche fue similar entre años (cuadro 3) y mantuvo, en sentido general, valores altos para el tipo de dieta donde el forraje de caña predomina. De igual forma, la calidad higiénica de la leche con el régimen de estabulación fue alta, los tiempos de reductasa (reacción del azul de metileno), como promedio de cada año, fueron superiores a las cinco horas y media (5.30), lo que clasifica como leche de muy buena calidad sanitaria (cuadro 3).

**Cuadro 3**  
Calidad de la leche de las vacas en estudio.

Medidas	Año			EE(±)	Época		EE(±)
	1	2	3		Lluviosa	Poco lluviosa	
Reductasa (horas)	5.45	5.51	5.41	0.12	5.36	5.65	0.17
Densidad (gr 1000 ml <sup>-1</sup> )	1.03	1.03	1.03	0.03	1.03	1.03	0.03
Grasa (%)	4.14	4.09	4.09	0.13	4.03	4.11	0.11
Sólidos No Grasos (%)	8.38	8.35	8.35	0.08	8.38	8.34	0.10

Sólo los sólidos totales (ST), fueron afectados significativamente por la interacción ( $P < 0.05$ ), año/época, mostrando en la época lluviosa mayores niveles en los dos primeros años 7.60 y 2.80%, en comparación con el periodo poco lluvioso (cuadro 4).

**Cuadro 4**  
Efecto combinado de la época por año de estudio sobre los sólidos totales de la leche (%).

	Época	Años			Sign. EE(±)
		1	2	3	
	Lluviosa	13.47 <sup>c</sup>	12.56 <sup>b</sup>	12.43 <sup>ab</sup>	0.09*
	Poco lluviosa	12.52 <sup>b</sup>	12.33 <sup>a</sup>	12.46 <sup>ab</sup>	

\*  $P < 0.05$ .

a,b,c medias con diferentes superíndices difieren a  $P < 0.05$  (Duncan, 1955).

El cambio de condición corporal (CC) (Cuadro 5), arrojó interacción ( $P < 0.05$ ) entre los grupos de animales y las épocas, mostrando los mejores resultados los animales del grupo de ordeño en la época lluviosa (3.13% de incremento de la CC de las vacas de ordeño en la lluvia con relación al poco lluvioso), y los animales del grupo seco no difieren la CC entre época.

La interacción época/año ( $P < 0.001$ ), mostró en todos los años, que en la época de lluvia se reflejaron las mayores CC, como promedio en 3.92 % más que en la poco lluviosa, estando acorde a las mejoras en los niveles de alimentación en esta época (Cuadro 5).

**Cuadro 5**  
Condición corporal, de acuerdo a grupo y años combinados con épocas.

		<i>Lluvioso</i>	<i>Poco lluvioso</i>	<i>ES ±</i>
Grupos	Ordeño	2.96 <sup>b</sup>	2.87 <sup>a</sup>	0.03 <sup>*</sup>
	Seco	3.35 <sup>c</sup>	3.30 <sup>c</sup>	
Años	1	3.05 <sup>b</sup>	2.97 <sup>a</sup>	0.03 <sup>***</sup>
	2	3.06 <sup>b</sup>	2.94 <sup>a</sup>	
	3	3.44 <sup>d</sup>	3.27 <sup>c</sup>	

\*  $P < 0.05$  \*\*\*  $P < 0.001$ .

a,b,c medias con diferentes superíndices difieren a  $P < 0.05$  (Duncan, 1955).

En el análisis del punto de equilibrio de la producción de leche en condiciones de estabulación (cuadro 6), se aprecia que los gastos variables unitarios se incrementan en un 10.10 y 17.90% en el segundo y tercer año con relación al primero, respectivamente; lo cual está motivado por el incremento de la alimentación y salarios, ya que todas las acciones desarrolladas en la unidad fueron manuales (ordeño, corte de forraje, molinaje, atención animal, etcétera). El margen de contribución unitaria se disminuye en un 14.30 y 22.80% en igual comparación de periodos que el anterior indicador.

En los tres años de estudio, la tecnología de estabulación mostró puntos de equilibrio en el volumen de producción de leche por debajo de las producciones reales comercializables, en valores de 8,705.76; 15,282.48 y 20,778.09 kg de leche, para primero, segundo y tercer año, respectivamente; lo que arroja una ganancia neta sobre las ventas del 23.68, 31.44 y 36.46% para los años del primero al tercero.

**Cuadro 6**  
Punto de equilibrio en la producción de leche en estabulación.

<i>Partidas</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>
Gastos fijos (pesos)	14,666.67	14,666.67	14,666.67
Gastos variables unitarios (pesos/Kg leche)	1.39	1.53	1.64
Margen de contribución unitario (pesos/Kg leche)	0.92	0.79	0.71
Precio de venta unitario (pesos/Kg leche)	2.31	2.32	2.35
Punto de equilibrio (Kg de leche)	10,518.24	9,555.52	8,953.91
Producción de leche venta (kg)	19,224	24,838	29,732
Ganancia neta sobre las ventas (%)	23.68	31.44	36.46

## Discusión

Los incrementos encontrados en la producción de leche, en la época lluviosa, pueden estar dados por la mejora en la calidad de la dieta: se incrementaron las ofertas de CT-169 y leucaena, que tienen una mayor calidad; mientras que el consumo de forraje de caña de azúcar se disminuyó, lo que determinó un incremento en la ingestión de nutrientes; ya que se considera la disponibilidad y calidad de los alimentos, como los efectos de mayor influencia directa en el consumo animal (Elizondo, 2013; Reyes *et al.*, 2013) y la producción láctea (Alonso *et al.*, 2007).

Además de la mayor ocurrencia de partos en la época lluviosa, lo que condiciona a los animales a expresar un mayor potencial de leche (Senra, 2005), permitiendo una mayor eficiencia productiva del rebaño (Galvis *et al.*, 2007; Ferris *et al.*, 2011; Roca-Fernández *et al.*, 2012).

El incremento en la producción total por área, puede estar dado por la mejora en la cantidad y calidad de la nutrición, que puede ocurrir por los cambios favorables en el manejo de los forrajes y/o en el incremento de la eficiencia de utilización de los suplementos; esta mejora en la alimentación también influye, positivamente, en la calidad de la leche (Paulini, 2006), que en nuestro caso; en sentido general, todos los parámetros estudiados están acorde a los reportados para estos cruces lecheros, en las condiciones del trópico (García *et al.*, 2001).

La condición corporal (CC), es una herramienta utilizada en los trabajos de campo. Un punto de cambio en la CC en las vacas lecheras, equivale a 25 a 40 kg de cambio de peso vivo; ya que se evalúan un conjunto de tejidos adiposos y musculares, donde se conservan las reservas energéticas para cubrir el balance energético negativo de inicio de lactancia (Butler, 2000). Los resultados permiten inferir que las condiciones corporales de los animales son acordes a las reportadas para vacas lecheras (Butler, 2000); de igual forma, indica que el plano de alimentación empleado fue satisfactorio para los requerimientos del animal (Moore *et al.*, 2005).

Este incremento en la ganancia neta sobre las ventas, es producto en lo fundamental al incremento de la leche para comercializar, alrededor de 1.29 y 1.55 veces al comparar segundo y tercer año con el primero, respectivamente; este incremento está basado por la mejora en el porcentaje de vacas en ordeño.

El incremento en el porcentaje de vacas en ordeño posibilitó un mayor volumen de leche a comercializar, lo que se traduce en una disminución de los gastos por animales improductivos en el rebaño (French y Nebel, 2003; Bertot *et al.*, 2006; Murray, 2009).

## Conclusiones

Los resultados del trabajo demuestran la factibilidad bioeconómica de la tecnología de estabulación con forrajes tropicales; ya que las ganancias netas sobre las ventas se enmarcaron entre el 23.68 y 36.46%, logrando las vacas en el sistema una producción láctea individual que osciló entre los 7.91 a 8.91 kg de leche vaca ordeño<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>; lo que posibilitó una producción por superficie utilizada total de forraje de 9,183.09 a 12,035.40 kg de leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. No se mostraron alteraciones en la calidad de la leche.

## Recomendaciones

Se deben realizar trabajos con un mayor número de animales, en diferentes condiciones del manejo para confirmar estos resultados.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la cooperación de los compañeros del departamento de Biomatemática y de la unidad Nueva Aurora, de la UBPC “Protesta de Baragua”, EP Bacuranao.

## Literatura citada

- Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T. E. y Achang, G. (2007). *Características bromatológicas de guinea (Panicum maximum vc. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (Leucaena leucocephala vc. Perú)*. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. Noviembre, 2007. 165 pp.
- Anon. (1992). *Contabilidad. La base para decisiones gerenciales*. Maig and Maig. 6<sup>a</sup> parte. Cap. 20. 623 pp.
- Balzarini, M. G.; Casanoves, F.; Di Rienzo, J. A.; González, L. A. y Robledo, C. W. (2012). Argentina. *Software estadístico Infostat*. Manual del usuario. Versión 2012. Córdoba. Argentina.
- Bertot, J. A.; Vázquez, R.; De la Torre, R. y Collantes, M. (2006). Estimación de los nacimientos y las pérdidas económicas por baja eficiencia reproductiva en rebaños lecheros. *Rev. Prod. Anim.* 18(2):145-148.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sc.* 60(61):449-457.
- Dillon, P.; Berry, D. P.; Evans, R. D.; Buckley, F. y Horan, B. (2006). Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livest Sci.* 99(3):141-158.
- Duncan, D. B. (1955). *Multiple ranges and multiple F-tests*. *Biometrics.* 11(1):1-42.
- Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaver, L. D.; Farver, T. y Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 68-78.
- Elizondo, J. A. (2013). Requerimiento de energía para terneras de lechería. *Agromía Mesoamericana.* 24(1):209-214.
- Ferris, C. P.; Vance, E. R.; Elliot, C. y Kilpatrick, D. (2011). *Comparison of the performance of two cow genotypes within a total confinement and low input grazing system*. Final Report for AgriSearch (Project D-45-08). Agri-Food and Bioscience Institute, Agriculture Branch, Hillsborough, County Down, Northern Ireland. 101 pp. Disponible en: <http://www.agrisearch.org/dairy/completed-dairy/geneticsdairy-completed/158-comparison-of-the-performance-of-two-cow-genotypes-within-a-low-input-grazing-system-and-a-high-input-total-confinement-system-d-45-08> (Consultada el 03 de agosto de 2012).
- French, P. H. y Nebel, R. L. (2003). The simulated economic cost of extended calving intervals in dairy herds and comparison of reproductive management programs. *J. of Dairy Science.* 86(suppl):54-59.
- Galvis, R. D.; Agudelo, D. y Saffon, A. (2007). Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancias tempranas. *Col. Cienc. Pec.* 20(1):16-29.
- García, R.; González, R. y Ponce, P. (2001). Evaluation of a milk production system with Holstein cows under tropical conditions. *Cuban J. Agric. Sci.* 35(2):115-122.
- Hazard, S. (2009). *Alimentación de vacas lecheras*. Disponible en: <http://www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/Alimentacion%20vacas%20lecheras.pdf> (Consultada el 03 de noviembre de 2008).
- Menchaca, M. (1978). *Modelo multiplicativo con efectos de curva de lactancias controlada para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras*. Tesis de doctorado. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 152 pp.
- Moore, C. E.; Kay, J.; VanBaale, M. L. y Baumgard, H. L. (2005). Calculating and improving energy balance during times of nutrient limitations. *Proc. Southwest Nutr. Conf.* 173185. Disponible en: [http://animal.cals.arizona.edu/awnmc/paper/2005/Moore\\_SWNMC20.Proceeding2005](http://animal.cals.arizona.edu/awnmc/paper/2005/Moore_SWNMC20.Proceeding2005) (Consultada el 20 de enero de 2007).



- Murray, R. (2009). ¿Cuánto nos cuesta preñar las vacas? Influencia de los parámetros reproductivos en los costos. Disponible en: <http://www.engormix.com/cuanto.nos.cuesta.s.articulos.2264.GDL.htm>. (Consultada el 07 de noviembre de 2011).
- Paulini, J. (2006). Alimentos para vacas lecheras. Disponible en: [www.infocarne.com/](http://www.infocarne.com/) (Consultada el 03 de noviembre de 2008).
- Reyes, J. J.; Gálvez, M.; Noda, A. y Redilla, C. (2013). Feeding performance of stabulated dairy cows consuming integral diets of tropical forages. *Cuban J. Agric. Sci.* 47:(3) 249-253.
- Robledo, R. (2010). El sistema de producción de leche en Australia y Nueva Zelanda, y su reestructuración productiva. *Análisis México y la Cuenca del Pacífico.* 13: (37) 57-74.
- Roca-Fernández, A. I.; González-Rodríguez, A. y Vázquez-Yáñez, O. P. (2012). Effect of pasture allowance and cows' lactation stage on perennial ryegrass sward quality, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian cows. *Span J. Agric. Res.* 10(2): 393-408.
- Roca-Fernández, A. I.; O'Donovan, M.; Curran, J. y González-Rodríguez, A. (2011). Effect of pre-grazing herbage mass and daily herbage allowance on perennial ryegrass swards structure, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Span. J. Agric. Res.* 9(1): 86-99.
- Rodríguez, D. (2009). *Contribución al estudio del comportamiento productivo, características de la canal, conducta alimentaria e indicadores ruminales de toros alimentados con dietas basadas en caña de azúcar.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias veterinarias. ICA. La Habana. Cuba. 127 pp.
- Senra, A. (2005). Main grazing systems for milk production and its adequacy to Cuban conditions. *Cuban J. Agric. Sci.* 39: (Special Issue): 403-414.

