

Transmissible spongiform encephalopathy (TSE) diseases:**Chronic wasting disease (CWD)**

Reyes-López, M. A.; Salazar-Marroquín,
E. L. y Hernández-Mendoza, J. L. / 3

**Conditions and restrictions to the economic and social
development of rural areas in desertification process**

De Lima-Vidal, D.; Cortés-Zorrilla, J.; Soriano-Robles,
R.; Bezerra da Costa, R. y Barros da Silva, R. C. / 13

**Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* Stainton
(Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in
Jalisco and Colima, México**

Talavera-Villarreal, A.; Pescador-Rubio, A.;
Salado-Castañeda, J. E. y Sandoval-Madrigal, M. T. / 27

**Analysis of the lobster *Panulirus inflatus* fishery in the coast
of Jalisco, México (March 2002 to December 2003)**

Puente-Gómez, M.; Espino-Barr, E.;
Cabral-Solís, E. G. y García-Boa, A. / 41

**Effect of nitrogen fertilization and soil moisture on the foliar
concentration of nutrients and yield in musk melon**

Cigales-Rivero, M. R.; Pérez-Zamora, O.; y Pérez-Castro, K. G. / 57

**Production costs of heifers Holstein
with sugar cane or maize silage**

Reyes, J. A.; Morales, I. y Palma, J. M. 69

Editorial

Una característica del proyecto editorial de la Revista *Avances en Investigación Agropecuaria* (Rev. AIA) es la de existir como una publicación abierta a las diferentes propuestas del pensamiento y corrientes científicas que existan, tratando de ser respetuosa de las formas y orientadora en la formación de las futuras generaciones; razón por la cual, en esta ocasión quiero dedicar la presente reflexión a un apartado relevante en la escritura del artículo científico: me refiero al título, dado que esta parte del trabajo científico será leído por una gran cantidad de personas, mayor que las que leerán el resto del documento.

En el apartado señalado como “Criterios para la presentación de originales” se indican las características que debe tener un título; al calce dice: “El título de toda comunicación debe ser tan corto como sea posible, siempre que contenga las palabras clave del trabajo, de manera que permita identificar la naturaleza y contenido de éste, aun cuando se publique en citas e índices bibliográficos. No se deben utilizar abreviaturas en el texto, a excepción de aquellas que se indiquen con paréntesis en la primera cita que se presente en el cuerpo del mismo.” Con lo cual, se trata de orientar la presentación de los artículos, así como crear o dar una idea lo más clara posible al lector, en virtud de la precisión y contundencia de lo que anuncia, justamente como encabezado que da pie al texto que está a punto de ser leído.

A partir de lo anterior, razonemos cuál es el resultado de esta orientación para los colaboradores de Rev. AIA, en virtud de que el tamaño del título no está definido explícitamente en cuanto al número de palabras a utilizar; sin embargo, se busca que sea corto, claro, conciso, sencillo, fácil de entender. Al respecto, después de un análisis de un total de 106 títulos presentados —hasta el momento—, se obtuvo que el tamaño promedio se ubicó en 16, siendo el mínimo utilizado de 7; y el máximo registrado, 31 palabras. Por otro lado, cuando se realizó un análisis por rangos, agrupando la información en categorías de cinco palabras, se observó que el menor porcentaje se obtuvo en el rango de 26 a 31 palabras —con sólo cuatro títulos— que representaron el 3%; enseguida está, en orden ascendente, por 5 a 10 palabras, con 14%; después se presentó el rango de 21 a 25 palabras, en el cual se obtuvo 19%. Por lo tanto, la mayor cantidad de títulos se sitúan entre 11 a 15 y 16 a 20 palabras, con valores semejantes de 31 y 32%, respectivamente. Con esta información, se encontró que títulos muy cortos o muy largos son poco frecuentes y que la mayoría de ellos se ubicaron entre 11 a 20 palabras.

Es de señalar que algunos autores mencionan que títulos menores de 10 palabras son los más efectivos; en ellos no deben de incluir abreviaturas, jergas, ni acrónimos. Aunque se alude a un tamaño breve, no es posible pensar en títulos telegráficos que no indiquen con exactitud la importancia del trabajo, o tan largos en su tamaño que, inclusive, abusen de la presencia de subtítulos o de errores de sobre explicación, así como del uso de frases separadas.

Asimismo, el título responderá al problema planteado; éste debe armonizar con el objetivo, la hipótesis (si existiera) y con la(s) conclusión(es). Ésta es una regla no escrita que permite establecer la consistencia del título con el resto del trabajo.

En tal contexto, una de las características de los títulos es que pueden ser indicativos; por ejemplo: *La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación en el trópico*; o informativos, por ejemplo: *Experiencias en el establecimiento de Arachis pintoi Krapov & W.C. Greg como cobertura en cítricos de Veracruz, México*.

La elección del título implica que se deba ser muy cuidadoso, pues es la parte inicial del artículo, con la cual el autor se presenta ante la comunidad y le permite alentar al público a leer su trabajo. Además, permite identificar el asunto a tratar y, a su vez, facilita la divulgación a través de los centros de documentación para que puedan clasificar con exactitud su trabajo científico; es decir, será manejado por los bibliotecarios, servicios de catálogos y síntesis, puesto que será el medio para que los lectores encuentren su documento.

Esperemos que esta reflexión ayude a recordar los principios de un buen título para aquellos autores avezados en la escritura y sirva de orientación para los jóvenes que incursionan en la redacción de artículos científicos.

José Manuel Palma García

Director, Revista AIA

Encefalopatías espongiiformes transmisibles: enfermedad crónica desgastante •

Transmissible spongiform encephalopathy (TSE) diseases: Chronic Wasting Disease (CWD)

Reyes-López, M. A.; Salazar-Marroquín, E. L. y Hernández-Mendoza, J. L.*

Centro de Biotecnología Genómica-IPN. Blvd. del Maestro, esquina Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, Ciudad Reynosa, Tamaulipas, México, C. P. 88710

*Correspondencia: jhernandezm@ipn.mx.

• Publicación por invitación.

Resumen

Las enfermedades por encefalopatías espongiiformes transmisibles (EET), algunas veces llamadas enfermedades “por priones”, son un grupo de enfermedades raras, incurables, neurodegenerativas y fatales, las cuales afectan a una variedad de mamíferos. En los pasados 20 años, las EET pasaron de ser “las enfermedades de fascinación” a enfermedades difíciles de entender, causantes de pérdidas económicas en el sector ganadero, además de provocar problemas de salud humana. Las EET incluyen Creutzfeldt-Jakob (CJD) y kuru en humanos; scrapie en ovejas, encefalopatía en visón (TME) y caquexia crónica del ciervo y alce (CWD). En el ganado, se propuso de manera sugestiva el nombre de “vacas locas” o encefalopatía espongiiforme bovina (BSE). La CWD puede ser transmitida indirectamente a animales susceptibles a través de ambientes contaminados, mediante heces o cadáveres descompuestos. En los últimos 5 años, la distribución conocida de CWD en Norte América se extendió, incrementando las dudas sobre el impacto de esta enfermedad en cérvidos de vida libre y la viabilidad de

Abstract

The transmissible spongiform encephalopathies (TSE) diseases, sometimes referred to as prion diseases, are a group of rare, incurable, transmissible neurodegenerative, and fatal diseases, affecting a variety of mammals. Over the last 20 years, they have gone from a fascinating but relatively difficult to understand group of diseases to one that is a major economic problem in agricultural, cattle farming and as well as a threat to human health, to due to prions are infectious for cattle, wildlife animals or both and human beings. TSE include kuru and Creutzfeldt-Jakob disease (CJD) in humans, scrapie in sheep, transmissible mink encephalopathy (TME), and chronic wasting disease (CWD) in mule deer and elk, while in cattle the head-line grabbing “mad cow” disease, bovine spongiform encephalopathy (BSE), immediately comes to mind. CWD can be transmitted to susceptible animals indirectly, from environments contaminated by excreta or decomposed carcasses. Last five years, the known distribution of CWD across North America has expanded; increasing concerns over the impact of this

ranchos cinegéticos. En México, no existe evidencia de CWD en venados de vida silvestre o cautiverio, aunque se ha detectado en un condado fronterizo de Nuevo México, EUA. La CWD es considerada una enfermedad exótica y deben de tomarse las medidas pertinentes para evitar su introducción en México.

Palabras clave

Enfermedades neurodegenerativas, prión, cérvidos.

disease on populations of free-ranging cervids and the viability of game farming industries. In Mexico, there is no evidence of CWD of any specie of wildlife or captivity deer. This TSE is considered exotic and it should take pertinent measures to avoid its entrance to Mexico.

Key words

Neurodegenerative diseases, prion, deer.

Introducción

Origen del agente infeccioso

Al finales de los años sesenta se descubrió una enfermedad en animales, la cual, desde el principio causó una gran expectativa por la ausencia de un agente infeccioso aparente y de un proceso inflamatorio. Otras evidencias de esta enfermedad, fueron sustentadas en confirmar su transmisibilidad y su carencia de ácidos nucleicos. En 1982, el investigador estadounidense de la Universidad de California (Estados Unidos), Stanley Prusiner, aisló —por primera vez— partículas proteicas como los agentes causales de enfermedad; él las denominó “priones” (prion protein PrP) [Diener *et al.*, 1982; Prusiner, 1982]. Actualmente, a estas enfermedades se les conoce también como Encefalopatías Espongiiformes Transmisibles (EET) y se manifiestan por procesos neurodegenerativos, de desarrollo lento y una espongiosis cerebral en etapas avanzadas [Prusiner, 1982]. Las encefalopatías son enfermedades que han sido reportadas en animales de vida silvestre, en cautiverio, bovinos y en humanos (Cuadro 1) [Novakofski *et al.*, 2005].

Cuadro 1. Encefalopatías espongiformes transmisibles (EET) descritas y los hospederos reportados.

Enfermedad EET	Fuente primaria	Fuente secundaria
Kuru	Humanos	Otros primates y roedores de laboratorio
Enfermedad de Creutzfeldt Jacob (esporádica, familiar, iatrogénica, variante)(CJD)	Humanos	Otros primates y roedores de laboratorio
Syndrom de Gerstmann-Straussler-Scheinker (GSS)	Humanos	Otros primates y roedores de laboratorio
Insomnio familiar letal	Humanos	
Scrapie	Ganado ovino y caprino	Otros primates, ganado vacuno, roedores de laboratorio, alce de las Montañas Rocosas
Encefalopatía espongiforme bovina (TBE)	Vacas y toros	Bisonte, visón, cerdos, ovejas, otros primates
Encefalopatía espongiforme felina (FSE)	Gatos domésticos y salvajes	Roedores de laboratorio
Encefalopatía espongiforme del visón (TME)	Visón doméstico	Ganado vacuno, hurones, mapaches, roedores de laboratorio
Caquexia crónica (CWD)	Ciervo y alce	Ganado vacuno, hurones, roedores, mono ardilla, cabras

[Novakofski *et al.* 2005]

En 1997, Prusiner fue galardonado con el premio Nobel de Medicina por su contribución “El descubrimiento de priones: Un nuevo mecanismo biológico de transmisión”. Los priones (PrP) son, en su origen, proteínas localizadas en la membrana de las neuronas y posteriormente, por razones desconocidas, cambian su estructura tridimensional, lo que le confiere propiedades diferentes [Riek *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1997]. Otra proteína es denominada PrPSc, aislada por primera vez de la enfermedad conocida como Scrapie [Prusiner, 1982].