Recibido: Enero 15, 2014

Inicio de arbitraje: Febrero 14, 2014

Dictamen para los autores: Marzo 7, 2014

Aceptado: Febrero 12, 2015



Título: *Mirada de flor*  
Autor: Adoración Palma (2manoS)  
Técnica: Mixta sobre papel  
Año: 2014  
Medidas: 21.5x28 cm

# Consumo de pre-adultos de mosquitos por peces ornamentales

## Consumption of pre-adult mosquitoes by ornamental fish

Marco Polo Franco Archundia y Jorge Luna-Figueroa\*

Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Centro de Investigaciones Biológicas  
Avenida Universidad No. 1001. Colonia Chamilpa (C. P. 62209)  
Cuernavaca, Morelos, México.  
Tel.: 01 777 3297029 Ext. 3214  
\*Correspondencia: jluna@uaem.mx

### Resumen

La investigación sobre alternativas de alimento para especies acuáticas con alto potencial económico, es uno de los principales temas de estudio en la acuicultura. En la presente investigación se evaluó el consumo de pre-adultos de mosquito por cuatro especies ícticas ornamentales: *Carassius auratus*, *Pterophyllum scalare*, *Danio rerio* y *Xiphophorus helleri*. El diseño experimental consistió en cuatro tratamientos, con tres réplicas. Cada ensayo se realizó de manera independiente entre especies. En cada acuario (1 l) se colocaron dos peces juveniles, con peso húmedo y longitud total (promedio  $\pm$  desviación estándar) conocidos. Se suministraron en un tratamiento 100 larvas y en otro 100 pupas de mosquito. La tasa diaria de consumo de larvas y pupas se registró a un intervalo de tres horas durante un ciclo de 24 horas por especie. El peso húmedo de pre-adultos de mosquito difirió 5.20% y el seco 37.69%; en ambos casos, superior en las pupas ( $p < 0.001$ ). Los peces fueron más activos durante la fase luminosa, 09:00-18:00 h, evidenciado por una mayor tasa de consumo de larvas y pupas de mosquito. *Carassius auratus* presentó el mayor consumo de larvas/pez/24 horas  $131.33 \pm 4.16$  y de pupas/

### Abstract

The research of alternative food for aquatic species with high economic potential is one of the main topics of study in aquaculture. The present study evaluated the consumption of pre-adult mosquitoes by four ornamental fish species *Carassius auratus*, *Pterophyllum scalare*, *Danio rerio* and *Xiphophorus helleri*. The experimental design consisted of four treatments with three replicates. Each assay was performed independently between species. In each aquarium (1 l) two juvenile fish were placed, the wet weight and total length (mean  $\pm$  standard deviation) were known. 100 larvae were supplied in one of the treatments, and 100 pupae in the other one. The daily rate of larvae and pupae consumption was recorded at an interval of three hours during a 24-hour time period per each species. Pre-adult mosquitoes wet weight differed 5.20% and dry weight 37.69%, both were higher in mosquito's pupae ( $p < 0.001$ ). The fish were more active during the light phase, 09:00-18:00 h, as evidenced by a higher consumption rate of mosquito's larvae and pupae. *Carassius auratus* had the highest consumption  $131.33 \pm 4.16$  larvae/fish/24 hour and  $86.16 \pm 3.20$  pupae/fish/24 hour, which significantly different com-

pez/24 horas  $86.16 \pm 3.20$ . Lo anterior difirió significativamente con respecto a *P. scalare*, *D. rerio* y *X. helleri* ( $p < 0.001$ ). Finalmente, *Carassius auratus* presentó la mayor capacidad de consumo de pre-adultos de mosquitos.

### Palabras clave

Peces ornamentales, larvas, pupas, pre-adultos de mosquito.

pared to *P. scalare*, *D. rerio* and *X. helleri* ( $p < 0.001$ ). Finally *Carassius auratus* showed an excellent ability to ingest pre-adult mosquitoes.

### Keywords

Ornamental fish, larvae, pupae, pre-adult mosquitoes.

## Introducción

La investigación de nuevas alternativas de alimento vivo para solucionar los requerimientos nutritivos de especies ícticas con alto potencial económico es, hoy en día, uno de los principales temas de estudio en el área productiva de la acuicultura (Conceicao *et al.*, 2010; Rønnestad *et al.*, 2013). De tal forma que los culícidos son una alternativa, la cual requiere de la solución de varias incógnitas; principalmente, relacionadas con la aceptabilidad, disponibilidad y riesgo de transmisión de enfermedades.

En este sentido, la abundancia de estos organismos en localidades del estado de Morelos, México, es alarmante y el impacto sobre la salud es cada vez mayor (Narro-Robles y Gómez-Dantés, 1995; Fernández *et al.*, 2012). Por lo anterior es que, se plantea aprovechar este recurso desde la perspectiva de la nutrición acuícola e incorporar de manera directa a los pre-adultos de mosquitos como parte de la alimentación de peces ornamentales.

Actualmente, los mosquitos se encuentran distribuidos en todo el mundo y son considerados vectores de importantes enfermedades (Bissaza *et al.*, 1999; Borda *et al.*, 2003; Luna-Figueroa y Figueroa, 2012). El cuerpo de estos insectos en su estado larval presenta una forma ligera, flexible y blanda; mientras que en su estado de pupa son más grandes, compactas y rígidas (Workman y Walton, 2003). Indicándonos así, que tanto la morfología, la conducta y el peso de estos pre-adultos de mosquito no son los mismos en ambos casos (Luna-Figueroa y Figueroa, 2012).

Es importante subrayar que, por obvias razones de salud no se recomienda el cultivo de estos organismos, sino su recolección y, posteriormente, su incorporación como alimento vivo a la dieta de peces ornamentales; esto, en función de que el estado de Morelos cuenta con 128 granjas de peces de ornato y es, en la actualidad, el principal productor nacional de especies ícticas ornamentales, con aproximadamente 20 millones de peces al año (Ramírez *et al.*, 2010).

La nutrición es un factor de especial importancia en la acuicultura (Kaiser *et al.*, 2003; Schlechtriem *et al.*, 2004; Hamre *et al.*, 2013), y juega un importante papel para mantener la buena salud y comportamiento normal, mejorando la apariencia externa y estimulando la reproducción de peces ornamentales (Mandal *et al.*, 2010). A pesar de esto, frecuentemente, los alimentos comerciales no contienen los nutrientes que las especies requieren para un desarrollo óptimo (Conceicao *et al.*, 2010); principalmente en

su primer etapa de vida, que es la crítica en todas las especies, por presentar la mayor mortalidad (Castro *et al.*, 2003).

En este sentido, el alimento vivo no sólo es estimado por ser un nutrimento fisiológicamente valioso, sino por ser un factor conductual importante en la dieta de peces y por constituir una “cápsula” nutritiva que contiene los elementos básicos de una dieta balanceada; con la ventaja de que conservan su valor hasta ser consumidos por los organismos acuáticos (Luna-Figueroa, 2009). Por lo que, en términos generales, se considera que el alimento vivo es mejor que el artificial como dieta de larvas de peces.

Las principales hipótesis fundamentan lo anterior en el hecho de que el alimento vivo induce estímulos visuales y químicos, además de 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 artificiales; las cuales, son atribuidas a diferencias en la digestibilidad de la proteína (García-Ortega, 2000).

Respecto de los peces utilizados en el presente proyecto: después de consultar en más de 50 granjas productoras de peces ornamentales, se encontró que el “pez japonés”, el “pez ángel”, el “pez cebra” y el “pez cola de espada” se encuentran entre las especies más cultivadas hoy en día en las granjas del estado de Morelos, México; e, igualmente, es de las más comercializadas en el mercado nacional.

Sumado a lo anterior, el interés de los productores por conocer si estas especies son consumidoras efectivas de pre-adultos de mosquito, ha generado el planteamiento del presente estudio.

Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el consumo de pre-adultos de mosquito, el horario de mayor ingesta y la sobrevivencia de *Carassius auratus*, *Pterophyllum scalare*, *Danio rerio* y *Xiphophorus helleri*.

## Materiales y métodos

Los pre-adultos de mosquitos se colectaron de medios de cultivo de la “pulga de agua” *Moina wierzejski* en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En el experimento, larvas en instar IV y pupas fueron utilizadas como presas de juveniles de *C. auratus*, *P. scalare*, *D. rerio* y *X. helleri*. Las características físico-químicas del agua se mantuvieron en  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH } 7.2 \pm 0.1$ ,  $154.5 \text{ mg/l CaCO}_3$  y  $5.2 \pm 0.5 \text{ mg/l O}_2$  (APHA, 1992). Durante la fase experimental se evitaron cambios abruptos en la calidad del agua con la finalidad de disminuir la influencia sobre la ingestión de larvas y pupas por los peces.

La identificación de larvas y pupas de mosquito se realizó en el Centro Regional de Control de Vectores de Cuautla, Morelos, México. Se utilizaron muestras vivas de larvas ( $n = 100$ ) y pupas ( $n = 100$ ), las cuales se transportaron en frascos de cristal de 100 ml. Las muestras se recolectaron al azar, con la intención de contar con la mayor variedad de organismos e identificarlas.

El peso de las larvas y pupas de mosquito se obtuvo como un indicador biométrico, utilizando una balanza digital (OHAUS Mod. 1500c  $\pm$  0.001 g), se colocaron 100 larvas o 100 pupas en una caja Petri con peso conocido y la diferencia entre el peso de la caja vacía y con las larvas o pupas indicó el peso húmedo de los pre-adultos de mosquito.

Para obtener el peso seco de estos culícidos, se tuvo una muestra de 100 larvas y 100 pupas con peso húmedo conocido, se colocaron en una estufa a 60°C durante 72 h, y por diferencia entre el peso inicial y final se obtuvo el peso seco. Tanto el peso húmedo como el peso seco se dividieron entre 100 para obtener el peso individual de las larvas y pupas de mosquito.

Los ensayos experimentales se realizaron en acuarios de cristal con un volumen de 1,000 ml, provistos de aireación constante. El diseño experimental consistió de cuatro tratamientos con tres réplicas. Los seis acuarios (1,000 ml) por especie, tres para larvas y tres para pupas, se colocaron dentro de un acuario de 100 l, equipado con termostato sumergible de 100 Watts para mantener la temperatura en  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Los residuos de alimento y las heces se retiraron mediante sifón y el volumen de agua fue recuperado con agua de características físico-químicas similares, mantenida *ex profeso* para el experimento.

La tasa diaria de consumo de larvas y pupas se registró a un intervalo de tres horas durante un ciclo de 24 horas por especie, sumando un total de ocho ciclos, cuatro para larvas y cuatro para pupas. En cada acuario (1,000 ml) se colocaron dos peces juveniles, con peso húmedo promedio conocido (promedio  $\pm$  DE) y longitud total (Lt) (promedio  $\pm$  DE), se suministraron en un tratamiento 100 larvas; y en otro, 100 pupas de mosquitos. Tres réplicas se utilizaron y el valor medio con desviación estándar fue calculado.

Durante las pruebas experimentales los pre-adultos de mosquito fueron suministrados vivos, debido a que la mayoría de los peces no las consumen muertas. En este sentido, el movimiento de estos culícidos en el agua es un estímulo para que los peces inicien su búsqueda (Bissaza *et al.*, 1999).

Los peces se pesaron antes de cada prueba (cuadro 1), para calcular el número medio y máximo de larvas y pupas consumidas por gramo de peso del pez. Para determinar el número de larvas y pupas consumidas por gramo de peso, el número promedio se dividió entre el peso de los dos especímenes experimentales (Pamplona *et al.*, 2007). Por otra parte, se midió la sobrevivencia de los peces de las cuatro especies por diferencia entre el número inicial y el final. Asimismo, se observó y registró el horario en que las especies ícticas experimentales consumieron la mayor cantidad de larvas y pupas.

Cuadro 1  
Peso (g) y longitud total (Lt, cm) de juveniles  
de las especies ícticas ornamentales del estudio.

Especie íctica ornamental	Consumidores de larvas	Consumidores de pupas
<i>Carassius auratus</i>	Peso $2.72 \pm 0.24$ Lt $5.16 \pm 0.23$	Peso $2.73 \pm 0.43$ Lt $5.20 \pm 0.35$
<i>Pterophyllum scalare</i>	Peso $1.61 \pm 0.29$ Lt $5.00 \pm 0.16$	Peso $1.41 \pm 0.23$ Lt $4.96 \pm 0.05$
<i>Danio rerio</i>	Peso $1.38 \pm 0.12$ Lt $4.55 \pm 0.34$	Peso $1.30 \pm 0.15$ Lt $4.58 \pm 0.14$
<i>Xiphophorus helleri</i>	Peso $1.35 \pm 0.15$ Lt $4.81 \pm 2.48$	Peso $1.34 \pm 0.14$ Lt $4.85 \pm 0.15$

Por otra parte, durante el ciclo de 24 h de cada especie íctica, las variaciones en el consumo de larvas y pupas entre las cuatro especies ícticas se contrastaron mediante el análisis de varianza de una vía, siempre y cuando se cumplan los supuestos de distribución normal y homocedasticidad de las varianzas; de lo contrario, se utilizará la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, y la diferencia en el consumo de pre-adultos de mosquito por especie se determinó mediante la prueba de "t", con el programa estadístico *SigmaStat 3.5*. Los resultados se organizarán en gráficos de caja en paralelo mediante el programa *SigmaPlot 12.0*.

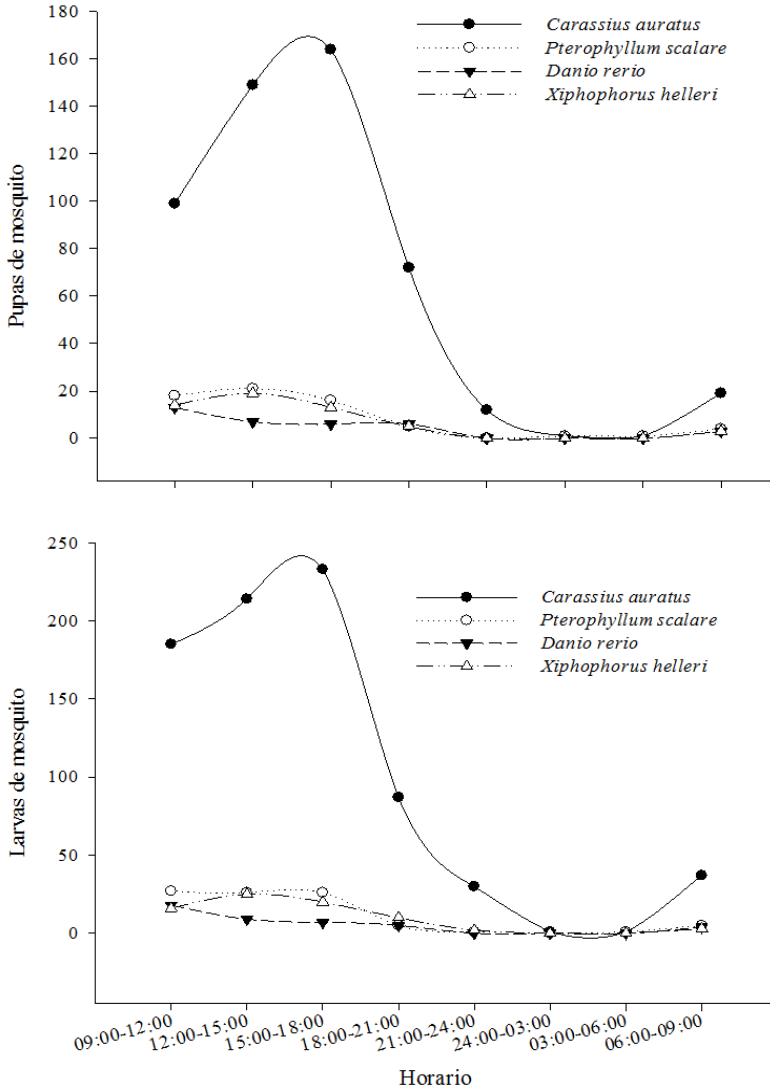
## Resultados

### *Larvas y pupas de mosquito*

Los pre-adultos de mosquito fueron identificados como *Culex quinquefasciatus* y *Cx. stigmatosoma*. El peso húmedo promedio por larva de mosquito fue  $4.19 \pm 0.08$  mg y el peso seco  $0.276 \pm 0.03$  mg, con una diferencia de 93.41% entre ambos pesos. El peso húmedo promedio por pupa fue  $4.42 \pm 0.04$  mg y el peso seco  $0.443 \pm 0.04$  mg, con una diferencia de 89.97% entre ambos pesos. El peso húmedo entre larvas y pupas difirió 5.20% y en peso seco 37.69%; en ambos casos, superior en las pupas.



Figura 1  
Horario de mayor consumo de larvas y pupas de mosquito durante un ciclo de 24 horas.



### Pez japonés *Carassius auratus*

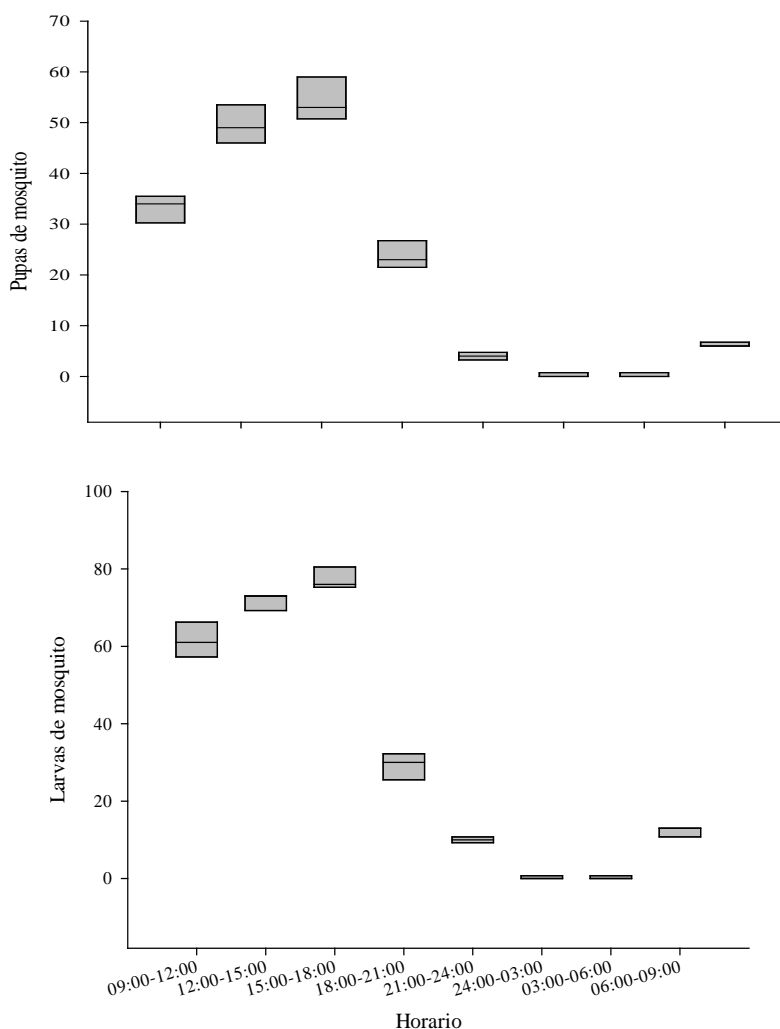
El peso de los peces no difirió significativamente ( $t = -0.065$ ,  $p = 0.94$ ) (cuadro 1). *Carassius auratus* presentó los mejores resultados del estudio (figura 1), la mayor ingesta de pre-adultos de mosquito fue entre las 15:00 y las 18:00 h (figura 2). No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.001$ ) entre el consumo de larvas y pupas.



El consumo total de larvas/24 h fue  $788.00 \pm 6.08$  y el de pupas  $517.00 \pm 5.22$ . El consumo de larvas/pez/24 h fue  $131.33 \pm 4.16$  y  $5.47 \pm 1.01$  larvas/pez/h y de pupas/pez/24 h  $86.16 \pm 3.20$  y  $3.59 \pm 0.74$  pupas/pez/h. La ingesta de larvas o pupas-Relación peso corporal pez (g/24 h) fue 289 larvas/g pez y 189.37 pupas/g pez. La sobrevivencia de los peces fue del 100%.

Por otra parte, los resultados indicaron diferencias significativas entre las cuatro especies ícticas en el consumo de larvas ( $H = 21.676$ ,  $p < 0.001$ ) y de pupas ( $H = 18.020$ ,  $p < 0.001$ ).

Figura 2  
*Carassius auratus*: Consumo de pre-adultos de mosquito durante un ciclo de 24 horas.

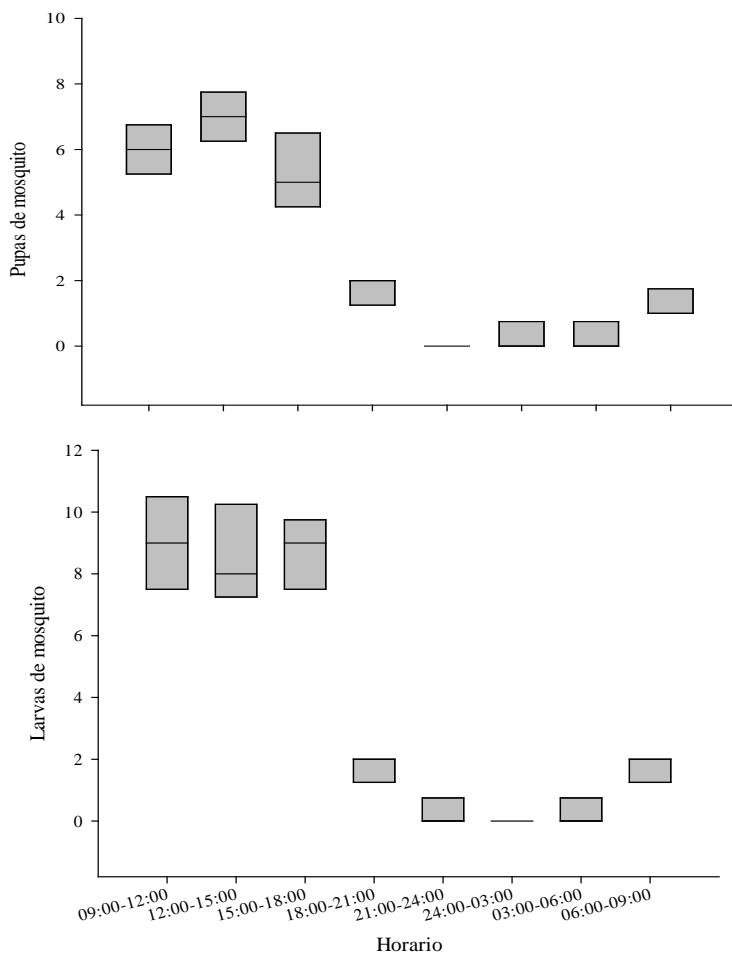


*Pez ángel Pterophyllum scalare*

El peso de los peces no difirió significativamente ( $t = 1.26$ ,  $p = 0.23$ ) (cuadro 1). *Pterophyllum scalare* presentó la mayor ingesta de pre-adultos de mosquito entre las 09:00 y las 15:00 h (figura 1). No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.001$ ) entre el consumo de larvas y pupas.

El consumo total de larvas/24 h fue  $91.00 \pm 3.63$  y el de pupas/24 h  $66.00 \pm 2.87$  (figura 3). El consumo de larvas/pez/24 h fue  $15.16 \pm 2.31$  y  $0.63 \pm 0.01$  larvas/pez/h y de pupas/pez/24 h  $11.00 \pm 1.94$  y  $0.45 \pm 0.09$  pupas/h. La ingesta de larvas o pupas-Relación peso corporal pez (g/24 h) fue  $56.52$  larvas/g pez y  $46.47$  pupas/g pez. La sobrevivencia de los peces fue del 100%.

Figura 3  
*Pterophyllum scalare*: Consumo de pre-adultos de mosquito durante un ciclo de 24 horas.



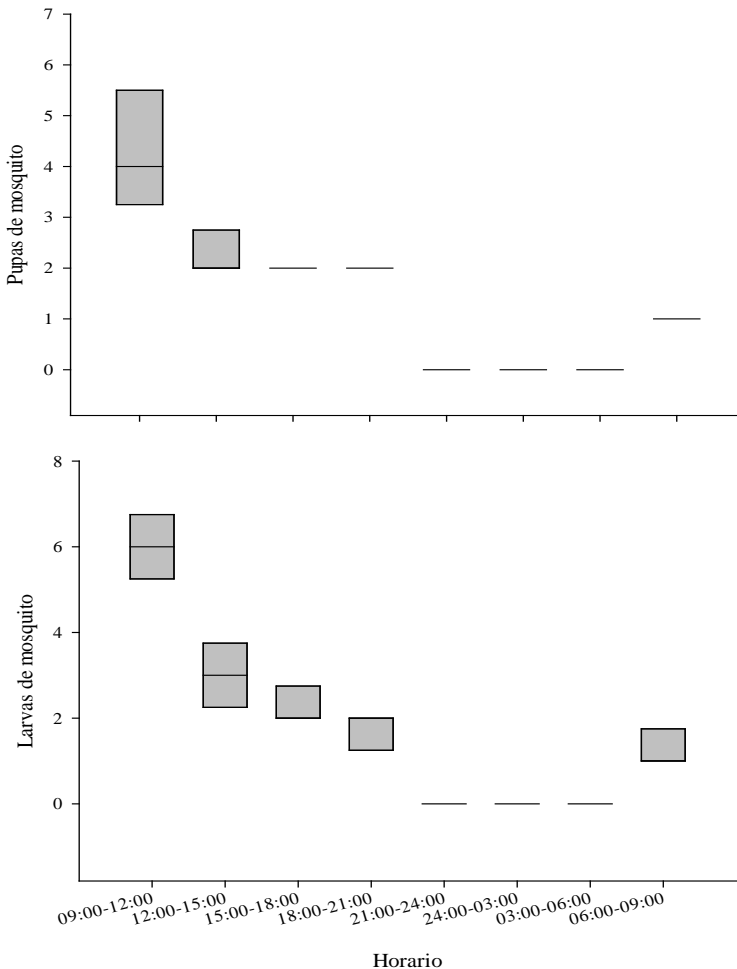
*Pez cebra Danio rerio*

El peso de los peces no difirió significativamente ( $t = 1.05, p = 0.31$ ) (cuadro 1). *Danio rerio* presentó los resultados más bajos del estudio ( $p < 0.05$ ). Mostró la mayor ingesta de pre-adultos de mosquito entre las 09:00 y las 12:00 h (figura 1). No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.001$ ) entre el consumo de larvas y pupas.

El consumo total de larvas/24 h fue  $43.00 \pm 2.51$  y el de pupas  $35.00 \pm 2.38$  (figura 4). El consumo de larvas/pez/24 h fue  $7.16 \pm 1.02$  y  $0.30 \pm 0.02$  larvas/pez/h y de pupas/pez/24 h fue  $5.83 \pm 1.08$  y  $0.24 \pm 0.02$  pupas/pez/h. La ingesta de larvas o pupas-Relación peso corporal pez (g/24 h) fue  $31.15$  larvas/g pez y  $26.92$  pupas/g pez. La sobrevivencia de los peces fue del 100%.

Figura 4

*Danio rerio*: Consumo de pre-adultos de mosquito durante un ciclo de 24 horas.

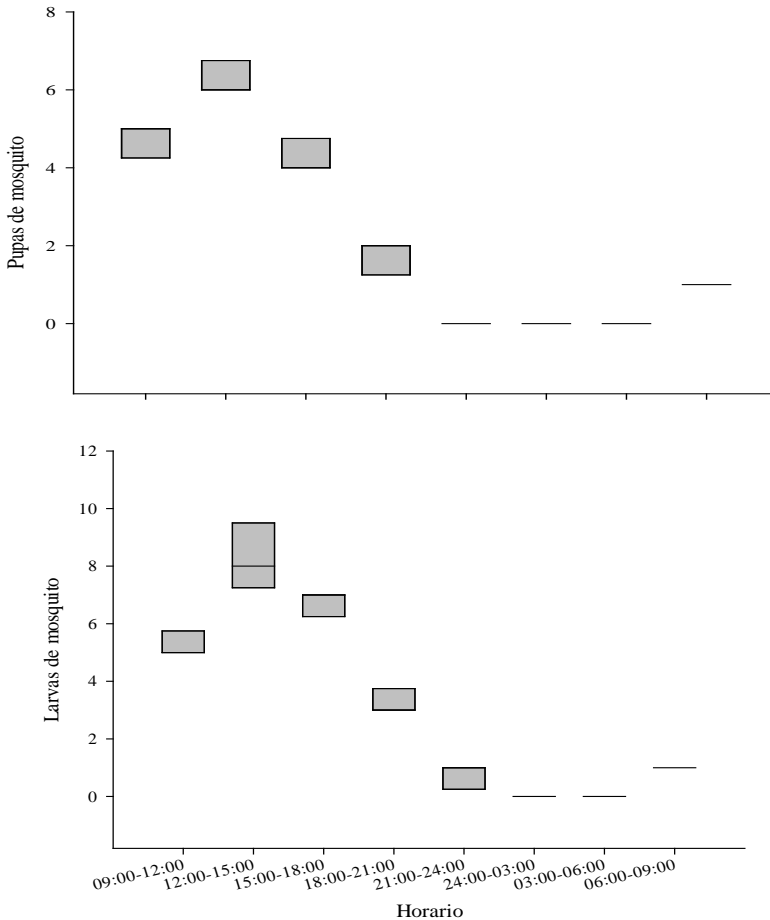


*Pez cola de espada Xiphophorus helleri*

El peso de los peces no difirió significativamente ( $t = 0.114, p = 0.91$ ) (cuadro 1). *Xiphophorus helleri* presentó la mayor ingesta de pre-adultos de mosquito entre las 12:00 y las 15:00 h (figura 1). No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.001$ ) entre el consumo de larvas y pupas.

El consumo total de larvas/24 h fue  $76.00 \pm 3.12$  y el de pupas  $54.00 \pm 2.86$  (figura 5). El consumo de larvas/pez/24 h fue  $12.66 \pm 1.37$  y  $0.53 \pm 0.01$  larvas/pez/h y de pupas/pez/24 h fue  $9.00 \pm 1.08$  y  $0.37 \pm 0.01$  pupas/pez/h. La ingesta de larvas o pupas-Relación peso corporal pez (g/24 h) fue  $56.29$  larvas/g pez y  $40.29$  pupas/g pez. La sobrevivencia de los peces fue del 100%.

Figura 5  
*Xiphophorus helleri*: Consumo de pre-adultos de mosquito durante un ciclo de 24 horas.



## Discusión

La presente investigación evaluó el consumo de pre-adultos de mosquito por cuatro especies ícticas ornamentales (*C. auratus*, *P. scalare*, *D. rerio* y *X. helleri*), todas exitosas en las granjas piscícolas del estado de Morelos, México (Ramírez *et al.*, 2010). De manera específica, *C. auratus* presentó el mayor consumo de pre-adultos de mosquito (figura 1). No se encontraron diferencias significativas en el peso y la longitud por especie en los grupos de peces, lo que permitió trabajar con grupos de organismos homogéneos (cuadro 1). Es importante mencionar que al momento en que los peces se alimentaban con los culícidos de notaban ansiedad y gran actividad, por lo que se deduce su aceptación como alimento vivo.

Los resultados del presente estudio indican que en las cuatro especies ícticas hubo diferencias significativas entre el consumo de larvas y pupas de mosquito ( $p < 0.001$ ), mostrando preferencia por las larvas respecto a las pupas (figuras 2, 3, 4 y 5). Esto, debido a que tanto el peso (37.69%) como el tamaño (9.12%) de las larvas son menores al de las pupas (Salazar y Moncada, 2004), y considerando el tamaño de la boca de los peces del estudio, que es de unos pocos milímetros, la larva presenta el tamaño apropiado para ser consumida por los peces juveniles (Schreck y Moyle, 1990). Asimismo, como consecuencia de la metamorfosis de los mosquitos, el estado pupal presenta la formación de estructuras quitinosas (Workman y Walton, 2003), lo cual dificulta su ingestión, y su posterior digestión requiere mayor esfuerzo por parte del pez, por lo que las pupas deben suministrarse a peces adultos.