Ambas proteínas son consideradas de un solo tipo, ya que ambas poseen igual secuencia nucleotídica, pero con distinta conformación tridimensional. Esto causó, al principio, gran desconcierto entre la comunidad científica. Este cambio convierte a la PrPSc en susceptible de auto-asociación, formando agregados estables y resistentes a la digestión por proteasas, que se depositan primordialmente en el cerebro afectado [Riek *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1997].

Otra de las características de estos priones es su resistencia al medio externo y a la acción de agentes físicos y químicos: es capaz de soportar, en condiciones de calor seco, temperaturas de hasta 360°C; aunque en condiciones normales un calentamiento a 134-138° C, durante 18 minutos, inactiva a gran parte de los priones si bien no a todos. También, soporta condiciones de pH muy ácidos y muy alcalinos. Su supervivencia ambiental es muy alta persistiendo viable en el suelo hasta por tres años. Es sensible al hipoclorito sódico, con un mínimo de un 2% de cloro o a hidróxido sódico 2N aplicado durante más de una hora a 20°C para las superficies, o durante una noche para el material [Raymond. *et al.*, 2000; Williams y Miller, 2002].

La transmisión del prión PrP^{Sc}, de una proteína a otra, tiene tres características distintivas. En primer lugar, esta transmisión del PrP^{Sc} es autocatalítica, es decir, la PrP^{Sc} promueve la conversión de PrP a PrP^{Sc} [Prusiner, 2004]. Segundo, la PrP^{Sc} es resistente a proteasas (intestinales, celulares y ambientales) que normalmente destruyen una proteína [Telling *et al.*, 1996; Riesner, 2003]. Finalmente, la acumulación de PrP^{Sc} en el cerebro produce daño degenerativo y espongiiforme irreversible [Unterberger *et al.*, 2005].

Signos y síntomas clínicos

Los signos clínicos de las EET son principalmente neurológicos, cambio de conducta, mala coordinación, espasmos musculares y movimientos repetitivos, cansancio, a pesar del consumo de alimento sea normal. Otro parámetro que se toma en cuenta es que el metabolismo de la glucosa en algunos casos está modificado [Yé y Carp, 1995; Wadsworth *et al.*, 2003]. El desgaste neurológico resulta evidente y progresivo después de que los síntomas clínicos aparecen.

Las combinaciones de los diferentes síntomas dan como resultado diferentes tipos de EET. Éstas, típicamente tienen un periodo de incubación largo de meses en roedores, de años en vacas, borregos y venados, o de décadas en el caso de los seres humanos, por lo que los signos clínicos son evidentes en animales viejos [Aguzzi, 2003].

En el caso particular de Chroning Westing Disease (CWD), que se presenta en el venado y alce, la conducta del animal cambia drásticamente; los animales se vuelven dóciles, pierden peso, salivan mucho, tienen polidipsia, poliuria, ataxia, debilidad para ponerse de pie, deshidratación, orejas y cabeza cabizbajas, desnutrición extrema y pelaje opaco [Williams y Young, 1992; Spraker *et al.*, 1997].

Se han documentado características específicas en animales, como la edad de inicio de los síntomas clínicos; en alce van desde los 2 a los 8 años y la duración del rango de los síntomas de los 5 a los 12 meses antes de morir [Miller *et al.*, 1998]. El ciervo mula más joven naturalmente infectado tenía aproximadamente 24 meses de edad [Miller *et al.*, 2000; Ball, 2002]. Basado en la edad tomada por la dentadura, el venado de

cola blanca puede ser infectado muy joven, entre los primeros 5 a 7 meses de edad [Novakofski *et al.*, 2005]. Los mecanismos específicos de transmisión de CWD, incluyendo la fuente de infección de PrPSc, su reservorio, su ruta de infección y dosis infectiva, permanecen inciertas.

Técnica de diagnóstico

Actualmente no existe método de diagnóstico en animales vivos; el diagnóstico inicial se lleva a cabo a través de la exploración física. Sin embargo, la observación de síntomas neurológicos, tales como movimientos motores anormales, además de la conducta, son indicativos pero no son definitivos, puesto que ellos reflejan otros procesos neurodegenerativos [Cockcroft, 2004].

En los estudios *postmortem* se examinan muestras de cerebro como prueba confirmatoria para las EET. Las técnicas histológicas ayudan a identificar las lesiones espongiiformes características, gliosis astrocítica, etcétera. Por pruebas inmunohistoquímicas se puede identificar la acumulación de PrP, el cual se asume como PrPSc, por el solo hecho de estar acumulado. Ambas propuestas son muy laboriosas.

Otras pruebas son las bioquímicas, donde se usan cortes de cerebro y están basadas en la sensibilidad diferencial de PrP contra PrPSc en presencia de la proteínasa K. Después de la digestión con proteínasa, la PrP inmunoreactiva remanente es considerada como PrPSc y puede ser usada para demostrar su presencia por técnicas convencionales, como el Western blotting o ELISA [Kübler *et al.*, 2003; Soto, 2004].

En la actualidad se están desarrollando pruebas de diagnóstico en animales vivos basadas en el análisis de los tejidos de las amígdalas; en venados han resultado viables pero ineficaces en alces [Williams y Miller, 2002; Aguzzi y Miele, 2004].

Finalmente, en el Cuadro 2 se puede resumir de manera más específica los tipos de diagnósticos que se utilizan para detectar el prión. Todas están basadas en la detección de la presencia de la proteína prión incluyendo a los métodos validados. Otras pruebas se basan en la detección directa del PrPSc asociado a la enfermedad [Aguzzi, 2006].

Cuadro 2. Diagnóstico molecular de la proteína prión y su principal diagnóstico.

Enfermedad	Método	Principal diagnóstico	Plataforma
Enfermedad asociada a PrP	Prionics-Check, Western blot	PrPSc	Western blot
	Prionics-Check LIA	PrPSc	ELISA
	Bio-Rad ELISA	PrPSc	ELISA
	Kit EET de Enfer Scientific	PrPSc	ELISA
	InPro Biotecnology	PrPSc y proteasa sensible	ELISA
	CDI	PrPSc	
	Motivos mAb's anti-YYR	PrPSc	Immuno-precipitación
Pruebas genéticas		Mutación del ORF PRNP	Secuenciación de DNA
Marcadores Ensayos de infectividad de priones		Niveles de EDRF en sangre 14-3-3	Transmisión a ratón
	Bioensayo de punto final	Infectividad de priones	Transmisión a ratón
	Bioensayo por tiempo de incubación	Infectividad de priones	Transmisión a ratón
	Ensayo celular para Scrapie	Infectividad de priones	Transmisión a ratón
	Ensayo celular para Scrapie en formato de punto final (SCEPA)	Infectividad de priones	Transmisión a ratón

LIA: Inmunoensayo luminiscente; CDI: Inmunoensayo dependiente de la conformación; ORF: marco abierto de lectura.

[Agussi, 2006]

Panorama mundial de CWD

De todas las encefalopatías transmisibles, la CWD es la única que se ha observado en especies que viven en libertad y aunque no hay evidencia de que se transmita al hombre, existe cierta preocupación a este respecto. Entre los cérvidos, esta encefalo-

patía se transmite lateralmente, y la contaminación ambiental podría ser un factor importante en el mantenimiento local de la enfermedad [Raymond *et al.*, 2000].

La CWD es una enfermedad neurológica contagiosa y mortal que afecta a ciervos y alces. Pertenece al grupo de las EET, las cuales constituyen actualmente un importante problema de Salud Pública a nivel mundial. Fue reconocida por primera vez en 1967 en un módulo de investigación de vida silvestre en Colorado, EUA [Williams y Young, 1982; Williams y Young, 1992].

Sólo tres especies de la familia de los ciervos son naturalmente susceptibles a la CWD: Wapities de las Montañas Rocosas (*Cervus elaphus nelsoni*), ciervos mula [Spraker *et al.*, 1997] y venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

En el caso de la CWD, su origen es desconocido; se cree que se originó con la transmisión desde una oveja infectada con Scrapie a un venado y de allí se diseminó [Hamir *et al.*, 2004]. Otra teoría sugiere que se creó por transformación espontánea de PrP a PrPSC en los cérvidos [Miller *et al.*, 2004].

Un dato característico de la CWD, que se ha vuelto regla general, es que la proporción de animales infectados es más alta en donde una enfermedad comienza; éstas parecen indicar que el brote en animales de vida silvestre inició en Estados Unidos, en los estados de Wyoming y Colorado; posteriormente, por el movimiento de las manadas, aparecieron casos en Nebraska, Dakota del Sur, Wisconsin y Nuevo México. En animales en reserva se tienen reportes de infestación en los estados de Colorado, Dakota del Sur, Nebraska, Kansas, Oklahoma y Montana [Miller *et al.*, 2000].

Desde 1996, la CDW fue documentada en Canadá, en las ciudades de Saskatchewan y Alberta; se ha diagnosticado en alces y venados cola blanca en cautiverio y solamente en el estado de Saskatchewan se ha reportado en ciervos en estado silvestre [Kahn *et al.*, 2004].

Por otro lado, la Comunidad Europea no ha reportado casos positivos de CWD en animales silvestres. Cabe aclarar que, a la fecha, no se ha establecido ningún plan para detectar el estado actual de la CWD por parte de esa comunidad; el primer estudio se realizó en el Noreste de Bélgica [Bosschere De *et al.*, 2006].

Situación e importancia de la CWD en México

En México, a partir de 1996, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), investiga cualquier caso sospechoso de encefalopatía espongiiforme en bovino y ovino; sin embargo, en cérvidos no se ha realizado ninguna investigación o monitoreo [Kellar y Lees, 2003].

Por otra parte, aprovechando la temporada de cacería 2002-2003 de venado cola blanca por parte de clubes deportivos del noreste del país, se inició la toma de muestras de esta especie, las cuales fueron enviadas para su análisis a la Universidad de Colorado (Estados Unidos) [Kellar y Lees, 2003]. Hasta ahora, los análisis realizados muestran la ausencia de la enfermedad en venados de esta región.

La vida silvestre y de corral en México se encuentra en franca desventaja, dado que las iniciativas de ley sólo cubren aspectos como la sintomatología del animal, la importación del cérvido y que el país de origen acredite estar libre de la CWD.

Si bien los esfuerzos para englobar la reglamentación de enfermedades exóticas en la NOM-EM-017-ZOO-2004 por parte de SAGARPA son plausibles, es recomendable establecer que se realice un esfuerzo aún mayor para que los diferentes organismos inviertan en desarrollo y consolidación de infraestructura, incorporando en ello los análisis necesarios para detectar los priones y otros agentes exóticos, a fin de preservar especies animales de vida silvestre, ganado y la salud humana.

El desarrollo de las técnicas de detección de las ETT cobra importancia debido a que se han descubierto animales infectados en estados fronterizos como Nuevo México, Estados Unidos [Miller *et al.*, 2000]. Lo que representa un alto riesgo debido al flujo natural transfronterizo de manadas silvestres. Se suma a esto el riesgo de la introducción de animales.

Es a raíz de la preocupación de los ganaderos diversificados, con respecto a esta enfermedad, que el Centro de Biotecnología Genómica (CBG) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en Reynosa, Tamaulipas, inició la capacitación de personal y la creación de infraestructura para implementar el diagnóstico de la CWD, por lo cual, ahora cuenta con personal capacitado en el Centro de Control de Enfermedades (CDC) en Fort Collins, CO, (EUA), Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)-México; y actualmente se realizan las gestiones para que el Laboratorio de Servicios Externos de este centro pueda estar acreditado y realizarse el diagnóstico de la CWD.

Otro aspecto importante en torno al CWD, es que en el norte del país y en la península de Yucatán, existe un gran número de ranchos cinegéticos que además de conservar a diferentes especies de animales exóticos o silvestres, también realizan otras actividades deportivas, actividad que genera ingresos y divisas para el país.

Comentarios finales

Uno de los aspectos relevantes del estudio de la CWD, además de conocer los síntomas y signos de la enfermedad, es aplicar en México el diagnóstico epidemiológico y molecular en los puntos fronterizos o en puntos aduanales del interior del país por donde se sabe pueden importar animales. Además, la SAGARPA deberá alentar y

proponer reglas para la acreditación de laboratorios con características estrictas para el manejo y detección de esta enfermedad.

Lo anteriormente mencionado va a permitir detectar de manera oportuna si algún animal ya sea de importación o no, se encuentre infectado con la proteína PrP^{Sc}. Como se mostró previamente, son diversas las posibilidades de detección de la proteína-prión. Los laboratorios en el mundo no tienen definida una prueba que sea estándar para todas las poblaciones y todas las enfermedades, aún cuando aparentemente es la misma proteína. Se tienen pruebas ya validadas y otras en experimentación, lo que dificulta para los países como el nuestro, cuál y cómo usar la prueba más eficiente y validada. Adicionalmente, México no tiene laboratorios acreditados que atiendan los procesos de detección de la CWD o de otras EET.

Finalmente, la CWD es al igual que otras enfermedades, considerada como riesgo para las explotaciones mexicanas, motivo por el cual este artículo lleva como misión fundamental divulgar información de las EET, haciendo énfasis en los riesgos potenciales y las implicaciones para las explotaciones mexicanas y la salud humana.

Literatura citada

- Aguzzi, A. 2006. *Prion diseases of humans and farm animals: epidemiology, genetics, and pathogenesis*. J. Neurochem. 97(6):1726-39.
- Aguzzi, A. 2003. *Prions and the immune system: A journey through gut, spleen, and nerves*. Adv. Immunol. 81:123-171
- Aguzzi, A. and Miele, G. 2004. *Recent advances in prion biology*. Curr. Opin. Neurol. 17:337-342.
- Ball, K. 2002. *Chronic wasting disease in a Rocky Mountain elk*. Can. Vet. J. 43:880-882.
- Bosschere De, H.; Saegerman, C.; Neukermans, A.; Berkvens, D.; Casaer, J.; Vanopdenbosch, E. and Roels, S. 2006. *First chronic wasting disease (CWD) surveillance of roe deer (Capreolus capreolus) in the northern part of Belgium*. Vet Q. 28(2):55-60.
- Brown, D. R.; Qin, K.; Herms, J.W.; Madlung, A.; Manson, J.; Strome, R.; Fraser, P.E.; Kruck, T.; von Bohlen, A.; Schulz-Schaeffer, W.; Giese, A.; Westaway, D. and Kretzschmar, H. 1997. *The cellular prion protein binds copper in vivo*. Nature. 390: 684-687.
- Cockcroft, P.D. 2004. *The similarity of the physical sign frequencies of bovine spongiform encephalopathy and selected differential diagnoses*. Vet. J. 167:175-180.
- Collins, P. S.; Lawson, V.A. and Masters, P. C. 2004. *Transmissible spongiform encephalopathies*. Lancet. 363:51-61.
- Diener, T. O.; McKinley, M. P. and Prusiner, S. B. 1982. *Viroids and prions*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 79(17):5220-4.
- Hamir, A. N.; Miller, J. M.; Cutlip, R. C.; Kunkle, R. A.; Jenny, A. L.; Stack, M. J.; Chaplin, M. J. and Richt, J. A. 2004. *Transmission of sheep scrapie to elk (Cervus elaphus nelsoni) by intracerebral inoculation: Final outcome of the experiment*. J. Vet. Diagn. Invest. 16:316-321.
- Kahn, S.; Dube, C.; Bates, L. and Balachandran, A. 2004. *Chronic wasting disease in Canada: Part 1*. Can Vet. J. 45(5):397-404. Review.
- Kellar, J. A. and Lees, V. W. 2003. *Risk management of the transmissible spongiform encephalopathies in North America*. Rev. Sci. Tech. 22(1):201-25.

- Kreeger, C.; Larsen, T. and Thorne, E. T. 2000. *Epizootiology of chronic wasting disease in free-ranging cervids in Colorado and Wyoming*. J. Wildlife Dis. 36:676-690.
- Kübler, E.; Oesch, B. and Raeber, A. J. 2003. *Diagnosis of prion diseases*. Br. Med. Bull. 66:267-279.
- Miller, M.W.; Williams, E. S.; McCarty, C. W.; Spraker, T. R.; Kreeger, T.J.; Larsen, C.T. and Thorne, E. T. 2000. *Epizootiology of chronic wasting disease in free-ranging cervids in Colorado and Wyoming*. J. Wildl. Dis. 36(4):676-90.
- Miller, M.W.; Wild, M.A. and Williams, E. S. 1998. *Epidemiology of chronic wasting disease in captive Rocky Mountain elk*. J. Wildlife Dis. 34:532-538.
- Miller, M.; Williams, E.S.; Hobbs, N.T. and Wolfe, L.L. 2004. *Environmental sources of prion transmission in mule deer*. Emerg. Infect. Dis. 10:1003-1006.
- Novakofski, J.; Brewer, M. S.; Mateus-Pinilla, N.; Killefer, J. and McCusker, R.H. 2005. *Prion biology relevant to bovine spongiform encephalopathy*. J. Anim. Sci. 83(6):1455-1476.
- Prusiner, S. B. 1982. *Novel proteinaceous infectious particles cause scrapie*. Science. 9;216(4542):136-44.
- Prusiner, S. B. 2004. *Prion Biology and Diseases*. 2nd. ed. Cold Spring Harbor Monograph Series, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- Raymond, G. J.; Bossers, A.; Raymond, L. D.; O'Rourke, K.I.; McHolland, L.E.; Bryant, P.K.III.; Miller, M. W.; Williams, E. S.; Smith, M. and Caughey, B. 2000. *Evidence of a molecular barrier limiting susceptibility of humans, cattle and sheep to chronic wasting disease*. EMBO J. 19:4425-4430.
- Riek, R.; Hornemann, S.; Wider, G.; Billeter, M. and Glockshuber, R. 1996. *NMR structure of the mouse prion protein domain PrP(121-321)*. Nature 382: 180-182.
- Riesner, D. 2003. *Biochemistry and structure of PrP(C) and PrP(Sc)*. Br. Med. Bull. 66:21-33.
- Soto, C. 2004. *Diagnosing prion diseases: needs, challenges and hopes*. Nat. Rev. Microbiol. 2:809-819.
- Spraker, T. R.; Miller, M.W.; Williams, E. S.; Getzy, D. M.; Adrian, W.J. Schoonveld, G.G.; Spowart, R.A. O'Rourke, K.I.; Miller, J. M. and Merz, P. A. 1997. *Spongiform encephalopathy in free-ranging mule deer (Odocoileus hemionus), white-tailed deer (Odocoileus virginianus) and Rocky Mountain elk (Cervus elaphus nelsoni) in north central Colorado*. J. Wildlife Dis. 33:1-6.
- Telling, G. C.; Parchi, P.; DeArmond, S. J.; Cortelli, P.; Montagna, P.; Gabizon, R.; Mastrianni, J.; Lugaresi, E.; Gambetti, P. and Prusiner, S. B. 1996. *Evidence for the conformation of the pathologic isoform of the prion protein enciphering and propagating prion diversity*. Science. 274:2079-2082.
- Unterberger, U.; Voigtlander, T., and Budka, H. 2005. *Patogenesis of prion diseases* Acta Neuropathol. 109:32-48.
- Wadsworth, J. D.; Hill, A. F.; Beck, J. A. and Collinge, J. 2003. *Molecular and clinical classification of human prion disease*. Br. Med. Bull. 66:241-254.
- Williams, E. S. and Young, S. 1982. *Spongiform encephalopathy of Rocky Mountain elk*. J. Wildl. Dis. 18(4):465-71.
- Williams, E. S. and Young, S. 1992. *Spongiform encephalopathies in Cervidae*. Rev. Sci. Tech. 11 (2):551-67. Review.
- Williams, E. S. and Miller, M.W. 2002. *Chronic Wasting Disease (CWD) of Deer and Elk*. North America. Rev. Sci. Tech Off. Int. Epiz, 21 (2), 305-316.
- Ye, X. and Carp, R.I. 1995. *The pathological changes in peripheral organs of scrapie-infected animals*. Histol. Histopathol. 10:995-1021.

Recibido: Agosto 16, 2006

Aceptado: Agosto 26, 2006

Condiciones y restricciones al desarrollo económico-social de áreas rurales en proceso de desertificación •

Conditions and restrictions to the economic and social development of rural areas in desertification process

De Lima-Vidal, D.;^{1*} Cortés-Zorrilla, J.;² Soriano-Robles, R.;² Bezerra da Costa, R.¹ y Barros da Silva, R. C.¹

¹Laboratório de Estudos em Sistemas Semi-Áridos LESISA Faculdade de Veterinária Universidade Estadual do Ceará-Fortaleza Ceará, Brasil.
²Área de Investigación en Desarrollo Agropecuario Sustentable-Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa México, D. F. 09340 (mbra@xanum.uam.mx / ramon@xanum.uam.mx)
*Correspondencia: lesisa@iwon.com / rcbs@uece.br
• Publicación por invitación

Resumen

El fenómeno de la desertificación reviste un importante papel en el entorno de los espacios desfavorecidos y frágiles de los países económicamente periféricos y dependientes. Las causas de la extensión reciente de la aridez deben ser buscadas en la superexplotación de los ecosistemas vinculados a los tratamientos antrópicos inadecuados. A través de este estudio descriptivo, las características que definen y condicionan las principales zonas desérticas o semi-desérticas del mundo son comparadas en sus dinámicas. El objetivo es comprender las bases del proceso de desertificación desde el punto de vista de la economía política rural. El análisis se apoya, principalmente, en el ecosistema semiárido brasileño, que está incluido entre las regiones más extensas del globo. En el caso de Brasil, las estructuras económicas anacrónicas de su región semiárida caracterizada por la articulación del latifundio-capital mercantil agro-exportador, son consideradas las mayores responsables por el retraso económico-social de la

Abstract

The phenomenon of the desertification has an important role in spaces and environment of the less favored and economically outlying, dependent countries. The causes of the recent increment of the aridity should be looked for in the over exploitation of the ecosystems linked to the inadequate anthropogenic treatments. Through this descriptive study, the characteristics that define and condition the main arid or semi arid areas of the world they are compared in their dynamics. The objective is to understand the bases of the desertification process from the point of view of the political rural economy. The analysis relies mainly on the semi-arid Brazilian ecosystem that is included among the most extensive regions in the globe. In the Brazilian case, the economic anachronic structures of their semi-arid region characterized by the articulation of the latifundio-capital mercantile agriculture-exporter are considered the biggest responsible for the socio-economic setback of the region, since they absorb the capacities of transport,

región, ya que absorben las capacidades de transporte, servicios y créditos para las actividades de exportación. Esas áreas secas necesitan con urgencia de nuevos enfoques económicos fundamentados en el análisis y planeamiento micro-económicos que permitan el desarrollo de políticas públicas con prioridad en la integración regional.