El análisis de los resultados permite afirmar que el consumo de larvas y pupas no fue influenciado por las condiciones del experimento, pero que las características propias de las especies provocaron diferencias en el consumo; es decir, que peces muy activos y de nado rápido como *X. helleri* y *D. rerio*, fácilmente atraparon e ingirieron a los culícidos. Por su parte, *P. scalare* especie pacífica y delicada, en la cual, el manejo influye en su conducta y por estrés disminuye el consumo de alimento. Mientras que, *C. auratus* especie muy resistente al manejo, no tuvo problema alguno para devorar a los culícidos.

Estas observaciones señalan la aceptación de larvas y pupas como alimento de los peces; lo que indica que, si esta práctica se llevará a cabo en las granjas piscícolas ornamentales, el consumo de pre-adultos de mosquitos sería mayor, considerando que la cantidad de peces en las granjas de producción es alta, pues ronda los cientos a miles (Ramírez *et al.*, 2010); esto podría potenciar el impacto que tendría incorporar a estos culícidos a la dieta de peces.

El presente estudio aporta conocimiento sobre la nutrición de especies ícticas ornamentales. En este sentido, los pre-adultos de mosquito, son un recurso potencial en la alimentación de peces, debido a que constituyen una cápsula nutritiva; que, por lo general, contiene los elementos de una dieta balanceada, con influencia directa sobre el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia de los peces (Luna-Figueroa, 2002; Glencross *et al.*, 2007; Conceicao *et al.*, 2010).

En términos generales, estos culícidos reúnen las características apropiadas para su utilización como alimento vivo en la acuicultura; entre éstas se encuentra su alto valor nutritivo: proteína, 42.59%; lípidos, 10.64% y carbohidratos, 7.68% (Olascoaga y Luna-Figueroa, 2005), abundancia, movilidad y cuerpo blando (Luna-Figueroa y Gómez, 2005).

En el caso particular de *Culex stigmatosoma* y *Cx. quinquefasciatus*, especies identificadas para este estudio, no se recomienda su cultivo; sin embargo, mediante recolectas en hábitats naturales, preferentemente en áreas aledañas a las granjas de peces ornamentales, es posible incorporarlos como alimento vivo en la dieta de peces y, al menos, de manera local disminuir la hematofagia antropofílica (Reisen y Reeves, 1990; Workman y Walton, 2003).

Una característica importante en los procesos de alimentación de los organismos acuáticos y, en particular en los peces en cautiverio, es el horario de suministro de alimento (Conceicao *et al.*, 2010; Hamre *et al.*, 2013). Específicamente, en las granjas piscícolas conocer el horario de mayor actividad alimentaria de las especies en cultivo, representa hacer eficiente el recurso nutritivo, así como proveer a los peces la materia prima en cantidad y calidad en el momento apropiado. En este sentido, los resultados indican que el horario de mayor actividad alimentaria por especie es el siguiente: *C. auratus*, de 15:00-18:00 h; *P. scalare*, de 12:00-18:00 h; *D. rerio*, de 09:00-12:00 h, y *X. helleri*, 12:00-15:00 h (figura 2). Todos los peces fueron más activos durante la fase luminosa (09:00-12:00 h a 15:00-18:00 h), evidenciado por una mayor tasa de consumo de larvas respecto a las pupas de mosquito.

Los resultados indican que *C. auratus* son comedores competentes de larvas y pupas de mosquito. Por lo que es importante subrayar que la estimación de los pre-adultos consumidos por gramo de peso del pez, permite una comparación de la capacidad larvífaga de los peces (Pamplona *et al.*, 2007); que, en este caso en particular, genera información valiosa referente a *C. auratus* como excelente consumidor de culícidos (figuras 1 y 2).

Al respecto, existen investigaciones relacionadas con el consumo de pre-adultos de mosquito, ya sea utilizados como alimento vivo: mediante la incorporación larvas de *Cx. quinquefasciatus* en la dieta de *P. scalare* (Luna-Figueroa y Gómez, 2005), evaluación del aprovechamiento de *Cx. quinquefasciatus* en la dieta de *D. rerio* (Olascoaga y Luna-Figueroa, 2005), estudio del consumo y efecto de pre-adultos de mosquitos como alimento vivo para *Cichlasoma istlanum* (Luna-Figueroa, 2007; Luna-Figueroa, y Figueroa, 2012); en todos estos casos, con resultados positivos en crecimiento y sobrevivencia de los peces, o utilizados como control biológico.

En este sentido *P. scalare* en 24 h consumió 40 larvas y 112 pupas de *Anopheles stephensi*, *Betta splendens* 238 y 319, *Pseudotropheus tropheops* 247 y 186; y, *Osphronemus gorami*, 180 y 217 larvas y pupas (Ghosh *et al.*, 2004), *Trichogaster trichopteros* consumió 47 larvas de *Cx. quinquefasciatus*/g/día (Jayasree y Panicker, 1992), *Gymnogeophagus brasiliensis* consumió 152 larvas/día de *Cx. quinquefasciatus* (Borda *et al.*, 2003), *Poecilia reticulata* presentó mayor capacidad larvífaga (*A. aegypti*) que *C. auratus* (Valero *et al.*, 2006). Asimismo, especies ícticas como *Poecilia sphenops*, *T. trichopteros*, *Astyanax fasciatus*, *P. reticulata* y *B. splendens* han sido utilizados con buenos resultados para el control de larvas de *A. aegypti* (Hernández y Marques, 2006; Pamplona *et al.*, 2007).

A pesar de que son producidas grandes cantidades de peces ornamentales (Ramírez *et al.*, 2010), las tasas de sobrevivencia frecuentemente son bajas o muy variables (Valente *et al.*, 2013). En este caso, la alta sobrevivencia de los peces indica que los pre-adultos de mosquito, como alimento vivo, no limitan el manejo de los peces. Se recomienda en momentos específicos del ciclo de vida de las cuatro especies de peces alimentar con larvas y

en otros con pupas, dependiendo de la etapa de desarrollo. La sobrevivencia del 100% para los cuatro grupos ícticos indica que las condiciones experimentales y de manejo permitieron la adaptación de los peces y facilitaron el consumo de los pre-adultos de mosquito.

Finalmente, la utilización de *C. auratus*, *P. scalare*, *D. rerio* y *X. helleri*, es el primer paso para la incorporación de pre-adultos de mosquitos como alimento vivo, al menos en granjas piscícolas ornamentales. A pesar de la aceptación como alimento por los peces, es importante subrayar que por cuestiones de salud no es recomendable el cultivo de estos culícidos.

De igual manera, el conocimiento del consumo de pre-adultos por gramo de peso del pez indica la ingesta aproximada de culícidos, y es posible calcular o extrapolar el consumo de estos organismos en granjas piscícolas.

*C. auratus* resultó la especie con el mayor consumo de pre-adultos de mosquitos, por lo que es posible considerar a la especie como un modelo experimental para futuros ensayos relacionados con estos culícidos.

## Conclusiones

*Carassius auratus* es un excelente consumidor de pre-adultos de mosquitos.

El conocimiento del horario de mayor ingesta por especie contribuye a optimizar la alimentación en las granjas piscícolas.

El consumo preferente de larvas sugiere su suministro en la alimentación de peces juveniles y las pupas para adultos de mayor tamaño y peso.

La sobrevivencia en los peces fue del 100%.

## Agradecimientos

El presente estudio fue financiado por el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Los autores agradecen al M. en C. José Figueroa Torres, Responsable del Laboratorio de Acuicultura (CIB-UAEM), por las facilidades y aportes para llevar a cabo la presente investigación.

## Literatura citada

- APHA (American Public Health Association) (1992). *American Waters Works Association and Water Pollution Control Federation. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Santos D. Madrid, España. 1,800 pp.
- Bissaza, A.; De Santi, A. y Vallartigara, G. (1999). Laterality and cooperation: mosquitofish move closer to a predator when the Companioni are on their left side. *Aim Behav.* 57(5): 1145-1149.
- Borda, E. C.; Melnechuk, P. N. y Rea, M. J. F. (2003). *Gymnogeophagos brasiliensis* eficaz pez devorador de larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus*. Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE. Proyecto PI496 (Ecología). Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2 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.
- Conceicao, L. E. C.; Yúfera, M.; Makridis, P.; Morais, S. y Dinis, M. T. (2010). Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*. 41: 613-640.
- Fernández, C. N. B.; Hernández, C. N. y Sánchez, D. M. R. (2012). *Perfil epidemiológico de dengue en Mé-*

- xico. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud. México, D. F. 273 pp.
- García-Ortega, A. (2000). Valor nutricional de los quistes de *Artemia* y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. En: Cruz-Suárez, L. E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M. A. y Civera-Cerecedo, R. (Eds.). *Avances en nutrición acuícola. V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Mérida, Yucatán, México.
- Ghosh, A.; Bhattacharjee, I.; Ganguly, M.; Mondal, S. y Chandra, G. (2004). Efficacy of some common aquarium fishes as biocontrol agent of preadult mosquitoes. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 32(4): 144-149.
- Glencross, B. D.; Booth, M. y 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.
- Hamre, K.; Yúfera, M.; Rønnestad, I.; Boglione, C.; Conceicao, L. E. C. e Izquierdo, M. (2013). Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*. 5(Suppl. 1): S26–S58.
- Hernández, H. E. y Marques, P. M. (2006). Control de larvas de *Aedes aegypti* (L) con *Poecilia reticulata* Peter, 1895: una experiencia comunitaria en el municipio Taguasco, Sancti Spiritus, Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 58(2): 139-141.
- Jayasree, M. y Panicker, K. N. (1992). Larvivorous potential of some indigenous fishes of Sherthallai region with special reference to their efficacy in control of mansonioides. *Indian Journal Medical Research*. 95: 195-199.
- Kaiser, H.; Endemann, F. y Paulet, T. G. (2003). A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*. 34: 943-950.
- 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.
- Luna-Figueroa, J. (2007). Efecto de larvas de mosquito *Culex stigmatosoma* Dyar como alimento vivo sobre la tasa de crecimiento y la sobrevivencia de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* Jordan y Snyder. *Naturaleza y Desarrollo*. 5(1): 11-16.
- Luna-Figueroa, J. (2009). Nematodo de vida libre *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945): Una alternativa para la alimentación inicial de larvas de peces y crustáceos. *Investigación y Ciencia*. 45(17): 4-11.
- Luna-Figueroa, J. y Figueroa, T. J. (2012). Consumo de pre-adultos de mosquitos por juveniles de *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. *Mesoamericana*. 16(1): 27-33.
- Mandal, S. C.; Sahu, N. P.; Singh, M. P.; Das, K. P.; Gupta, S. K. y Munilkumar, S. (2010). Replacement of live feed by formulated feed: effect on the growth and spawning performance of Siamese fighting fish (*Betta splendens*, Regan, 1910). *Aquaculture Research*. 41: 1707-1716.
- Narro-Robles, J. y Gómez-Dantés, H. (1995). El dengue en México: un problema prioritario de salud pública. *Salud Pública México*. 37: 12-20.
- 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.
- Pamplona de, G. C. L.; Soares, P. R. J.; Ferreira, R. A. C.; de Paula, J. F. J.; Lins, F. R.; Primos, S. E.; Fernandes, D. F. F. y Wellington de, O. L. J. (2007). Competência de peixes como predadores de larvas de *Aedes aegypti*, em condições de laboratório. *Rev. Saúde Pública*. 41(4): 638-644.
- Ramírez, M. C.; Mendoza, A. R. y Aguilera, G. C. (2010). *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*. Primera edición. Instituto Nacional de Pesca, Universidad Autónoma de Nuevo León. 116 pp.
- Reisen, W. K, y Reeves W. C. (1990). Bionomics and ecology of *Culex tarsalis* and other potential mosquito vector species. In: Reeves W. C, editor. *Epidemiology and control of mosquito-borne arboviruses in California, 1943–1987*. Pp. 254–329. California Mosquito and Vector Control Association, Sacramento, CA.
- Rønnestad, I.; Yúfera, M.; Ueberschär, B.; Ribeiro, L.; Sæle, O. y Boglione, C. (2013). Feeding behavior and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in Research. *Reviews in Aquaculture*. 5(Suppl. 1): S59–S98.
- Salazar, M. J. y Moncada, L. I. (2004). Ciclo de vida de *Culex quinquefasciatus* Say, 1826 (Diptera: Culicidae) bajo condiciones no controladas en Bogotá. *Biomédica*. 24: 385-92.



- Schlechtriem, C.; Ricci, M.; Focken, U. y Becker, K. (2004). Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food for rearing carp larvae: preliminary results. *Aquaculture Research* 35: 547-551.
- Schreck, B. C. y Moyle, B. P. (1990). *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. 684 pp.
- Válero, N.; Meleán, E.; Maldonado, M.; Montiel, M.; Larreal, Y. y Espina, L. M. (2006). Capacidad larvívora del gold fish (*Carassius auratus auratus*) y del guppy salvaje (*Poecilia reticulata*) sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 16(4): 414-419.
- Valente, L. M. P.; Moutou, K. A.; Conceicao, L. E. C.; Engrola, S.; Fernandes, J. M. O. y Johnston, I. A. (2013). What determines growth potential and juvenile quality of farmed fish species? *Reviews in Aquaculture*. 5(Suppl. 1): S168-S193.
- Workman, D. P. y 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.

Recibido: Marzo 31, 2014

Inicio de arbitraje: Mayo 12, 2014

Dictamen para los autores: Julio 28, 2014

Aceptado: Febrero 03, 2015



Título: *Travesuras*

Autor: Adoración Palma (2manoS)

Técnica: bolígrafo sobre opalina

Año: 2014

Medidas: 21.5x28 cm

# Ensayos de semillas en Argentina: normativas para su acreditación♦

---

Seed testing in Argentina: guidelines for its accreditation

**Teresa Gally y María Victoria Giachino**

Universidad Nacional de Luján  
Departamento de Tecnología. Rutas 5 y ex 7  
Luján, Buenos Aires, Argentina

\*Correspondencia: gallymin@coopenetlujan.com.ar

♦Estudio de revisión

## Resumen

Debido a las exigencias del país o por las pautas requeridas en comercialización, en la República Argentina, en los últimos años se ha incrementado el número de laboratorios de diagnóstico acreditados en el sector agrícola. Asimismo, éstos tienen –en su mayoría– relación directa con la calidad de alimentos y, generalmente, evalúan residuos de plaguicidas. La norma IRAM 301: “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y de calibración” (equivalente a ISO/IEC 17025:2005), es la norma empleada para acreditar ensayos a través del ente de acreditación correspondiente y asegurar, de este modo, la competencia técnica del laboratorio. Se puede también optar por aplicar los lineamientos de las reglas ISTA, que tienen como objetivo verificar si el laboratorio de ensayos es técnicamente competente para llevar a cabo los procedimientos declarados en el alcance. En esta investigación se realizará una descripción de la norma ISO 17025 y de las reglas ISTA aplicada a semillas, destacando fortalezas, limitaciones y dificultades en su implementación. Se concluye que la acreditación es conveniente y necesaria para agregar valor y confiabilidad a los resultados.

## Palabras clave

Calidad, ISO 17025, reglas ISTA, simientes.

## Abstract

Due to country requirements or to commercialization standards, in Argentina has increased the number of diagnostic laboratories accredited in the agricultural sector in recent years. These laboratories are also –mostly– directly related to food quality and generally evaluate pesticide residues. The IRAM 301: “General requirements for competence of testing and calibration laboratories” (which is the equivalent to ISO/IEC 17025:2005), is the standard used for testing accreditation through its related entity, and to guarantee the laboratory technical competence. ISTA guidelines, which aim to verify if the testing laboratory is technically competent in order to perform procedures mentioned in its range, can also be applied. In this paper a description of the ISO 17025 and the ISTA guidelines applied to seeds is made, emphasizing strengths, limitations and difficulties for its implementation. We conclude that accreditation is convenient and necessary for achieving value and reliability of results.

## Keywords

Quality, ISO 17025, ISTA standard, seed.

## Introducción

Argentina es un país con muy alta actividad agrícola tanto en producción de semillas como en exportación. El objetivo de un laboratorio de ensayos es demostrar la competencia técnica, es decir, poseer confianza en los resultados. Para cumplir con dicho objetivo, una herramienta de gran utilidad, es obtener la acreditación de sus ensayos. A diferencia de la certificación ISO 9001, que es la confirmación de que una organización ha establecido un sistema de gestión de la calidad conforme a ciertos requisitos, la acreditación –de acuerdo a la Norma ISO 17025– verifica la competencia técnica del laboratorio y garantiza la fiabilidad de los resultados de los análisis.

Una norma es “un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece para usos comunes y repetidos, reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados, que procura la obtención de un nivel óptimo de ordenamiento en un contexto determinado” (norma IRAM 50-1:1992 basada en la Guía ISO/IEC 2:1991).

Las normas internacionales y voluntarias, tales como ISO/IEC 17025 eq. IRAM 301, y las reglas *International Seed Testing Association* (ISTA), se armonizan por consenso de expertos; ambas son de gran utilidad para el mercado interno y también para acceder al comercio internacional en un marco de globalización. En forma inversa, ellas pueden configurar también barreras técnicas y para-arancelarias al comercio, cuando no son implementadas (Fresco, 2002).

En general, los laboratorios son proveedores de empresas y, por consecuencia –en la actualidad– su acreditación es un requisito prácticamente insoslayable para aquellas organizaciones que ya tienen certificados sus procesos.

En lo que hace a los productores agropecuarios que realizan análisis de semillas, deben asegurarse que los resultados obtenidos sean confiables y reflejen la verdadera calidad para la comercialización.

Se debe tener en cuenta que los resultados dependen de muchos factores, como: la competencia de los analistas, el uso de equipos calibrados, la aplicación de los métodos adecuados, los registros confiables, entre otros aspectos.

La aplicación de normas de calidad en el área de biología es más compleja de lograr o ajustar; por ejemplo: los microorganismos llevados por las simientes (ambos organismos vivos) interactúan con el ambiente, modificando sus comportamientos continuamente a través del tiempo (incluso, en breves períodos); por lo que puede ser común una variabilidad en los resultados de ensayos entre laboratorios.

Otro aspecto a considerar es que los resultados generados por laboratorios acreditados tienen la ventaja de reducir los costos, acortar los tiempos y favorecer el comercio; debido a que los productos de exportación son más fácilmente aceptados en mercados internacionales si provienen de laboratorios que emplean métodos de ensayos normalizados o bien validados; lo cual es una exigencia de la norma en estudio, así como de las reglas ISTA.

Un ejemplo concreto, en nuestro país, ha sido la acreditación de dos ensayos fitopatológicos en los laboratorios del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria

(SENASA), a través del Organismo Argentino de Acreditación (OAA), único organismo con dicha función. Éstos permitieron la exportación de cítricos libres de cancrisis (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) y mancha negra (*Guignardia citricarpa*) a la Unión Europea (Lanfranchi *et al.*, 2008). Posterior a su acreditación, el SENASA puede habilitar laboratorios satélites en el país para el comercio interno.

En Argentina, la acreditación se lleva a cabo a través del OAA, entidad privada sin fines de lucro, creada dentro del marco del Sistema Nacional de Normas, Calidad y Certificación, Decreto 1474/94.

Este estudio se enfoca sobre el primer insumo clave de los procesos agrícolas productivos que son las semillas. Se dará un panorama de las normativas vigentes en el país, destacando aquellas que se pueden implementar para acreditar laboratorios, formulando fortalezas y debilidades; además, ofreciendo sugerencias para facilitar su implementación.

### *Desarrollo de la propuesta*

Se analizaron las normas de los Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001, 17025 y 14001, los protocolos de Buenas Prácticas Agrícolas, la ley No. 20247 (producción y comercialización de semillas y creaciones fitogenéticas), la ley No. 10699 (insecticidas, fertilizantes y otros agroquímicos), Guía de Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas para la Producción Primaria (cultivo-cosecha), Empacado, Almacenamiento y Transporte de hortalizas frescas, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, y la resolución No. 510/2002, Guía de Buenas Prácticas de Higiene, Agrícolas y de Manufactura para la producción primaria (cultivo-cosecha), acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas del SENASA.

Respecto de la norma voluntaria, se utilizaron las fuentes electrónicas y en formato papel, de la Organización Internacional de Normalización (ISO): 9001, 14001 y 17025, Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), además de analizar las reglas ISTA de 2013 y bibliografía de referencia.

### *Norma IRAM 301- ISO/IEC 17025:2005*

La norma ISO/IEC 17025 y su equivalente IRAM 301, establece los “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”. Es empleada internacionalmente para la acreditación de laboratorios en el campo voluntario. Como su título lo indica, es una norma genérica para cualquier tipo de laboratorio de calibración o ensayo, característica que tiene como ventaja la universalidad de sus conceptos y, como contrapartida, su implementación es –en algunos casos– problemática.

La mencionada norma es la que debe aplicarse para demostrar la competencia técnica de los laboratorios; abarca requisitos tanto de gestión como técnicos. Se ha comprobado –a través de experiencias de trabajo y reuniones de armonización de auditores– que al querer implementar algunos requisitos técnicos, se presentaba diverso grado de dificultad; ya que, por una parte, el técnico está acostumbrado a llevar registros y controles; pero, por otro lado, en la norma –especialmente en el área de aseguramiento de calidad– pare-

cen estar más enfocados a laboratorios de química y física. Por lo que su implementación resulta compleja sin una adecuada interpretación y/o adaptación previa realizada por expertos en tecnología de semillas.

En Argentina, todas las acreditaciones se llevan a cabo a través del OAA, miembro de los siguientes organismos internacionales: *International Laboratory Accreditation Cooperation* (ILAC) *International Accreditation Forum* (IAF), *Interamerican Accreditation Cooperation* (IAAC) y signatario de Acuerdos de Reconocimiento Multilateral (MLA). Esto significa que las mercaderías ensayadas por laboratorios acreditados en un país signatario del MLA, serán aceptadas por otros países signatarios del acuerdo (se evitan así, barreras técnicas al comercio).

El OAA acredita las siguientes entidades:

- 1) Laboratorios de Ensayo
- 2) Laboratorios de Calibración
- 3) Laboratorios Clínicos
- 4) Organismos de Certificación de Sistemas de Gestión  
(Calidad, Ambiental, Salud y Seguridad Ocupacional, HACCP)
- 5) Monitoreo de Buenas Prácticas de Laboratorios (OECD)
- 6) Proveedores de Ensayos de Aptitud
- 7) Productores de Materiales de Referencia
- 8) Organismos de Certificación de Productos
- 9) Organismos de Certificación de Personas
- 10) Organismos de Inspección

Las evaluaciones se realizan mediante un estudio independiente con base en requisitos normativos internacionales y tratan de demostrar que las entidades auditadas son confiables para realizar ensayos, análisis, programas de ensayos de aptitud, producción de materiales de referencia, calibraciones, inspecciones y certificaciones dentro del alcance establecido.

La acreditación se obtiene como resultado de una evaluación satisfactoria y manteniéndola luego mediante un seguimiento sistemático. Asimismo, durante la evaluación *in situ*, se observan diversos aspectos técnicos, de gestión, seguridad del trabajo y se identifican las oportunidades de mejora y no conformidades.

El equipo evaluador está formado por un coordinador de sistemas de gestión de calidad y evaluadores técnicos (expertos). Los miembros, una vez concluida la auditoría, recomiendan su conformidad con base en que se cumplan todos los puntos de la Norma ISO/IEC 17025, más los criterios específicos del OAA.

Una vez alcanzada la acreditación, los laboratorios son reevaluados a intervalos regulares, para determinar si cumplen con los requisitos establecidos y la mejora de sus sistemas ([www.oaa.org.ar](http://www.oaa.org.ar)).

## Reglas ISTA – Asociación Internacional de Análisis de Semillas

El ISTA fue fundado en 1924, con el objetivo de desarrollar y publicar procedimientos estándar en el campo de los análisis de semillas; tiene como visión alcanzar la uniformidad de los análisis de semillas en el ámbito mundial y alcanza su misión armonizando reglas para el muestreo, análisis de las semillas, acreditando laboratorios, promoviendo la investigación y emitiendo certificados internacionales.

Existen los siguientes comités: Tecnologías Avanzadas; Muestreos; Consejo Editorial de Ciencia y Tecnología de Semillas; Análisis de Semillas de Flores; Semillas de árboles y arbustos; Germinación; Organismos genéticamente modificados; Humedad; Nomenclatura; Competencia; Pureza; Reglas; Sanidad de Semillas; Estadísticas; Almacenamiento de semillas; Tetrazolio; Variedades; Vigor ([www.ista.org](http://www.ista.org)).

También actúa capacitando y haciendo accesibles los conocimientos de la tecnología asociada, con el fin de facilitar el comercio nacional e internacional. Hasta enero de 2014, cuentan con la membresía ISTA: 207 laboratorios, 43 miembros personales y 56 miembros asociados en 76 países de distintas economías.

El objetivo de la acreditación es verificar si un laboratorio es técnicamente competente para llevar a cabo los procedimientos de semillas declarados en el alcance, de conformidad con los lineamientos de las reglas. Es conveniente aclarar que estas reglas no tienen consensuados aún todos los ensayos que hacen a la calidad de todas las especies de semillas.

La acreditación es un proceso, mediante el cual, la competencia técnica de un laboratorio se verifica a través de la evaluación realizada por un equipo de auditores con experiencia en el área, frente a los criterios formulados en el Estándar de Acreditación de ISTA, que ha tomado, a su vez (como referencia), el estándar genérico internacional ISO/IEC 17025.

En todos los países del Mercosur, la importación de semillas exige que el lote esté acompañado por un Certificado de ISTA ([www.inase.gov.ar](http://www.inase.gov.ar)). También los laboratorios ya acreditados son reevaluados a intervalos regulares. Asimismo, están obligados a participar en las rondas de prueba llamadas programas “interlaboratorios”. El fracaso, en dicho programa de ensayos, puede dar lugar a la suspensión de la acreditación.

Durante la evaluación *in situ*, se observan diversos aspectos del trabajo en el laboratorio, y se identifican tanto las oportunidades de mejora como las no conformidades.

En lo que hace a transferencia y capacitación de ISTA, los comités técnicos y grupos de trabajo realizan estudios comparativos; donde los científicos del área, intercambian información sobre temas específicos. Ellos son los responsables del desarrollo y la mejora de las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas y de los manuales.

Se debe destacar que, además de los requisitos de las Reglas de referencia utilizadas, hay que tener en cuenta que también pueden existir otros requisitos específicos y legales para cada ensayo, según su naturaleza; ya sean los que fija la Autoridad Regulatoria o los indicados por las Buenas Prácticas en ese sector.

En el país, el Laboratorio Central de semillas del INASE (Instituto Nacional de Análisis de Semillas) tiene la mayoría de sus ensayos acreditados, según los criterios establecidos por el ISTA *Acreditación Standard*; y, a su vez, el mencionado organismo sólo

habilita laboratorios en Argentina para emitir certificados exclusivamente en el ámbito del Mercosur, según el Decreto MERCOSUR/GMC/RES No. 60/97 ([www.mercosur.int/msweb/Normas/normas](http://www.mercosur.int/msweb/Normas/normas)).

## Conclusiones

La importancia de demostrar la competencia técnica de un laboratorio estriba en proveer confianza en los resultados de sus ensayos; que, en el caso de semillas, establecen aceptación o rechazo de productos, conllevando un elevado impacto económico.

Cuando el laboratorio se encuentra dentro de una organización certificada por ISO 9001 o ISO 14001 u otras normas de gestión, parte del trabajo está implementado, ya que hay documentos elaborados, emitidos y controlados por dichos sistemas. Asimismo, existen ventajas para implementar un sistema ISO/IEC 17025, si el laboratorio está aplicando Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) ([www.oecd.org](http://www.oecd.org)) o normativas específicas (como ISTA), debido a que parte del trabajo ya está realizado.

Se concuerda con el concepto de expertos del área, que indican que la norma ISO 9001 es una norma específica de gestión, con enfoque en la mejora de los procesos a certificar; mientras que la perspectiva de ISO 17025 incluye la competencia técnica, constituyendo un juicio de valor sobre el laboratorio y un seguimiento futuro, lo que asegura la mejora de los resultados.

Como conclusión respecto a la implementación de la norma 17025, se entiende que para los capítulos referidos a gestión, se podrían aplicar directamente; sobre todo, si el personal del laboratorio ha recibido capacitación en gestión de calidad. El mayor inconveniente se daría en el caso de que los resultados sean cualitativos, ya que su implementación resulta dificultosa, sin una adecuada interpretación realizada previamente por un experto en tecnología de semillas (Gally y Yábar, 2013; Muñoz, R. y Sillón, M., 2011); lo mismo ocurre en el caso de la validación de métodos propios, donde el experto debería seleccionar los parámetros adecuados para realizar la validación, lo cual requiere de un gran conocimiento técnico.

En el aspecto del lenguaje, se destaca que en la norma ISO/IEC 17025, existe la necesidad de trasladar algunos contenidos a un vocabulario comprensible por los usuarios de laboratorios agropecuarios. En el caso las reglas ISTA ello no sucede, ya que es específica para el área de semillas y, tradicionalmente, los laboratorios habilitados por el INASE están habituados a su uso; por lo que su implementación es mucho más sencilla, ya que, como se ha comentado, los métodos están ya normalizados, si bien su alcance es limitado.

Como beneficio, puede destacarse que la norma ISO/IEC 17025 es adecuada para un laboratorio de ensayos de semillas que pretenda brindar confianza en su competencia técnica en todos los aspectos, y aplicable a todo tipo de ensayos que hacen a su calidad. En cambio, ISTA, tiene sólo algunos aspectos de la tecnología de semillas que están en sus reglas y no abarcan todas las especies agrícolas de producción y exportación de Argentina.

Decidir qué norma es conveniente implementar, depende de qué necesite el laboratorio y qué exigencias de legislaciones existen en el país.