Palabras clave

Economía, aridez, sistemas, semi-árido, sustentabilidad, desiertos.

services and credits for the export activities. Those dry areas need with urgency of economic new focuses based in the analysis and micro-economic planning that allow the development of public policies with priority in the regional integration.

Key words

Economy, aridity, systems, semi-arid, sustainability, deserts.

Introducción

Al considerar que el espacio rural se transforma, sobre todo por las modificaciones que experimentan los sistemas agrarios y las formas de utilización del medio, el fenómeno de la desertificación adquiere un papel relevante en el marco de los espacios desfavorecidos y frágiles de los países considerados desde el punto de vista económico, *de la banlieue* y dependientes, ya que el avance económico de los países del norte geopolítico de las economías neoliberales desarrolladas condujo a la regresión de las economías agropecuarias en zonas periféricas.

Según organismos internacionales [FAO, 2004; UNESCO, 2002; 2004] en este 32% de la superficie del planeta que corresponde a zonas áridas, viven más de 600 millones de habitantes y están caracterizadas muchas de ellas por una gran pobreza, agravada por el proceso conocido como desertificación: la gradual reducción de la productividad de las tierras a través del incremento de condiciones similares al desierto. Las causas de esa extensión de la aridez hay que buscarlas en la sobreexplotación de los ecosistemas y en tratamientos antrópicos inadecuados [Valencia-Castro *et al.*, 2005].

La mala utilización de la tierra se superpone y entra en sinergia con fases climáticas secas que afectan fundamentalmente a semidesiertos y zonas semiáridas. Las áreas semiáridas necesitan con urgencia nuevos planteamientos debido al deterioro que muchas de ellas sufren como consecuencia de usos económico-agrarios y urbanos, lo cual se manifiesta de forma acelerada en los últimos años.

Zonas áridas: características que las definen y condicionan

Más de la mitad de los países del mundo afrontan, en parte de su territorio, el problema de la aridez. Esas zonas áridas ocupan alrededor de un tercio de la superficie terrestre y soportan a más del 18% de la población mundial [UNESCO, 2004].

Asimismo, representan 32% de la superficie sólida del planeta [Le Houerou, 1992]. Se distribuyen por todos los continentes y su cobertura vegetal es muy escasa (no llega a cubrir 5% del suelo) [FAO, 2004].

Desde el punto de vista del aprovechamiento agrario de esas zonas, las tierras secas cultivables mundiales (4,701.5 millones de ha) comprenden las de regadío (145.5 millones de ha, 30% de las cuales están degradadas) y las de lluvia no regular (4,556 millones de ha, 73% degradadas). Las tierras secas proveen el sostén de 1'000,000,000 de personas [UNESCO, 2004].

Uno de los problemas generales más extendidos y evidentes de las regiones áridas es su creciente degradación [Ruiz y Febles, 2004]. La amplitud geográfica y la intensidad de la declinación de las zonas áridas y semiáridas varían según la región del planeta. Si las principales causas de la degradación son, a *grosso modo*, las mismas en todas partes, su importancia relativa varía considerablemente. En general, el desmonte y el cultivo extensivo están relacionados, en muchas ocasiones, con comunidades rurales densamente pobladas por familias agricultoras sedentarias con escasos ingresos económicos, que además, requieren de recoger mucha leña. Tal es el caso del Norte de África, Oriente Próximo y Medio Oriente, Noroeste de China, Sahel y Este de África.

En cambio, el pastoreo excesivo afecta a países con economías capitalistas más desarrolladas, como Australia, Estados Unidos, Argentina o Sudáfrica, donde haciendas de varios miles o decenas de miles de ha, con una densidad de población inferior a 1 persona/km², pueden estar gravemente sobreexplotadas o incluso, haber llegado al nivel de la desertificación. Varios estudios detallados de grandes áreas, realizados con teledetección y sobre el terreno, detectaron prácticamente la misma cifra de 0.5 a 0.7% de tierra árida agotada cada año en los países del Sur de la antigua URSS, el Noroeste de China y el Norte de África. Esto significaría, si la gestión del suelo permaneciera invariable, que todas esas zonas áridas se convertirán en desiertos de origen humano en menos 50 años [FAO, 2004].

Entre paisajes semiáridos, áridos y desérticos

En términos generales, existen dos grandes tipos de zonas áridas: las de tipo frío, presentes sobre todo en Norteamérica y el Continente Asiático y las cálidas o subtropicales. Estas últimas pueden dividirse en dos grupos, de acuerdo con la distribución de las precipitaciones, que pueden ser estivales o invernales. Al último grupo pertenecen las zonas áridas y semiáridas de tipo Mediterráneo, definidas fundamentalmente por presentar una acusada sequía estival y que están presentes no sólo en el Norte de África y Europa, sino también en parte de Norteamérica, Sudamérica, Australia y Oriente Próximo, entre otros.

En general, se encuentra unanimidad sobre que el proceso de destrucción intensi-

va de los recursos naturales de estas regiones del globo, se sectorizó y relativamente breve, ya que no sobrepasa los doscientos años [FAO, 2004].

Adelberg [1983], en un estudio sobre los problemas de carácter socio-económico en el Desierto de Negev, en Israel, comprobó que poblaciones beduinas árabe-israelíes participaban de manera determinante en el rápido desarrollo económico de la zona. Cerca de 53 mil beduinos y beduinas son ciudadanos de Israel, y una minoría árabe está compitiendo por los derechos de propiedad en un rápido estrechamiento de área marginal de pastoreo y tierra cultivable del cuadrante nordeste del desierto de Negev.

Los beduinos y beduinas, constituidos por israelíes, en general, son considerados un obstáculo para el desarrollo capitalista del Negev. La región que habitan es semiárida. La capacidad de las tierras de pastoreo es limitada y sujeta a un largo declive debido al sobre pastoreo. Mientras los árabes miran a los beduinos como “hijos del desierto”, los judíos israelíes tienden a verlos como los “padres del desierto”, que han contribuido a los procesos de desertificación por medio de la mala administración y el sobre pastoreo.

Brumby [1986], argumenta que en el África sub-sahariana el ganado proporciona medio de transporte, fuerza de tracción para la producción agraria, estiércol para la fertilización de los cultivos o para combustible doméstico y una reserva en dinero de la cual se puede hacer uso en malas condiciones de sequía. Actualmente, esa inmensa parte de África se enfrenta a una crisis de proporciones sin precedentes. El medio físico está en deterioro, la producción de alimentos por persona disminuye, las economías nacionales están sobrecargadas con el servicio de la deuda externa con los países del norte geopolítico y las transferencias líquidas de asistencia financiera y técnica internacional están en declive.

Según la FAO [1997], el territorio africano situado dentro de la franja seca alcanza el 44% de todo el continente y el 55% es o podría ser afectado por la desertificación. Es incorrecto pensar que el uso a gran escala de tecnología agrícola moderna pueda impedir la destrucción del medio ambiente, aun cuando asegure el uso óptimo de los recursos potenciales de las tierras áridas. Es preciso poner énfasis en el problema del desarrollo de nuevas tierras y en la utilización mejorada de los recursos hídricos en África. Las experiencias demuestran que donde no hay un desarrollo integrado de la tierra y el agua, según las necesidades de las poblaciones autóctonas, los problemas sociales y ecológicos se han agravado [Kayser, 1972; Goncharov, 1989].

El semiárido nordestino brasileño (*Sertão*) siempre ha aparecido como la imagen estereotipada del “Nordeste-Región-Problema”. Durante mucho tiempo la sequía fue considerada responsable del retraso económico y de la miseria social de la región. La construcción de presas se consideró como la solución “natural” frente a la falta de agua. A finales de los años 50, a pesar de que las obras concluidas representaban una reserva de más de 8 billones de m³ de agua, el impacto económico y social de la sequía

de 1958 fue devastador, poniendo en cuestión la validez del diagnóstico predominante y de la “solución hidráulica” como se conoció la política de presas [Graziano-da-Silva, 1996]. Acumular agua, por sí sola, no solventó los problemas: en primer lugar, porque esos no eran exactamente de falta de agua, sino, principalmente, de la mala distribución del régimen de lluvias; en segundo lugar, la oligarquía local se apropió de la construcción de las presas [Thiesenhusen y Melmed-Sanjak, 1990] reforzando las estructuras económicas arcaicas del semiárido, caracterizadas por la articulación del latifundio-minifundio-capital mercantil. Más que las sequías propiamente dichas, la organización de la producción —particularmente la estructura agraria basada en la concentración de la tierra— pasó a ser considerada como principal responsable del retraso económico-social de la región [Graziano-da-Silva, 1989].

En el Nordeste de Brasil existen 2.4 millones de explotaciones agrarias, de las cuales el 88.4% tienen menos de 50 ha y cuyos sistemas de cultivo y ganadero dependen de la lluvia. Esos minifundios son los responsables de la producción de cereales y otros vegetales esenciales básicos (arroz, maíz, frijoles y la típica mandioca). Esos productos son imprescindibles para la economía local, pues constituyen la base de la subsistencia de las poblaciones de baja renta. Existen también, aunque en menor medida, familias de bajas rentas que se dedican a la producción capitalista de horticultura, cerdos, aves y de algunos tipos de granos. Esas familias pertenecen al modelo Campo-Empresa: todos los medios de producción necesarios, incluyendo la mano de obra familiar están alquilados por una empresa que “encarga” el producto y además, lo comercializa a través de oligopolios y oligopsonios. Las diferencias entre ambas poblaciones radican en diversos puntos: la localización espacial, el apoyo administrativo gubernamental, el valor comercial de los productos y la elasticidad-renta de la demanda de esos productos [Thiesenhusen y Melmed-Sanjak, 1990].

La importancia económica del gran contingente de las familias de bajos ingresos, de agricultura más tradicional —en contraposición al pequeño número de modernas/capitalistas— reside en su capacidad de absorción de mano de obra. El mérito de la unidad campesina del semiárido brasileño se basa, en primer lugar, en el hecho de garantizar la subsistencia de la familia (vía reempleo y autoconsumo), además de asegurar la permanencia en el campo de un contingente que, si emigrase, incentivaría los cinturones de miseria de las grandes capitales de Brasil. Una vez abandonadas las áreas cultivables, probablemente serían incorporadas por “inercia” a los grandes latifundios de monocultivos exportadores [Barbosa, 1988], que constituyen, además, los embriones ecológicos de los procesos de desertificación [PNUMA, 1984; 1987; Suertegary, 1996].