Se entiende que el uso de un laboratorio acreditado contribuye a aumentar la aceptación de los lotes de semillas por la confiabilidad; además, reduce los costos, pudiendo competir en mercados más calificados. Existen, en Argentina, hasta la fecha, solamente dos laboratorios acreditados del área de semillas por reglas ISTA y dos por el OAA.

Por lo tanto, cualquier vía de difusión que ayude a interpretar normativas voluntarias, dar sugerencias y capacitaciones para su implementación, contribuye a llegar a la acreditación, agregando así, valor a los insumos producidos.

## Literatura citada

- Fresco, L. (2002). Ciencias agrícolas y éticas FAO. *Agriculture Series*. X9800/E. Disponible en: <http://www.fao.org/AG/esp/revista/0010sp1.htm> (Consultada el 03 de mayo de 2013).
- Gally, T. y Yabar, M. (2013). Ensayos de fitopatología desafíos para su acreditación. *Memorias de las XXXVII Jornadas IRAM Universidades y XXIV Foro UNILAB*. En: Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Muñoz, R. y Sillón, M. (2011). *Las enfermedades de la soja y su importancia en los países del MERCOSUR*. Sección II: Aspectos técnico-científicos de las enfermedades de la soja. Capítulo 5: Enfermedades de semilla (Gally, T.). Editorial Hemisferio Sur, 360 pp.
- ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). Disponible en: <http://www.ilac.org> (Consultada el 03 de mayo de 2014).
- INASE (Instituto Nacional de Semillas). Disponible en: <http://www.inase.gov.ar> (Consultada el 13 de mayo de 2014).
- IRAM-301eq. ISO/IEC 17025:2005, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Buenos Aires, Argentina. 32pp. IRAM Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Disponible en: <http://www.iram.org.ar> (Consultada el 03 de mayo de 2014).
- ISTA. (International Seed Testing Association). Disponible en: <http://www.ista.org>. (Consultada el 03 de junio de 2014).
- Lanfranchi, R.; Manna, M.; Gómez, M.; Sugía, V.; Ravinale, C.; Antenucci, M. y Yabar, M. (2008). Acreditación del ensayo "Detección de *Xanthomonas axonopodis* pv *citri*", llevada a cabo en el Laboratorio de Plagas y Enfermedades de SENASA. Libro de Resúmenes del 1° Congreso Argentino de Fitopatología. 361 pp.
- Organismo Argentino de Acreditación. Disponible en: <http://www.oaa.org.ar> (Consultada el 08 de mayo de 2014).
- Organization for economic co-operation and development. Disponible en: <http://www.oecd.org/> (Consultada el 03 de mayo de 2014).
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria (SENASA): Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar> (Consultada el 08 de mayo de 2014).

Recibido: Julio 10, 2014

Inicio de arbitraje: Septiembre 01, 2014

Dictamen para los autores: Octubre 16, 2014

Aceptado: Diciembre 17, 2014



Título: *Hijogro*

Autor: Adoración Palma (2manoS)

Técnica: escratch sobre estireno

Año: 2014

Medidas: 21x21 cm

# Fishery analysis of *Diapterus brevirostris* in the central Mexican Pacific

---

Análisis de la pesquería de *Diapterus brevirostris*  
en el Pacífico central mexicano

**Manuel Gallardo-Cabello,<sup>1</sup> Elaine Espino-Barr,<sup>2\*</sup>  
Arturo García-Boa,<sup>2</sup> Marcos Puente-Gómez<sup>2</sup>  
and Esther Guadalupe Cabral-Solís<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Av. Ciudad Universitaria 3000, Col. Copilco  
México, D. F. (C. P. 04360).

<sup>2</sup> INAPESCA, CRIP-Manzanillo  
Playa Ventanas s/n  
Manzanillo, Colima (C.P. 28200).  
Tel: (314) 332 3750

\*Corresponding author:  
elespino@gmail.com

## Abstract

From April 2010 to July 2012 data and samples on the biology and the fishery of *Diapterus brevirostris* (Teleostei: Gerreidae) were collected in the coasts of Colima and Jalisco. Total catches show fluctuations in the last twenty years in Colima. The catches in Jalisco do not show this species alone, but mixed with other “Mojarras” during the last eleven years. The highest catches in Colima and Jalisco are obtained during summer. First age and length of capture was at 2.04 years and 15.00 cm in Colima and 2.98 years and 19.80 cm in Jalisco. Total mortality was  $Z = 2.06$  in Colima and  $Z = 1.96$  in Jalisco. Natural mortality was  $M = 0.139$  in both cases. Fishing mortality was  $F = 1.921$  in Coli-

## Resumen

Durante el periodo de abril de 2010 a julio de 2012 se obtuvieron datos y muestras biológicas de *Diapterus brevirostris* (Teleostei: Gerreidae) en las costas de Colima y Jalisco. Las capturas totales mostraron fuertes fluctuaciones en los últimos 20 años en Colima. En Jalisco, su registro está agregado al rubro de mojarras en los últimos 11 años. Las más altas capturas se obtienen en Colima y Jalisco durante el verano. La edad y talla de la primera captura fue de 2.04 años y 15.00 cm en Colima, 2.98 años y 19.80 cm en Jalisco. La mortalidad total fue  $Z = 2.06$  en Colima y  $Z = 1.96$  en Jalisco. La mortalidad natural fue  $M = 0.139$  en ambos casos. La mortalidad por pesca fue  $F = 1.921$  en Colima y  $F =$

ma and  $F = 1.821$  in Jalisco, with a survival rate of  $S = 0.127$  in Colima and  $S = 0.141$  in Jalisco. Exploitation rate was  $E = 0.933$  in Colima and  $E = 0.929$  in Jalisco. Yield per recruit was  $y/r = 106.47$  g in Colima and  $y/r = 107.5$  g in Jalisco. Increasing the age of first capture to four years old will get a  $y/r = 146.5$  g for Colima and a  $y/r = 148.2$  g for Jalisco.

### Keywords

Capture, mortality, exploitation rate, yield per recruit, shortnose mojarra, *Diapterus brevirostris*.

1.821 en Jalisco, con una tasa de sobrevivencia de  $S = 0.127$  en Colima, y  $S = 0.141$  en Jalisco. La tasa de explotación fue  $E = 0.933$  en Colima y  $E = 0.929$  en Jalisco. El rendimiento por recluta fue  $y/r = 106.47$  g en Colima y  $y/r = 107.5$  g en Jalisco. Incrementando la edad de primera captura a cuatro años de edad se obtendrían rendimientos por recluta de  $y/r = 146.5$  g en Colima y  $y/r = 148.2$  g en Jalisco.

### Palabras clave

Captura, mortalidad, tasa de explotación, rendimiento por recluta, malacapa, mojarra de aletas amarillas, *Diapterus brevirostris*.

## Introduction

Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Sauvage, 1879) (figure 1) occurs in the Eastern Pacific, tropical, from the western coast of Baja California (Bahia Magdalena, including Gulf of California), to northern Peru (Bussing, 1995). This species used to be named *Diapterus peruvianus*, but its former name was reinstated, after a thorough review (González-Acosta *et al.*, 2007). Body is rhomboidal, and laterally compressed, silvery color in fresh specimens, protractile mouth. Its habitat is on sandy bottoms close to reefs; it also penetrates brackish coastal lagoons. Juveniles form big schools. This species is mainly carnivorous, it consumes small benthic invertebrates, insects and fish (Castro-Aguirre, 1978; Allen and Robertson, 1994; Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Figure 1  
Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris*.



The present study gives, for the first time, information on the fishery characteristics of *D. brevisrostris* in the shores of Colima and Jalisco. The main objectives were:

a) Analysis of the capture statistics from 1980 to 2013 in Colima and from 1992 to 2000 in Jalisco, considering also monthly variations.

b) Determination of the age and length of first capture, trying to know which age groups support most captures and if they have reproduced at least once. The capture of organisms that have not reproduced at least once can endanger a stock by breaking the regulation mechanisms, and omit recruitment; therefore the fishery should be on the adult organisms, from at least two years old (Gallardo-Cabello *et al.*, 2007; Espino-Barr *et al.*, 2008).

c) Calculation of the total mortality index by means of the catch curves analysis, for those age groups that have completely recruited to the fishing gear, and analyzing the descending side of the curve. With these results, data on fishing mortality can be obtained by subtracting from the total mortality, the natural mortality obtained by Taylor's method, based on the species longevity (Stein *et al.*, 1975; Gobert, 1994; Gray, 2002; Gray *et al.*, 2005; Clavero *et al.*, 2006; Gallardo-Cabello *et al.*, 2007; Espino Barr *et al.*, 2008).

d) The determination of the exploitation rate  $E$ , which describes the balance between natural and fishing mortality, and is used to describe the population health. Gulland (1964) established that the  $E$  index should be 0.5 or near this value, so that the population is in optimum conditions and overfishing is avoided (Sparre and Venema, 1995; Gallardo-Cabello *et al.*, 2007; Espino-Barr *et al.*, 2012).

e) Calculation of the yield per recruit values to establish the population exploitation state, according to the fishing mortality values and the minimum catch lengths, trying to avoid overfishing, by extracting organisms that have not yet reproduced and stopping the inflow of recruits (Beverton and Holt, 1957; Hernández-Montaña *et al.*, 2006; Cabral-Solís *et al.*, 2007; Gallardo-Cabello *et al.*, 2007; Espino-Barr *et al.*, 2012).

This information will help with basic data to assess the fishery of this resource and design corresponding rules.

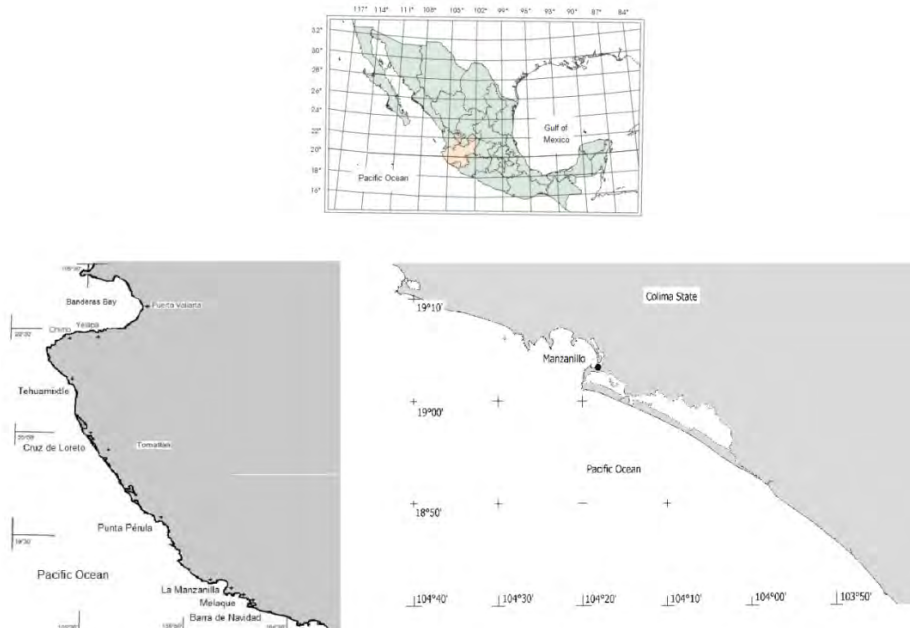
## Materials and methods

From April 2010 to July 2012, data on 1,886 individuals of *D. brevisrostris* were obtained monthly from the commercial captures of the artisanal fishery in Manzanillo, Colima, Mexico (19°00' to 19°02'N and 104°10' to 104°21'W) and in Tomatlán, Jalisco, Mexico (19°58' to 20°04'N and 105°26' to 105°32'W) (Fig. 2). Total length (TL, cm) and weight (TW, g) of 1,886 individuals were measured. Of these, 394 were transported to the fish laboratory of the National Fishery Institute, where total (TL, cm) and total weight (TW, g) were registered and sex recorded macroscopically for each specimen, for other studies. Authors made the sampling work to be sure that the species is correct.

Individuals were captured with gillnets of different sizes: 2.50-3.00 inches (6.50-7.62 cm) in Colima and 3.50-4.00 inches (8.89-10.16 cm) in Jalisco, which resulted in the capture of an ample range of different length sizes and age groups.

The results of the parameters of the growth analysis obtained by Gallardo-Cabello *et al.* (2014) and used in this study were:  $L_{\infty} = 48.61$  cm,  $K = 0.135$ ,  $t_0 = -0.696$ . Mean size for each age group are: age one = 9.97 cm, age two = 14.86, age three = 19.13, age four = 22.87, age five = 26.12 cm, and age six = 28.97 cm. The allometric index from the weight-length relationship was isometric,  $b = 2.997$ . Longevity was obtained by Taylor method (1958, 1960)  $A_{0.95} = 21.5$  years (Gallardo-Cabello *et al.*, 2014).

Figure 2  
Study area: coast of Colima and Jalisco.



The information source used for the catch analysis was: Notice of Arrival (*Aviso de Arribo*), which is the official statistical information provided by fishers with species common name and capture quantities (kg) per month, and collected in the Fisheries Bureau (*Oficina de Pesca*).

Values of individual total length (cm) obtained during monthly sampling trips (April 2010 to July 2012) were used to calculate length at first capture ( $L_{0.5}$ ) and recruitment length ( $L_{0.25}$ ), by means of the accumulated frequency. The logistic function was described by (Gaertner and Laloe, 1986; Sparre and Venema, 1995):

$$H_p = \frac{1}{1 + e^{a+b \cdot Lt}}$$



Where:  $H_p$  = percentage of individuals,  $a$  and  $b$  are constants. Its logarithmic transformation is:  $\ln 1/(H_p-1) = a-b \cdot Lt$

And the length at which 50% of the population is fished ( $L_{0.5}$ ) is:

$$L_{0.5} = a/b$$

Linearized catch curve method was used to estimate the total mortality coefficient ( $Z$ ) by plotting age groups versus natural logarithm of the relative abundance of each group (Sparre and Venema, 1995), where  $x$  corresponds to each group of age, and  $y$  to natural logarithm of relative abundance for each age group. Regression equations were obtained by least squares and a 95% confidence interval of the descending slope  $b$  parameter was calculated (Zar, 1996).

Survival rate was obtained by the equation:  $S = e^{-Z}$  (Ricker, 1948; Ehrhardt, 1981; Sparre and Venema, 1995). Natural mortality ( $M$ ) was estimated by using Taylor's method (1958, 1960):

$$M = -\ln(1-0.95)/A_{0.95}$$

Where:  $A_{0.95}$  = longevity based on the von Bertalanffy growth parameters (1938).

Exploitation rate was determined as  $E = F / Z$  (Sparre and Venema, 1995) and the yield per recruit (Beverton and Holt, 1957) with the equation:

$$y / r = F * e^{-Mr'} * W_{\infty} \left( \frac{1}{Z} - \frac{3e^{-Kr'}}{Z + K} + \frac{3e^{-2Kr'}}{Z + 2K} - \frac{e^{-3Kr'}}{Z + 3K} \right)$$

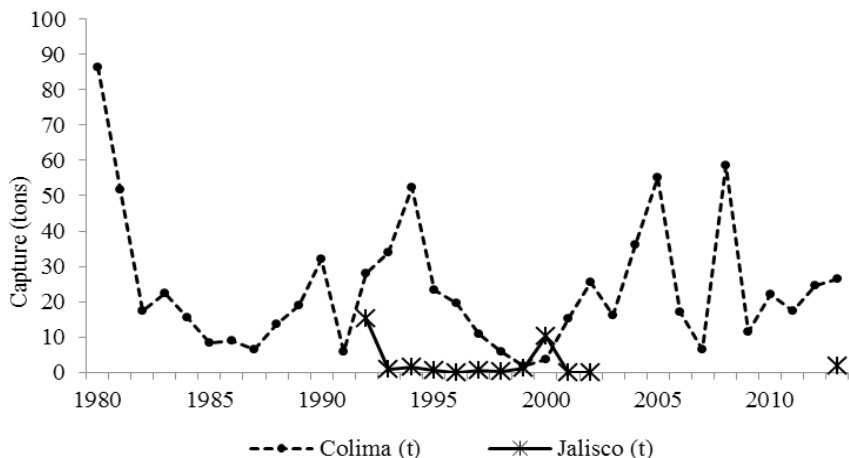
Where:  $y$  = catch or yield,  $r$  = recruit,  $F$  = fishing mortality,  $M$  = natural mortality,  $r'$  =  $t_R - t_0$  time between recruitment and the hypothetical  $t_0$ ,  $W_{\infty}$  = corresponding weight to asymptotic length  $L_{\infty}$ ,  $Z$  = total mortality, and  $K$  = growth coefficient.

## Results

Official data of annual catch for the years 1980 to 2013, in Colima coast show that the volume varied widely during this period (figure 3), being more abundant in 1980, 1981, 1990, 1994, 2002, 2005, 2008 and 2013. Maximum catch was in 1980, when 86.30 tons were caught. In other years the maximum catch ranked from 25.60 to 58.50 tons.

Figure 3

Total catch of *Diapterus brevirostris* in Colima and Jalisco, Pacific coast of Mexico. Colima from 1980 to 2013 and Jalisco from 1992 to 2013.

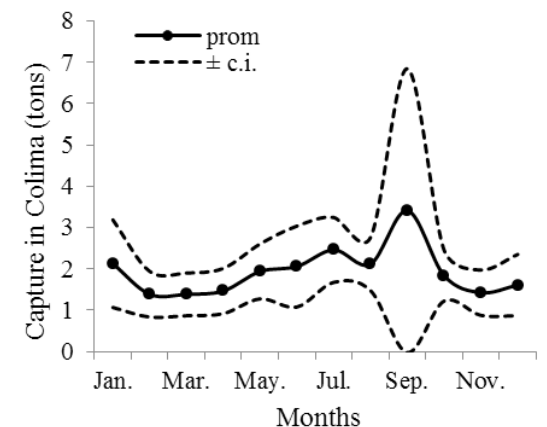


In the case of Jalisco data were obtained from 1992 to 2000. From 2001 to 2012 the capture was not registered until 2013. In 1992 the capture was of 15.30 tons and 10.10 tons in 2000. Values were very low for the other years, inferior to 2.00 tons (figure 3). There are no official data on fishing effort or catch per unit of effort. *D. brevirostris* capture is part of a multispecific fishery.

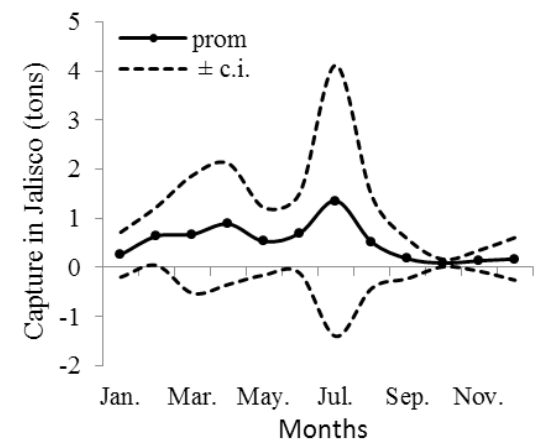
Monthly average captures in Colima, are from 1.40 tons in February, March, and November to 3.40 tons in September (figure 4a). In the case of Jalisco, monthly averages go from 0.10 tons in October and November to 1.40 tons in July (figure 4b).



Figure 4  
*Diapterus brevirostris* monthly catch in a) Colima and b) Jalisco,  
 from 1992 to 2013.



a)



b)

The recruitment length ( $L_{0.25}$ ) and the length of first capture ( $L_{0.5}$ ) of *Diapterus brevirostris* in both States were different: in Colima this size was  $L_{0.25} = 13.8$  cm and  $L_{0.5} = 15.0$  cm, and in Jalisco were  $L_{0.25} = 18.0$  cm and  $L_{0.5} = 19.8$  cm, which correspond to fish between ages one and two (table 1, figure 5).

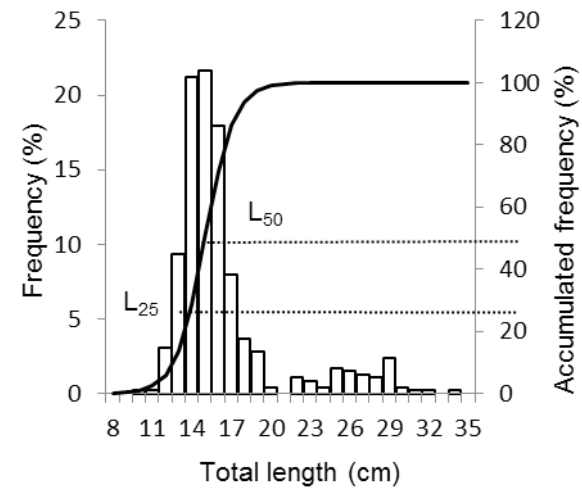
Table 1  
Length, weight and age at first capture and recruitment  
of *Diapterus brevirostris* in Colima and Jalisco, Mexico.

Colima			
	Length (cm)	Weight (g)	Age (years)
L <sub>0.25</sub>	13.8	34.64	1.78
L <sub>0.5</sub>	15.00	40.4	2.04
Jalisco			
L <sub>0.25</sub>	18.00	76.4	2.73
L <sub>0.5</sub>	19.80	89.74	2.98

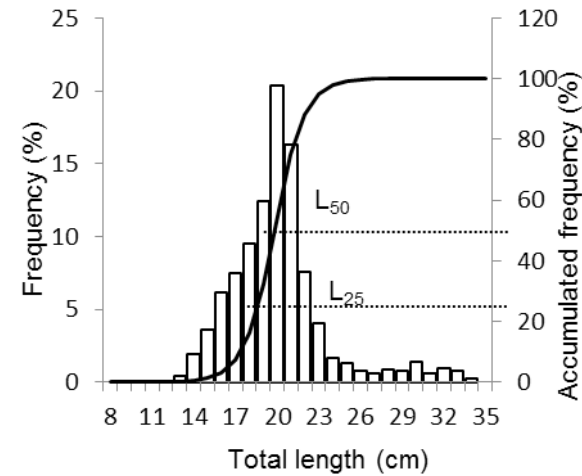
An ascendant slope from ages 2.40 to 3.43 years for Colima and 3.00 to 4.62 years for Jalisco is shown in the length frequency catch curves of *D. brevirostris*. The right descendant side corresponds to those ages whose recruitment to the fishing gears were complete (figure 6). The regression equations calculated to obtain the slopes were for Colima:  $y = 12.64 - 2.01x$  ( $CI_Z = 1.18 - 2.89$ ) ( $R^2 = 0.794$ ,  $n = 10$ ), and in Jalisco:  $y = 16.00 - 1.96x$  ( $CI_Z = 1.531 - 2.390$ ) ( $R^2 = 0.965$ ,  $n = 7$ ). Total mortality of *D. brevirostris* at ages between 3.65 and 5.74 years was  $Z = 2.06$  in Colima and its survival rate was  $S = 0.127$ . In the Jalisco case total mortality for ages from 4.89 to 7.42 years was  $Z = 1.96$  and the survival rate  $S = 0.141$  (table 2).

Figure 5

Length distribution and size of first capture: a) Colima, b) Jalisco.

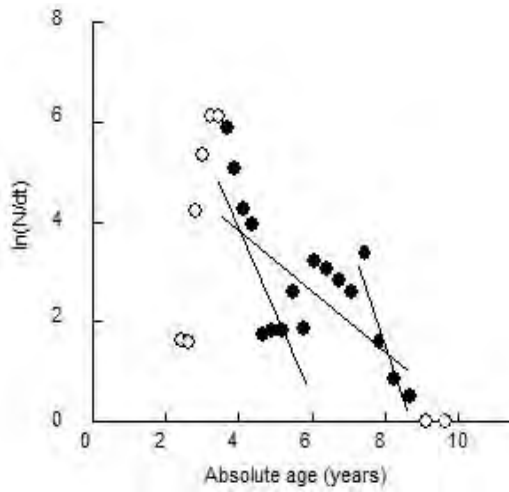


a)

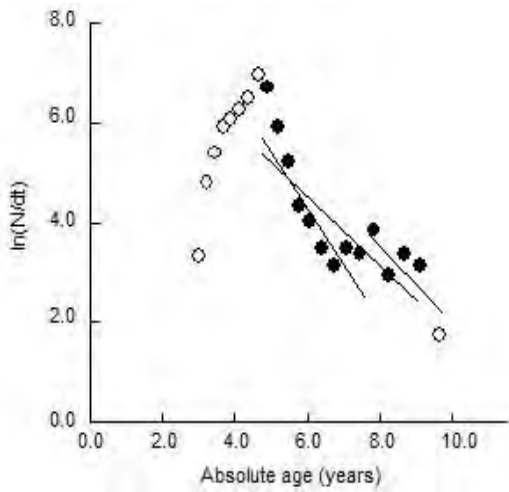


b)

Figure 6  
Length-converted catch curves: a) Colima; b) Jalisco.



a)



b)

Table 2  
 Calculated parameters of the population dynamics of *Diapterus brevirostris*  
 in Colima and Jalisco, Mexico.

Parameter	Colima	Jalisco
	Values	
$L_{\infty}$	48.61	48.61
K	0.135	0.135
$t_0$	-0.696	-0.696
Z	2.06	1.96
M	0.139	0.139
F	1.921	1.821
S	0.127	0.141
Longevity (years)	21.49	21.49
Survival %	12.75	14.09
Total mortality %	87.25	85.91
If Z =	100.00	100.00
Dead by fishing	93.25	92.91
Dead by natural Causes	6.75	7.09
E = F/Z	0.9325	0.9291

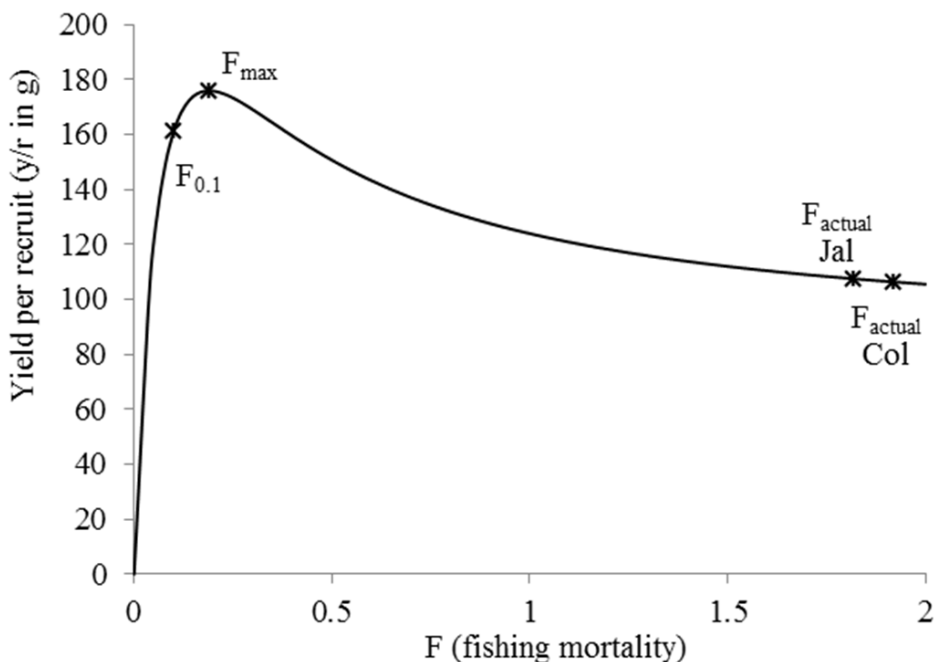
Natural mortality rate of *D. brevirostris* was  $M = 0.319$ , for both cases, Colima and Jalisco, therefore fishing mortality was  $F = 1.921$  in Colima and  $F = 1.821$  in Jalisco. Values of calculated exploitation rate were  $E = 0.9325$  in Colima and  $E = 0.9291$  in Jalisco, higher in both cases than  $E = 0.5$  suggested by Gulland (1964) to be a healthy fishery (table 2).

Table 3 shows the parameter values used in the model of yield per recruit (y/r). The calculated values were for Colima  $y/r = 106.4.7g$  with a value of current fishing mortality  $F = 1.921$ , while for Jalisco were  $y/r = 107.5 g$  for  $F = 1.821$ . The highest values that could be obtained without changing the fishing method would be reducing the fishing mortality to  $F = 0.19$  (figure 7) and obtaining  $y/r = 175.9 g$  in both cases.

Table 3  
Parameters and values of Beverton and Holt (1957) yield per recruit model for *Diapterus brevirostris* in Colima and Jalisco.

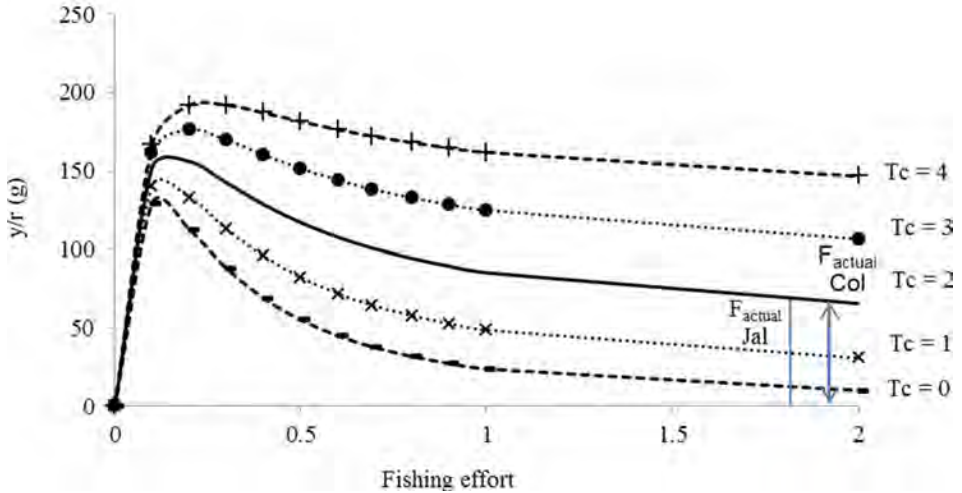
Parameter	Value
K (years -1)	0.135
M (years -1)	0.139
Tc	2.976
Tr	2.73
Wmax (g)	1,470.653

Figure 7  
Yield per recruit of *Diapterus peruvianus* in the coastal fisheries of Jalisco and Colima



A simulation of y/r changing values of age at first capture ( $T_c$ ) and different values of fishing mortality ( $F$ ) shows that in Colima the actual value  $T_c = 2.976$  years corresponds to  $y/r = 89.74$  g; if this age is increased to  $T_c = 4$  years,  $y/r = 146.5$  g. In the case of Jalisco, the actual value  $T_c = 2.976$  years corresponds to  $y/r = 108.5$  g; if this age is increased to  $T_c = 4$  years,  $y/r = 148.2$  g (figure 8).