En el Nordeste brasileño el proceso de avance del latifundio junto al abandono de esas áreas frágiles por parte del Estado, han conducido a lo largo de los siglos a una situación reconocidamente problemática tanto del punto de vista económico-social como ecológico.

Los latifundios cubiertos por la crianza extensiva de ganado bovino o por los monocultivos agrícolas son responsables por la mayor parte de la devastación de vegetación nativa, ya que a través de la mecanización por intermedio de máquinas inadecuadas para el tipo de suelo tropical, la misma ha agravado el azolvamiento de los ríos y recrudecido el problema de la erosión [Buaiz, 1988; Cardoso *et al.*, 1992; FAO, 1997; 2001].

Parry *et al.* [1995], utilizaron la clasificación de la *Fundação Joaquim Nabuco* de Brasil, han evaluado el impacto que causa el aumento de la sequía en los diferentes grupos sociales en el Nordeste brasileño, destacándose: i) en el grupo de asalariados: pérdida del empleo, emigración, trabajo en puestos públicos; ii) en el grupo “posseiros”: pérdida del acceso a la tierra, emigración, trabajo en puestos públicos; iii) en el grupo de pequeños propietarios: pérdida de producción y renta, trabajo en programas gubernamentales de emergencia, venta de la tierra para propietarios importantes; iv) en el grupo de medianos propietarios: pérdida de producción agrícola y ganadera, caída de la renta de la actividad agraria, participación en los beneficios de los créditos y subsidios e inversiones directas en cultivos de exportación a través de los programas de urgencia del gobierno, adquisición de más tierras de las familias agricultoras de pequeña monta.

“La pobreza es la peor forma de desertificación”

Esta frase se dejó oír por primera vez en Estocolmo en 1972, a lo largo de la reunión para la entrega del Premio Nobel de Economía. Desde entonces se ha comprobado que, efectivamente, la pobreza es el origen de la mayor destrucción ecológica. Las políticas *desarrollistas* pro-exportación [Nurkse, 1964; Tavares, 1972; Jaguaribe, 1978], en amplias zonas rurales de los países subdesarrollados, están forzando a las poblaciones a agotar las fuentes de sus propios recursos renovables: los bosques de donde extraen leña y el propio suelo del que dependen para su supervivencia [Bielschowsky, 1995; Barkin, 1998]. Ésos ya no son problemas que sólo se dan en circunstancias límite, como las del Sahel [Chad, Níger, Mali y Senegal, por ejemplo], sino también en extensas zonas de Argelia y Marruecos, en Sudán y Etiopía, en la orilla Norte del Golfo de Gioia (Calabria italiana), en áreas extensas del África Austral, en áreas concretas del Amazonas, del Nordeste de Brasil, de Centroamérica, de México y de casi 60% del Asia Meridional y del Sudeste [Queiroz *et al.*, 1987; Tamames,

1988; Walker y Ryan, 1990; Livingstone, 1991; Rossett, 1991; Wood, 1992; Thrupp, 1993; Quiñones, 1999].

La presión destructora del subdesarrollo está amenazando los últimos grandes espacios naturales y provocando el aumento de las áreas de desierto y semidesiertos. Los cambios productivos que conllevan la descapitalización y los climáticos que conducen a la desertificación, en un declive de preocupante degradación, se suceden velozmente. El empobrecimiento y la desertificación de países enteros puede ser obra irreversible en no más de una o dos generaciones. Políticas neoliberales siguen estimulando, por ejemplo, el modelo cerealista exportador en muchos países del Tercer Mundo, en detrimento de estrategias de autoabastecimiento y auto planificación [Amin, 1978; Brindley, 1991; Mason, 1992 y Chomsky, 1993].

Las previsiones para esas áreas frágiles del mundo, en un futuro próximo, continúan siendo pésimas: habrá un aumento de la demanda de alimentos que no podrá ser satisfecha por la oferta local, que además, será acompañada de aumentos de precio de proteína animal, deterioro de la calidad de la envoltura del producto, aumento del consumo de cereales por el ganado europeo y estadounidense; y además, habrá continuo agotamiento y degradación de la tierra labrada y de las praderas naturales extensivas [Alexandratos, 1995].

De acuerdo con datos de la UNESCO [2002], en la actualidad sufren de hambre crónica y subalimentación más de mil millones de seres humanos. Son, principalmente, los habitantes de los países subdesarrollados de Asia, África y Latino América. Una insuficiencia crónica de productos alimenticios en esos países, unida a condiciones climáticas de aridez o semi-aridez y a factores socio-económicos —en su mayoría consecuencia de los procesos coloniales particularmente nefastos— hacen que a menudo se transforme en una crisis aguda de carencia alimenticia [Kayser, 1972; Tyres y Anderson, 1992].

Muchas zonas áridas albergan una proporción insignificante de población y no pueden depender exclusivamente de sus economías locales. Así, en muchas partes del mundo las familias campesinas viven rodeadas de problemas ocasionados por ecosistemas áridos que están alejados de las estructuras de poder. Ese alejamiento, muchas veces ha significado que las necesidades y los problemas de esas poblaciones no han sido suficientemente entendidos; y, por lo tanto, han conducido a la introducción de políticas que han dificultado en lugar de beneficiar. En zonas semiáridas de África y Asia, las poblaciones marginales raramente participan de las decisiones políticas [Kamp y Schuthof, 1991]. Las ayudas internacionales suelen ser respuestas a situaciones de urgencia de sequías insostenibles, lo que destaca su carácter efímero e inadecuadamente planeado [Ksontini, 1992], tal como se constata anualmente en la región caracteri-

zada como Semi-Árida en el Nordeste de Brasil [Melo, 2000; Grupo de Trabalho Interministerial-Brasil, 2004].

Se ha observado, en la mayoría de los países del Asia y África, que las intervenciones por parte de agencias extranjeras de ayuda, intentan disminuir la presión del pastoreo en las sabanas semiáridas. Para ello desvían el pastoreo hacia tierras muy subdivididas en cultivos, arbustos, barbechos y pastos. Esa estrategia raramente ha logrado éxitos, debido a las dificultades de acomodar las variaciones locales en la capacidad de la tierra a las diferentes necesidades de las unidades de producción familiar y a las capacidades de la población creciente. Además, los complejos sistemas autóctonos son difícilmente modelables y reproducibles [Adams, 1988].

En México se reporta que los márgenes más agudos de desertificación se localizan en los estados del norte: Sonora, Sinaloa, Baja California, Durango, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí; que, además, son zonas de expulsión de emigrantes hacia Estados Unidos. En general, en México, debido al cambio climático, es uno de los del globo que más resentirá los efectos de la desertificación en su gran variedad de climas y nichos ecológicos. Adicionalmente, los cambios al Artículo 27 constitucional que permiten nuevamente la concentración de la tierra en pocas manos, pueden resucitar una agricultura de oligopolio vinculada al gran capital internacional y a la desertificación [PNUMA, 1984; 1987; UNEP/CONICET/CRICYT/IADIZA, 1987; Buaiz, 1988; Brandt y Thornes, 1996].

La denominada “integración de los países subdesarrollados” dentro del intercambio internacional promueve, desde su acceso a la independencia, una polémica discusión. Un recrudecimiento de la misma ha sido provocado por el hecho de que esos países registradores de un déficit creciente en productos alimenticios, sigan exportando sus productos agrícolas y pecuarios [Palma y Román, 2003].

Las actividades de mayor importancia en las economías africanas son la ganadería doméstica y la producción agrícola exportadora [Brumby, 1986]. En conjunto, afectan del 70% al 80% de la población en la mayoría de los países; lo que se traduce en un sector de la economía que absorbe la gran masa de fuerza de trabajo. Las familias agricultoras y ganaderas de África son esencialmente pequeñas propietarias que cultivan parcelas familiares de pocas hectáreas, en las cuales obtienen productos alimentarios y crían ganado. En muchas explotaciones, el ganado y los productos derivados de éste proporcionan la mayor parte de los ingresos de las familias. Sólo alrededor del 6% del ganado vacuno de África se encuentra en grandes explotaciones; el 20% está en manos de familias pastoras y el 74% restante corresponde a explotaciones mixtas con la agricultura. Actualmente, esa inmensa parte de África se enfrenta con una crisis de proporciones sin precedentes. El medio físico está en deterioro; la producción de alimentos por persona disminuye; las economías nacionales están sobrecargadas con el

servicio de la deuda y las transferencias netas de asistencia financiera y técnica internacionales están en declive.

Dregne [1982], Drachousoff [1985] y Drabner [1989], en estudios sobre las causas socio-económicas de la desertificación, afirman que los climas áridos y semiáridos son el subproducto de una agricultura y pecuaria inadecuadas. Puntualizan que la repercusión en la sociedad rural saheliana de la urbanización, la pobreza, la carestía han provocado el abandono de medidas tradicionales de conservación del suelo, del agua y de la vegetación.

Por otra parte, los compromisos tradicionales entre familias agricultoras y familias pastoras no son respetados. También la intervención y la impunidad de los agentes de desarrollo (extensionistas) a través de conductas mal concebidas y mal gestionada, han desmovilizado a las familias campesinas y anulado o disminuido los procesos espontáneos de innovación social, han bloqueado prácticas tecno-ecológicas habituales y milenarias del campesinado y las reducen a la lógica del gran capital. Todo lo anterior destruye así, los valores, las técnicas y el saber técnico autóctono del campesinado [Martins, 2002]. Ese proceso condujo a una caída apreciable de la productividad económica y a una explotación excesiva de los recursos arbustivos y aún, a la intensificación de los métodos de cultivo no ecológicos.

Las áreas tradicionales, además, viven en acelerado proceso de desculturización debido al aislamiento físico y económico, valores culturales posteriores al contacto con el capital de carácter conflictivo, educación inadecuada y severa carestía de recursos productivos. Asimismo, ocurren bajas disponibilidades de empleo, educación y salud. Como principales causas del origen de esa problemática, se destacan la separación histórica entre culturas y aislamiento de las tradiciones autóctonas, discriminación sistemática contra miembros de culturas tradicionales, limitaciones productivas de esas culturas locales y disponibilidad limitada de recursos económicos. Con relación al desarrollo de oportunidades en el sector agropecuario tradicional, la escasez de proyectos merecedores de confianza ha sido un problema tanto con anterioridad como en el seguimiento de las emergencias relacionadas con la sequía en América Latina y África.

Conclusiones

De lo que antecede se desprende que las causas socioeconómicas de la desertificación en los países de economía dependiente son, probablemente, más importantes que las físicas y técnicas.

Se considera que las teorías económicas del desarrollo más pertinentes para explicar la situación de las zonas áridas y semiáridas del mundo y proponer estrategias para su mejora, son las que reconocen la primacía de los factores humanos y material-econó-

nicos sobre los factores puramente técnicos. Tomando en cuenta la naturaleza compleja del desarrollo económico, se evidencia que ésta engloba numerosas variables interrelacionadas: medios muy exigentes desde el punto de vista sociocultural y económico-político, en su gran mayoría, tecnologías importadas e inadecuadas y falta de infraestructura logística.

Se propone que las bases microeconómicas, así como los problemas y estrategias de los agentes microeconómicos (familias productoras, comerciantes y consumidoras) deban ser llevadas en consideración tanto de manera teórica como empírica.

Se constituye, indudablemente, un desafío importante para la *intelligenza* considerar de manera simultánea los niveles referidos al interior de la unidad de producción familiar (o sea, el *hogar rural*), la comunidad, la región y las políticas sectoriales específicas, con el objetivo de articular una estrategia de desarrollo que ajuste necesidades individuales y colectivas en un contexto, generalmente, de sociedad de clases.

Literatura citada

- Adams, M. 1988. *Agriculture, Livestock and Forestry: an environmental strategy for semi-arid areas*. A report to DANIDA (International Institute for Environment and Development), Londres, Inglaterra. 81 pp.
- Adelberg, C. R. 1983. *Bedouin, Jews and the potential for co-development of the Negev Desert: difficult research lessons from Israel*. Staff papers Series of the Department of Agricultural and Applied Economics. University of Minnesota, USA. 13 pp.
- Alexandratos, N. 1995. *Agricultura mundial hacia el año 2010*. Estudio de la FAO. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Estado Español. 493 pp.
- Amin, S. 1978. *El desarrollo desigual: ensayo sobre las formaciones sociales del capitalismo periférico*. Libros de Confrontación. Serie: Economía, Ed. Fontanella S. A. Barcelona, Estado Español. 397 pp.
- Barbosa, T. 1988. *A pequena produção no Brasil e suas perspectivas*. Informação Agropecuária. 14 (157):5-10.
- Barkin, D. 1998. *Riqueza, pobreza y desarrollo sostenible*. Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. México. 43 pp.
- Bielschowsky, R. 1995. *Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo*. 2ª edição, Contraponto. Rio de Janeiro, Brasil. 480 pp.
- Buaiz, V. 1988. *A ecología contra a barbárie. Teoria e Debate* (Seção Sociedade). 4: 28-31.
- Brandt, C. J. y Thorne, J. B. (Ed.) 1996. *Mediterranean Desertification and Land Use*. Department of Geography, King's College, London, Inglaterra. 572 pp.
- Brindley, B. 1991. *¿Qué quiere decir realmente sostenible? Algunas reglas para la marcha del desarrollo*. Ceres. 128:35-38.
- Brumby, P.J. 1986. *El ILCA (Instituto Latinoamericano para la Cooperación Agrícola) y la producción de alimentos en África: breve reseña*. Revista Mundial de Zootecnia. 60:33-37.
- Cardoso, A.; Pootter, R.O. y Dedeczek, R. A. 1992. *Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no noroeste do Paraná*. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasília). 27(2):349-353.
- Chomsky, N. 1993. *Año 501: La conquista continúa*. Traducción de Loreto Bravo de Urquía. Ensayo. Ed. Libertarias/Prodhufi S. A. Estado Español. 444 pp.
- Drabner, H.J. 1989. *The importance of nomadic animal husbandry in East-Africa: requirements and possibilities of development*. Beitr. Trop. Landwirtsch. Vet. Med. 27(H.1):5-14.

- Drachousoff, V. 1985. *Aspects socio-économiques de la désertification*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Gembloux. 20(3-4):917-925.
- Dregne, H. E. 1982. *Desertification in the Americas: desertification and soil policy*. In: Proc. of the 12th International Congress of Soil Science. Symposia paper III. New Delhi, India. p. 3-13.
- FAO-Food and Agricultural Organization of United Nations. 1997. *La agricultura Africana: los próximos 25 años*. En: Atlas de la Agricultura Africana. Roma, Italia. 200 pp.
- FAO-Food and Agricultural Organization of United Nations-Comitê Assessor Técnico do Grupo Consultivo sobre Pesquisa Agrária Internacional. 2001. *Produção Agrícola sustentável: conseqüências para a pesquisa agrária internacional*. Roma, Italia. 130 pp.
- FAO-Food and Agricultural Organization of United Nations. 2004. *Land-water linkages in rural watersheds*. Series Title: Land and Water Bulletin. 88 pp.
- Goncharov, L.V. 1989. *Use of land-water resources in África*. Problems of Desert Development. 3:11-14.
- Graziano-da-Silva, J. (coord.). 1989. *A irrigação e a problemática fundiária do Nordeste*. Campinas-SP, Instituto de Economia/Proni/GTDN-Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste. Brasil. 120 pp.
- Graziano-da-Silva, J. 1996. *A nova dinâmica da agricultura brasileira* Campinas, UNICAMP/Instituto de Economia. Campinas, Brasil. 178 pp.
- Grupo de Trabalho Interministerial- Brasil (Ministério da Integração Nacional, Ministério do Meio Ambiente, Agência de Desenvolvimento do Nordeste-ADENE, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba- CODEVASF, Departamento de Obras Contra as Secas-DNOCS, Agência Nacional de Águas-ANA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA), 2004. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-Árido Nordestino e do Polígono das Secas. *Atualização de Critérios para Atualizar o Semi-Árido*. Brasília, Brasil. 113 pp.
- Jaguaribe, H. 1978. *O modelo político e a estrutura econômico-social brasileira*. Tibiricá. 5(9): 118-149.
- Kamp, J. van der y Schuthof, P. 1991. *Geração participativa de tecnologias. Implicações práticas e teóricas*. ILEIA (Centro de Informação para a Agricultura de Baixos Insumos Externos, Londres): a project of ETC Foundation. AS-PTA-Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. Coleção: Agricultores na Pesquisa 2. Desktop Publicações Ltda. RJ, Brasil. 94 pp.
- Kayser, B. 1972. *Les transformations de la structure régionale par l'économie commerciale dans le pays sous-développés*. In: Regionalisation et développement. Edition du Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS). p.155-169.
- Ksontini, M. 1992. *Role de l'arora dans l'équilibre écologique et la protection de l'environnement*. En: Actas de las XXIV Jornadas de Estudios de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) Diputación General de Aragón y CIHEAM (Centre Internationale de Autes Etude Agronomiques Méditerranéennes). Zaragoza. España.
- Le Houerou, H. N. 1992. *Relations entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride*. Didactiques Orstom:198-200.
- Livingstone, I. 1991. *Livestock management and «overgrazing» among pastoralists*. AMBIO. 20(2):80-85.
- Martins, J. de S. 2002. *Reforma Agrária. O impossível diálogo*. Editora da USP (Universidade de São Paulo, SP, Brasil). 176 pp.
- Mason, S. 1992. *El sistema agrícola: pasado, presente y futuro. Una perspectiva global*. En: Actas de la XXIV Jornadas de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo de la Agricultura (AIDA), Zaragoza, España. Volumen extra. 12:18-20.
- Melo, L. A. 2000. *Gênero: uma questão no programa de emergência de seca?* Fundação Joaquim Nabuco, Recife-Pe. In: *Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 15 pp.

- Nurkse, R. 1964. *A teoria do comércio internacional e a política de desenvolvimento*. In: Ellis, H. S. (org.) *Desenvolvimento Econômico para a América Latina*. Cap. 9. p. 271-316.
- Palma, J. M. y Román, L. 2003. *Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes*. En: II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Pp.271-283.
- Parry, M. L.; Carter, T. R. y Konjin, N. 1995. *The impact of climatic variations on agriculture*. *Assessments in Semi-Arid Regions*. 2:275-380.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 1984. *Evaluación general de los procesos alcanzados en la ejecución del plan de acción para combatir la desertificación*, 1978, UNEP/CG. 12/19.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 1987. *Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación: enfoque integral*. Centro de los proyectos internacionales GKNT. Moscú, Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas. 155 pp.
- Queiroz, A. de; Lima, A. F.; López, L. H. y Valle, G. 1987. *La recherche sur la petite et moyenne hydraulique agricole et sa politique d'expansion dans le tropique semi-aride brésilien*. In: Collection Documents Systèmes Agraires: Aménagements Hydro-agricoles et Systèmes de Production. Actes du IIIème Seminaire, Montpellier, december. 9 pp.
- Quiñones, V.J.J. 1999. *Evaluación y análisis de sitios de pastizal y su condición ecológica en un matorral árido del norte de México*. Disertación Doctoral. U. A. C. H.-F de Z. D. E. P México. 198 pp.
- Rossett, P. 1991. *Sustainability, economies of scale and social instability; Achilles heel of non-traditional export agriculture?* *Agriculture and Human Values* 8:4(30-37).
- Ruiz, T. y Febles, G. 2004. *La desertificación y la sequía en el mundo*. *Rev. AIA*. 8(2): 3-16.
- Silva, H. P. da. 2005. *La desertificación*. En: *Desiertos: aciertos y desaciertos- Sistemas de monitoreo de la desertificación*. Conferencia electrónica. EPG de la UNALM, México. <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/investigacion> (Consultada el 5 de mayo de 2006).
- Suertegary, D. M. A. 1996. *Desertificação: Recuperação e Desenvolvimento Sustentável*. In: Cunha, S.B. y Guerra, A.J.T. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. RJ: Bertrand, Brasil. 394 pp.
- Tamames, R. 1988. *Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento* Alianza Editorial. España. 260 pp.
- Tavares, C. 1972. *Auge e declínio do processo de substituição de importações no Brasil*. *Ensaio sobre Economia Brasileira*. 29-124.
- Thiesenhusen, W. C. y Melmed-Sanjak, J. 1990. *Brazil's Agrarian Structure: changes from 1970 through 1980* *World Development*. 18(3):393-416.
- Tyres, R. y Anderson, K. 1992. *Disarray in World Food Markets*. Cambridge University Press. United Kingdom. 320 pp.
- Thrupp, L. A. 1993. *Political ecology of sustainable rural development: Dynamics of social and natural resource degradation* In: Allen, P. (ed.), *Food for the future: Conditions and contradictions of sustainability*, New York: John Wiley & Sons. 344 pp.
- UNEP/CONICET/CRICYT/IADIZA-United Nations Environment Programme-Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina-Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) 1987. *Detección y control de la desertificación* (conferencias, trabajos y resultados del Curso Latinoamericano), Mendoza, Argentina. 357 pp.
- UNESCO-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2002. *Launches Global Change Monitoring Programme*. Press release no.2002-83. UNESCOMPRESS.
- UNESCO-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2004. *Mainstreaming the Needs of the Least Developed Countries*. *Bureau of Strategic Planning. Monograph. Medium-Term*

- Strategy 2002-2007*, 31C/4 Approved, § 31. In: HYPERLINK <http://www.portal.unesco.org> (Consultada el 20 de mayo de 2006).
- Valencia-Castro, C. M.; Quiñones, J. J.; Martínez, J. J. R.; Giménez, G. G.; Castellos, E. P. y Blando, N. J. P. 2005. *Modificación del matorral desértico por la ganadería ejidal en el "semidesierto" lagunero*. En: Memoria de la XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre. P. 628-633.
- Walker, T. S. y Ryan, G. J. 1990. *Village and Household Economies in India's Semi-arid Tropics*. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press. EUA. 416 pp.
- Wood, D. 1993. *Agrobiodiversity in global conservation policy*. African Centre for Technology Studies (ACTS), Biopolicy International Series no. 11. Quenia. 35 pp.