Figure 8  
Simulation of yield per recruit simulation with different ages of first capture of *Diapterus brevirostris*.



## Discussion

The Shortnose Mojarra fishery does not represent high captures, but it is valued by the coastal communities of Colima and Jalisco for its low price protein source and its good taste. Its cost can reach \$30.00 pesos · kg<sup>-1</sup> (one to two dollars per kilogram). It is consumed directly and mainly locally, without industrial process. In the case of Colima, the catch does not show a positive trend, but there are fluctuations that extend throughout the years. In the case of Jalisco, there are no statistical registers from 2001 to 2012 (in 2013, 1.78 tons), which is because *D. brevirostris* catches are registered with a common name of “mojarras” and include several species.

In Colima, the highest captures are obtained during September; this is, during summer, reducing in autumn and winter. In the coasts of Jalisco, the highest captures are obtained in July, which is summer declining during autumn.

There are important differences of lengths and ages of first captures. While in Colima it occurs at the age of 1.95 years and a length of 23.80 cm, in Jalisco it occurs at the age of 2.32 years and a length of 26.20 cm, which is related with the mesh size of the gill nets. These nets have a mesh size of 2 inches (5.08 cm) in Colima and of 4 inches (10.16 cm) in Jalisco.

Total mortality of *D. brevirostris* in Colima is very similar to that found in Jalisco. In Colima and Jalisco, of every 100 fish of *D. brevirostris*, 93 die by fishing pressure and seven of natural mortality, that is, predation, sickness and old age. These results are referred to the individuals of *D. brevirostris* from the Cuyutlán Lagoon in Colima and of those in Tomatlán, Jalisco, which are of smaller sizes than those captured in the coastal seaside.

Organisms of this species stay in the lagoons till the approximate age of 5.74 years old in Cuyutlán, Colima and 7.42 years old in Tomatlán, Jalisco, and migrate to open sea after. According to this, outside the lagoons bigger sizes and ages are caught by the commercial fishery. Figure 6 a) and b) show the catch curves for all the organisms, that is, those in the lagoons, as those in the sea.

Their regression equations were: in Colima  $y = 6.51 - 0.63x$  (the confidence interval of  $Z$ ,  $CI_Z = 0.268 - 0.997$ ) ( $R^2 = 0.477$ ,  $n=17$ ); in Jalisco  $y = 8.79 - 0.69x$  ( $CI_Z = 0.35 - 1.03$ ) ( $R^2 = 0.648$ ,  $n = 13$ ). Total mortality of *D. brevirostris* at ages between 3.65 and 8.65 years was  $Z = 0.63$  in Colima and the survival rate was  $S = 0.53$ .

In the Jalisco case total mortality for ages from 4.89 to 9.6 years was  $Z = 0.69$  and the survival rate  $S = 0.502$ . This means that for each 100 individuals, 77.94 die through fishing and 22.06 of natural mortality in Colima; in Jalisco of every 100 Shortnose Mojaras, 79.86 die by fishing and 20.14 by natural causes.

Considering only the older organisms taken from the sea, regression lines are:  $y = 16.2 - 1.8x$  ( $CI_Z = 0.51 - 3.11$ ) ( $R^2 = 0.867$ ,  $n=5$ ) in Colima; and  $y = 10.817 - 0.90$  ( $CI_Z = -0.248 - 2.045$ ) ( $R^2 = 0.674$ ,  $n = 5$ ). So, of every 100 organisms in Colima, 92 die by fishing and nine by natural mortality; in Jalisco, of every 100 individuals, 85 are fished and 15 die of natural mortality.

According to this, total mortality in the lagoons is higher and reduces in older individuals in open sea. The coastal lagoons represent a smaller surface, where a higher concentration of organisms can exist, which have a higher growth rate due to a higher feeding dynamic, because of the material from rivers which increment food availability to the different categories of the feed web, and its lower salinity and higher concentrations of dissolved oxygen, which favor the growth of fish (Nikolsky, 1963; Margalef, 1980). Also the lagoons present a higher number of fishers and smaller mesh sizes in their gears: gillnets and cast-nets, all which increases the catches and present a higher mortality rate, compared to the open sea zones.

The length and age of first capture, occurs in Colima at 15.0 cm and an age of 2.04 years, and in Jalisco at a length higher than 19.8 cm and an age of 2.98 years. This means that the recruitment is higher in Jalisco and young organisms have better possibilities to reproduce, while in Colima individuals are caught younger.

Table 4 shows the natural mortality values of *D. brevirostris* in different localities, it is observed that the values of this species in Costa Rica (Cabrera-Peña *et al.*, 1996) are higher than those reported in this study. It is important to note, that according to Taylor (1958, 1960), as the value of the K index increments, those of the infinitum length and longevity diminish, and therefore the natural mortality increases. This means that the fish can reach the value of asymptotic length faster, live fewer years and increase its natural mortality due to predation. Taylor (1958, 1960) also mentions that at lower latitude and increase of temperature, the value of K index and natural mortality increases. We observed that at the increase of latitude and temperature, the value if the K index went from 0.135 in Colima and Jalisco to  $K = 0.268$  in Costa Rica (Cabrera-Peña *et al.*, 1996, Allen method) and  $K = 0.293$  (Cabrera-Peña *et al.*, 1996, Tomlinson and Abramson method) with the same increase in the values of natural mortality.



Table 4  
Growth parameters of the von Bertalanffy equation  
for *Diapterus brevirostris* obtained by different authors  
(longevity, natural mortality and  $\phi'$  values were calculated by us).

	This paper	Cabrera-Peña <i>et al.</i>	Cabrera-Peña <i>et al.</i>
Year	2011	1996	1996
Area	Colima, México	Costa Rica	Costa Rica
Method	otoliths	Allen	Tomlinson and Abramson
$L_{\infty}$ (cm)	48.61	31.9	32.3
K	0.135	0.268	0.293
$t_0$	-0.696	0.046	0.042
Longevity (years)	21.5	11.1	10.2
M	0.139	0.267	0.292
$\phi'$	2.504	2.436	2.485

The natural mortality values of this species in Costa Rica are practically half of that reached in the coast of Colima and Jalisco.

Gulland (1964) established that the optimum exploitation rate occurs when  $F = M$ , that is,  $E = 0.5$ , which means that 50% of the biomass of the population is being fished. In the case of Colima, this exploitation rate is high:  $E = 0.779$ , similar to that obtained for Jalisco  $E = 0.799$ . Considering only data of the lagoons, this index increases to  $E = 0.933$  in Colima and  $E = 0.929$  in Jalisco. With data obtained of individuals from the ocean side,  $E = 0.923$  in Colima (similar to those in lagoons), and  $E = 0.846$  in Jalisco, lower than in Colima, but still higher than that calculated for the total sample.

Because of these high values, the fishing mortality can be reduced by using gillnets with larger mesh size, to allow the lengths and first capture age to increase from 2.4 years in Colima and 3.0 years in Jalisco, to four years in both cases, with which the fishery yields would increase and the stock would be protected allowing a higher recruitment by increasing the ages and reproduction periods.

It is important to note that the population of *D. brevirostris* in the coasts of Jalisco is healthier than in Colima: in the first case captures are higher, lengths and first capture ages are higher and the exploitation rate  $E$  closer to  $E = 0.5$ .

## Conclusions

The mesh size of the gillnet to fish *Diapterus brevirostris* should be enlarged to at least 4 inches (10.15 cm), which will allow an increase of the captures in weight, and protect the population of a possible overexploitation.

## Acknowledgements

The authors wish to thank the fishermen who kindly proportionate the samples and always teach us something new on each species we study.

## Cited Literature

- Allen, G. R. and Robertson, D. R. (1994). *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX. México. 327 pp.
- Beverton, R. J. H. and Holt, S. J. (1957). *On the Dynamics of exploited fish population*. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food 2 -19, G.B. 533 pp.
- Bussing, W. A. (1995). Gerreidae, Mojarras. In: Fischer, W.; Krupp, F.; Schneides, W.; Sommer, C.; Carpenter, K. E. and Niem, U. H. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Vertebrados*, Vols. II, Roma, FAO. Italia. p. 1114-1128.
- Cabral-Solís, E. G.; Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M. and Ibáñez-Aguirre, A. L. (2007). Fishing impact on *Mugil curema* stock of multi-species gill net fishery in a tropical lagoon, Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(3): 235-242.
- Cabrera-Peña, J.; Solano-López, Y. and Mora-Hernández, M. (1996). Crecimiento de *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) en los estuarios de los ríos Damas y Palo Seco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(2):935-937.
- Castro-Aguirre, J. L. (1978). *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Depto. Pesca. INP. Serie Científica No. 19., 298 pp.
- Castro-Aguirre, J. L.; Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J. J. (1999). *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Serie Biotecnologías. IPN y Ed. Noriega-Limusa, 711 pp.
- Clavero, M.; Blanco-Garrido, F. and Prenda, J. (2006). Monitoring small fish populations in streams: A comparison of four passive methods. *Fisheries Research* 78(2-3):243-251.
- Ehrhardt, N. (1981). *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones*. 1a. Parte. Estimación de parámetros poblacionales. México, D.F. 150 pp.
- Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M.; Cabral Solís, E. G.; García-Boa, A. and Puente-Gómez, M. (2008). Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 56(1):171-179.
- Espino-Barr, E.; Nava-Ortega, R. A.; Gallardo-Cabello, M.; Cabral-Solís, E. G.; Puente-Gómez, M. and García-Boa, A. (2012). Aspects of *Scomberomorus sierra* fishery from the coast of Colima, México. *Ciencia Pesquera* 20(1): 77-88.
- Gaertner, D. and Laloe, F. (1986). Etudebiometrique de la taille a'premiermaturitésexuelle de *Geryonmaritae*, Maning et Holthuis, 1981 de Senegal. *Oceanologica Acta* 9(4): 479-487.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; García-Boa, A.; Cabral-Solís, E. G. and Puente-Gómez, M. (2007). Study of the growth of the green jack *Caranx caballus* Günther 1868, in the coast of Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(2):130-139.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; Cabral-Solís, E. G.; García-Boa, A. y Puente-Gómez, M. (2014). Growth of the Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Perciformes: Gerreidae) in Central Mexican Pacific. *Avances de Investigación Agropecuaria* 18(2): 27-40.
- Gobert, B. (1994). Size structures of demersal catches in a multispecies multigear tropical fishery. *Fisheries Research* 19(1-2): 87-104.

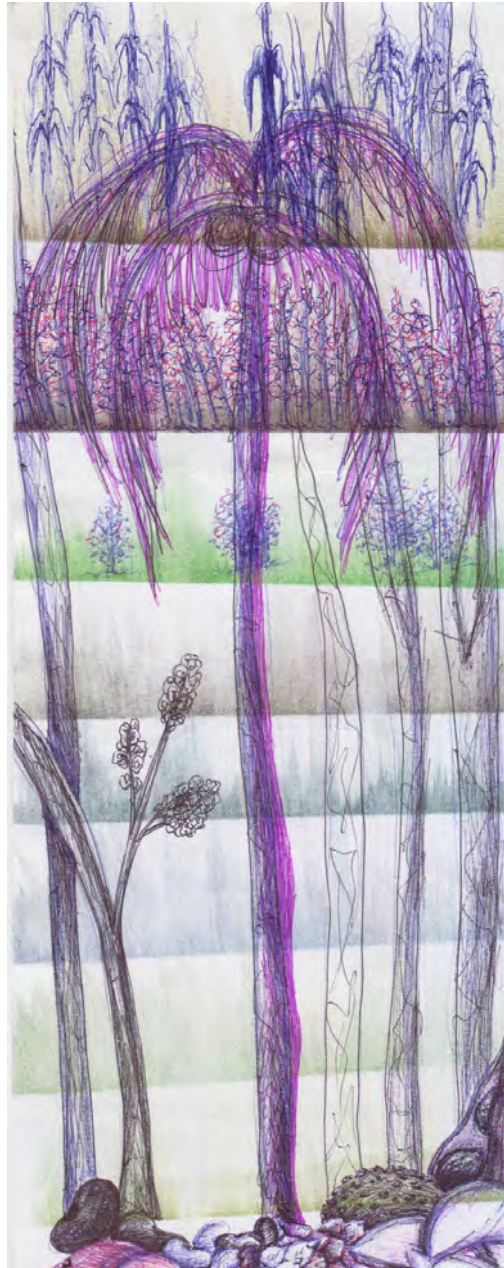
- González-Acosta, A. F.; Béarez, P.; Álvarez-Pliego, N.; de la Cruz-Agüero, J. and Castro-Aguirre, J. L. (2007). On the taxonomic status of *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830) and reinstatement of *Diapterus brevirostris* (Sauvage, 1879) (Teleostei: Gerreidae). *Cybium* 31(3): 369-377.
- Gray, C. A. (2002). Management implications of discarding in an estuarine multi-species gill net fishery. *Fisheries Research* 56(2): 177-192.
- Gray, C.A.; Johnson, D.D.; Broadhurst, M.K. and Young, D.J. (2005). Seasonal, spatial and gear-related influences on relationships between retained and discarded catches in a multi-species gillnet fishery. *Fisheries Research* 75(1-3): 56-72.
- Gulland, J. A. (1964). Manual of methods of fish population analysis. *FAO Fisheries Technical Paper* 40:1-60.
- Hernández-Montaño, D.; Meléndez-Galicia, C. and Arellano-Torres, A. (2006). Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán. 477-484 pp. In: Jiménez-Quiroz, M. C. and Espino-Barr, E. (Eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA, 622 pp.
- Margalef, R. (1980). *Ecología*. Ediciones Omega, S. A., España, 951 pp.
- Nikolsky, G.V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press, London, 351 pp.
- Ricker, W. E. (1948). *Methods of estimating vital statistics of fish population*. Science Series 15, Ind. Un. Publ., USA, 101 pp.
- Sparre, P. and Venema, S. C. (1995). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma.
- Stein, R. A.; Mecom, J. O. and Ivanovic, B. (1975). Commercial exploitation of fish stocks in Skadar Lake, Yugoslavia, 1947-1973. *Biological Conservation* 8(1): 1-18.
- Taylor, C. C. (1958). Cod growth and temperature. *Journal du Conseil* 23(3):366-370.
- Taylor, C. C. (1960). Temperature, growth and mortality - the Pacific cockle. *Journal du Conseil* 26(1):177-124.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. 3<sup>rd</sup> edn. Prentice Hall. USA. 662 pp.

Recibido: Octubre 15, 2014

Inicio de arbitraje: Noviembre 10, 2014

Dictamen para los autores: Enero 22, 2015

Aceptado: Febrero 27, 2015



Título: *Desenrollo*

Autor: Adoración Palma (2manoS)

Técnica: mixta (bolígrafo sobre monotipia en papel)

Año: 2014

Medidas: 10x30 cm