Recibido: Agosto 16, 2006

Aceptado: Agosto 17, 2006



"Emmanuel"
2006

Naturalimenta • 2manos • Adoración Palma García, junio 2006 • (Calco sobre albanene con tinta permanente a dos manos)

Dinámica poblacional de *Phyllocnistis citrella* Stainton (*Lepidoptera: Gracillariidae*) y sus enemigos naturales en Jalisco y Colima, México

Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* Stainton (*Lepidoptera: Gracillariidae*), and its natural enemies in Jalisco and Colima, México

Talavera-Villarreal, A.;^{1*} Pescador-Rubio, A.;² Salado-Castañeda, J. E.² y Sandoval-Madrigal, M. T.¹

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Producción Agrícola, Universidad de Guadalajara, Independencia Nacional 151, Col. Centro. C.P. 48900. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

²Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario. Universidad de Colima, km 39 Autopista Colima- Manzanillo, Crucero Tecomán, C.P. 28100, Colima (apescado@yahoo.com.)

*Correspondencia: talavera@cucsur.udg.mx

Resumen

Esta investigación se realizó en dos parcelas de limón (*Citrus aurantifolia*), ubicadas —una de ellas— en el municipio de Autlán de Navarro (AN), Jalisco; y la otra, en Colima, Colima (COL) México, durante el periodo de 1998 a 2000. El objetivo fue determinar la dinámica poblacional de la fase larvaria de *Phyllocnistis citrella* Stainton (minador de la hoja de los cítricos, MHC) y la contribución de varios gremios de artrópodos nativos en el control natural del insecto. En AN, las poblaciones de larvas y pupas mostraron dos periodos de abundancia, asociados a los meses de agosto y noviembre, respectivamente; durante los meses de diciembre a mayo de 1999, la incidencia del insecto fue inapreciable. En COL, los periodos de abundancia de la fase larval fueron distintos a los de AN; en primer

Abstract

This study was conducted in two lime groves (*Citrus aurantifolia*), located in the municipality of Autlán de Navarro (AN), Jalisco; and in Colima, Colima (COL), México from 1998 to 2000. The main aim was to study the population dynamics of *Phyllocnistis citrella* Stainton (citrus leaf miner) and the contribution of several arthropod guilds as controls of this insect. In AN the larval and pupal population showed two abundance periods, associated to the months of August and November, respectively; from December to May 1999, the incidence of the insect was negligible. In COL, the abundance peaks differed from those at AN; in the first place, from November to June the larval population steadily increased, and from July to September de CLM was undetectable due to a plant pathogen that

lugar, de noviembre a junio, las poblaciones se incrementaron paulatinamente; y de julio a septiembre, el MHC fue inapreciable debido a la presencia de un fitopatógeno que eliminó los brotes de los árboles en el sitio experimental. En ambas localidades, los patrones de mortalidad observados muestran que los depredadores tuvieron una incidencia importante en el tercer estadio y la pupa de *P. citrella*. Por otro lado, en COL fue posible observar que la mortalidad de las larvas del MHC se debió, principalmente, a depredadores que raptan la larva de la mina (82%); otra fracción de la población es depredada por insectos o artrópodos que punzan al insecto y lo consumen en la mina (9.5%) y por ectoparásitos (6.7%); una proporción reducida de la mortalidad (2%) no fue posible asignarla a un gremio de depredador. La mortalidad de las pupas se debió, primordialmente, a ectoparásitos (91%), y el resto (9%), no fue posible asignarla a una fuente de mortalidad específica. En adición, se observó que hay una relación denso-dependiente positiva entre la abundancia de *P. citrella* y la mortalidad causada por los depredadores.

Palabras clave

Tablas de vida, depredadores, parasitoides, *Phyllocnistis citrella*.

eliminated most of the young leaf growth. At both localities the observed mortality patterns showed that predators had an important impact on the third and pupal stages of *P. citrella*. On the other hand, at Colima it was possible to observe that larval mortality was due to predators that took away the larva from the mine (82%), another fraction was predated by insects or arthropods that stung and fed on the larva in the mine (9.5%) and ectoparasites (6.7%); a small fraction of the preyed mines was not assigned to a specific predator guild (2%). Pupal mortality was mainly due to ectoparasites (91%); the rest was not assigned to a predator guild (9%). In addition, a positive density dependent-relationship was observed between *P. citrella* abundance and the mortality caused by predators.

Key words

Tables of life, predators, parasitoides, *Phyllocnistis citrella*.

Introducción

El minador de las hojas de los cítricos (MHC) invadió el Continente Americano en 1993. El primer registro que se tuvo de este microlepidóptero indica que ingresó por el estado de Florida (Estados Unidos), y en pocos meses llegó a ocupar grandes extensiones cultivadas de cítricos en ese país [Heppner, 1993; Hoy y Nguyen, 1997]. El MHC invadió rápidamente el territorio mexicano. En los estados de Jalisco y Colima fue detectado a finales de 1994, atacando todas las áreas citrícolas con igual rapidez [observación personal]. El mismo año, fue reportado en Tamaulipas y el norte de Veracruz [Ruiz-Cancino *et al.*, 2001]. A pesar de los daños

que causó y de que éste se estableció permanentemente en las áreas de cultivo de cítricos del estado de Colima, en los años siguientes, los niveles de infestación —en la mayoría de los huertos— disminuyeron, a excepción de aquellos con menos de dos años de haberse iniciado, situación que se ha mantenido hasta el año de 2005 [Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Jalisco y Colima, com. pers.].

Las minas generadas por las larvas de *P. citrella* dañan la epidermis de las hojas, eventualmente causando enrollamiento y necrosamiento del tejido foliar y la caída de ellas [Heppner, 1993]. Se ha estimado que, en árboles de 15 años de *Citrus aurantiifolia* Christmas (Swingle), con una densidad promedio de 1.0 ± 0.03 minas/hoja, la producción promedio alcanzada fue de 771 ± 71 frutos/árbol; en contraste, en árboles que fueron tratados experimentalmente para reducir la población de minas de *P. citrella* a 0.19 ± 0.02 minas/hoja, la producción de los árboles se elevó a 1273 ± 113 frutos/árbol [Peña *et al.*, 2000]. Con base en este nivel de pérdida de la producción cítrica, es claro que es necesario conocer a profundidad la interacción entre los cítricos, el MHC y los depredadores que potencialmente podrían regular las poblaciones del segundo. Los estudios realizados en varias partes del mundo, sobre los depredadores naturales del MHC, han mostrado que este gremio es muy diverso, en particular en cuanto a parasitoides [Heppner, 1993; Garijo y García, 1994; Peña, *et al.*, 1996; Perales-Gutiérrez *et al.*, 1996; Bautista-Martínez, *et al.*, 1998; Schauff *et al.*, 1998; Costa *et al.*, 1999; Legaspi *et al.*, 1999; Ruiz-Cancino *et al.*, 2001; Amalin *et al.*, 2002; Ateyyat, 2002; Cañarte-Bermudes *et al.*, 2004; Vercher *et al.*, 2005; Jahnke *et al.*, 2006]. En todos los casos citados, *P. citrella* es un hospedero exótico para la fauna nativa de parasitoides y, por tanto, sorprende que el nivel de parasitismo haya llegado —en algunos casos— a más del 80% de la población larval [Bautista-Martínez *et al.*, 1998]. Sin embargo, en general, el efecto de control de los parasitoides sobre las poblaciones de *P. citrella* ha sido muy variable [Costa *et al.*, 1999; Legaspi *et al.*, 1999; Amalin *et al.*, 2002; Ateyyat, 2002; Cañarte-Bermudes *et al.*, 2004; Vercher *et al.*, 2005; Jahnke *et al.*, 2006].

Otros artrópodos también se han reportado como parte del gremio que afecta a *P. citrella*, y de los cuales se tiene poca información del impacto específico que éstos puedan tener sobre las poblaciones del lepidóptero [Chen *et al.*, 1989; Garijo y García, 1994; Legaspi *et al.*, 2000; Amalin *et al.*, 2001; Van Mele *et al.*, 2002; Rao *et al.*, 2003; Lioni y Cividanes, 2004]. El objetivo de este estudio fue determinar la dinámica poblacional de *P. citrella* y el impacto de sus enemigos naturales sobre la fase larvaria en Jalisco y Colima, México.

Materiales y métodos

Áreas de estudio

El área de estudio ubicada en Jalisco se encuentra en el Municipio de Autlán de Navarro; con una superficie aproximada de 12,000 hectáreas, las cuales forman parte de la cuenca del Río Ayuquila-Armería. De esta superficie, aproximadamente 350 hectáreas se dedican al cultivo de cítricos, de los cuales, predomina el limón persa (*Citrus latifolia* (Yu, Tanaka) cv, Thaiít [SAGARPA, 1999]. La parcela de estudio se encuentra en la localidad conocida como Rincón de Guanajuato. En el estado de Colima, la parcela en estudio es un huerto de limón mexicano donde no se aplican plaguicidas sintéticos y se localiza al norte de la ciudad de Colima, en el predio conocido como Rancho “El Tapatío” (N 19° 16' 377”; O 103° 42' 000”; 600 msnm).

Fluctuación poblacional anual

Para determinar la abundancia de las diferentes fases larvales del MHC, durante 1998-1999, se llevó a cabo un censo quincenal en la población de Autlán de Navarro (AN). Para este fin, se seleccionaron al azar 10 árboles de cinco a seis años de edad, tomando 10 muestras por árbol; cada muestra estaba constituida por un brote reciente, con una longitud máxima de 15 cm. Las muestras eran colocadas en una bolsa de plástico y conservadas a temperatura constante en una hielera de 20 L, para ser llevadas al Laboratorio de Usos Múltiples del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara. Las muestras fueron revisadas en un microscopio estereoscópico a 40X. Los diferentes estadios larvales fueron identificados arbitrariamente por la longitud de la mina, de manera similar a los criterios descritos por Sánchez *et al.* (2002), quienes asociaron la descripción del desarrollo larval al tamaño y forma de la mina de la siguiente manera: Primer instar: la larva mide en promedio 0.61 ± 0.17 mm de longitud y las minas generadas por ellas alcanzan de 1 a 1.5 cm de largo, son casi imperceptibles y frecuentemente son paralelas a la nervadura central. Segundo instar: la larva mide, en promedio, 1.27 ± 0.32 mm de longitud y las minas llegan a medir 3-4 cm de largo; éstas, frecuentemente, tienen una trayectoria serpenteante. Tercer instar: la larva mide, en promedio, 2.75 ± 0.74 mm de longitud y las minas generadas son muy extensas y, por lo general, cubren la totalidad de la superficie de las hojas; prepupa y pupa: a diferencia de las larvas, que son translúcidas y visibles a través de la mina que producen, estas fases no son visibles, pues durante la fase de prepupa ésta recubre con seda las paredes de la mina haciéndola opaca. Si la mina de la larva del tercer instar llega al margen de la hoja, la prepupa construye la cámara pupal en el borde; al secarse la seda, se contrae el tejido de la hoja y genera un doblez protegiendo

al insecto. Por último, durante la emergencia del adulto, la pupa proyecta su cuerpo hacia el exterior de la cámara pupal rompiendo los tejidos foliares y la misma seda; después de la emergencia del adulto, parte de la exuvia queda expuesta en el exterior. Asimismo, fue posible designar, de manera general, dos fuentes de mortalidad: depredados por organismos raptores que eliminaban a la larva sin dejar rastro y por ectoparasitoides que eran observados dentro de la mina alimentándose de la larva de *P. citrella*, o se encontraban los restos de la ecdisis de los mismos.

Patrones de sobrevivencia y fuentes de mortalidad

Para estudiar los patrones de supervivencia larval se construyeron tres tablas de vida de tipo longitudinal, que correspondieron a tres cohortes: una en la población de AN y dos en COL. En AN el estudio se realizó en el mes de septiembre de 2000; y en COL, de febrero a junio de 1998. Por otro lado, en COL, las dos cohortes fueron estudiadas en generaciones consecutivas; asimismo, durante la segunda generación, y antes del inicio del muestreo, se estimó el nivel de infestación de los árboles experimentales, con el fin de evaluar la relación entre la abundancia del MHC y la frecuencia con la que éstos eran depredados por los diferentes gremios de artrópodos.

Debido a que la fase larval de *P. citrella*, se inicia y concluye en una sola hoja, fue posible hacer un seguimiento individual de cada insecto; así, se observó las tres cohortes siguiendo todo el ciclo larval de cada insecto; la fase del huevo no se tomó cuenta en el estudio y se consideró que la sobrevivencia fue del 100%. Para construir una tabla de vida, se seleccionaron 6-15 árboles, al azar, dentro de los predios y en cada uno se eligieron 15-25 brotes cuyas hojas habían sido colonizadas por *P. citrella*. Cada brote fue marcado con una cinta de color, asignándosele una clave al brote y a la hoja, para poder identificar individualmente cada larva. Cada día se registró el estadio larval, siguiendo los criterios descritos anteriormente, reportando si ésta había sido depredada; en la segunda generación, en COL, se identificó la fuente de mortalidad de los insectos, de acuerdo a las siguientes categorías: a) muerte por un raptor cuando la larva desapareció sin haber restos de la misma (hormigas, neurópteros, coleópteros, etcétera); b) muerte por un parásito, cuando se observó al ectoparásito, ó los restos de la exuvia de la pupa de este; c) muerte por un depredador chupador, cuando se observó el exoesqueleto de la larva aplanado dorso-ventralmente, sin muestras de putrefacción o incompleto dentro de la mina (hemípteros o arácnidos). Cada tabla de vida se concluyó hasta que todos los individuos sobrevivientes de las cohortes estudiadas, emergieron como adultos, hecho evidenciado por la presencia de la exuvia, parcialmente expuesta en la cámara pupal.

De manera general, la información que contiene una tabla de vida, durante el estudio de una cohorte, es la siguiente:

x = intervalo de edad, medida como estadio de desarrollo larval

n_x = número de sobrevivientes al inicio del estadio x ; n_0 representa al primer estadio (L1) en este estudio. ($n_{x+1} = n_x - d_x$)

l_x = proporción de organismos que sobreviven al inicio del estadio x . ($l_x = n_x / n_0$)

d_x = número de organismos que mueren durante el intervalo de edad x a $x + 1$

q_x = tasa de mortalidad específica del estadio x a $x + 1$. ($q_x = d_x / n_x$)

e_x = esperanza de vida para los organismos que están vivos al comienzo del periodo de edad x

Resultados

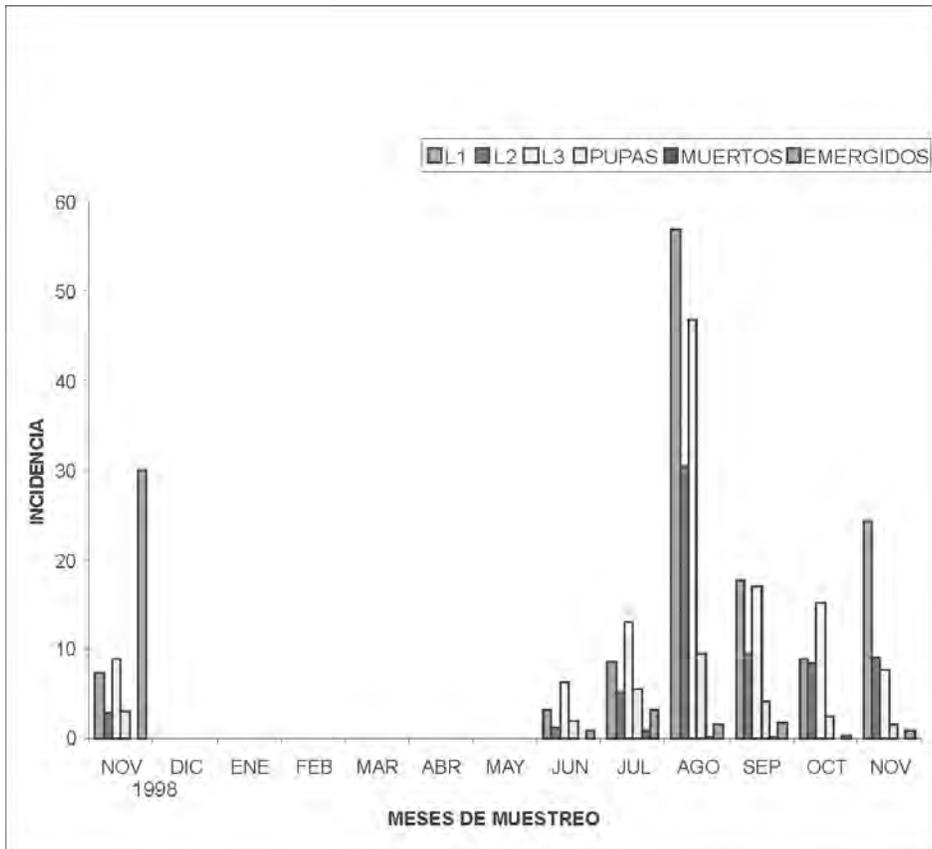
El minador de la hoja de los cítricos en AN presentó un periodo de abundancia que se extendió de junio a noviembre (Gráfica 1). En COL, por otro lado, la incidencia del MHC se mantuvo a niveles relativamente bajos desde noviembre y se incrementó, paulatinamente, hasta junio. A partir de julio y hasta septiembre, sin embargo, las poblaciones del MHC fueron inapreciables debido a la eliminación de la mayor parte de los brotes por un fitopatógeno. En cuanto a los patrones de mortalidad en AN, se observó que la mayor parte de la población larvaria de *P. citrella*, fue depredada por insectos raptores (Gráfica 2), aunque fue evidente la presencia de parasitoides. Por otro lado, en el análisis de las fuentes de mortalidad del *P. citrella* en COL, se observó que el 82% de la depredación fue debida a los raptores y el 9.5% a los que punzan y consumen *in situ* al minador. La contribución de los parasitoides a la mortalidad del lepidóptero fue de sólo el 6.7%; no obstante, este valor puede tener un sesgo importante a la baja, puesto que también son eliminados por los depredadores generalistas, junto con el MHC.

El análisis de las tablas de vida indica que en la población de AN, así como en la de COL, *P. citrella* muestra un patrón de sobrevivencia Tipo I, que se caracteriza por tener una esperanza de vida elevada durante la mayor parte de su ciclo, seguida de una alta mortalidad al final de éste (Gráfica 3, Cuadros 1, 2 y 3). En la población de AN, la mortalidad larval se incrementó fuertemente durante la fase de pupa, en la que prácticamente murió cerca del 50% de los insectos en su transición a la fase de adulto. Por otro lado, en COL, fue en la fase de L3 que la tasa de mortalidad específica fue muy alta, al igual que en la pupa. En la población de AN, en contraste con la de Colima, no hubo depredación importante en la transición de L3 a pupa. Lo que dio como consecuencia, al final de esa cohorte, que el 40% de la población larval llegara a la fase adulta. En COL, el 91% de la mortalidad de la pupa fue debida a ectoparásitos; y para el resto, no fue posible identificar un factor de mortalidad específico.

Finalmente, en la evaluación de la relación entre la abundancia del MHC y la respuesta de los gremios depredadores, se encontró que éstos tienen una respuesta

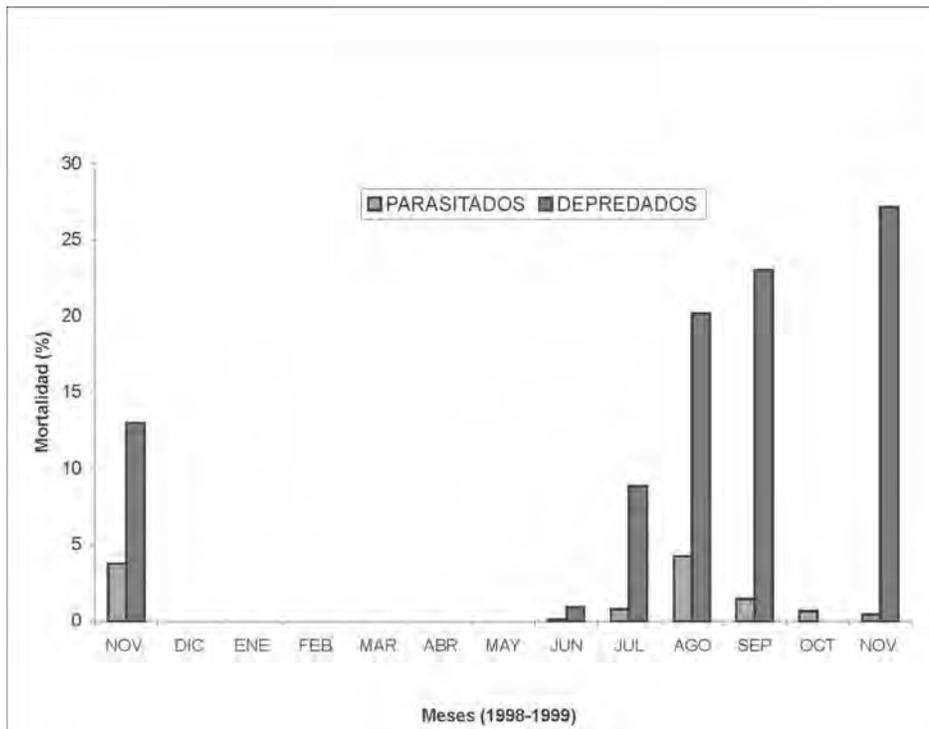
denso-dependiente (Gráfica 3). En particular, se puede observar que la mortalidad larvaria aumentó del 38% al 80%, aproximadamente, cuando la infestación de los árboles pasa de 38% al 42% de brotes infestados. A densidades mayores del MHC, la mortalidad se mantuvo, aparentemente, a un nivel cercano al 80%, indicando que existe un efecto de saturación de los gremios depredadores (Gráfica 4).

Gráfica 1. Fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en Autlán de Navarro, Jalisco.



Las barras indican la frecuencia con la que ocurrían las diferentes categorías de edad del MHC en 100 brotes.

Gráfica 2. Porcentaje de depredación y parasitismo sobre las fases larvales de *P. citrella* en Autlán de Navarro, Jalisco, sumado sobre todas las categorías de edad por mes.



Cuadro 1. Tabla de vida del MHC en Autlán de Navarro, Jalisco (durante agosto de 2000).

x	n_x	l_x	d_x	q_x	e_x
L1	1910	1	57	0.029	3.6
L2	1853	0.97	113	0.061	2.73
L3	1740	0.911	276	0.159	1.94
P	1464	0.766	694	0.474	1.36
E	770	0.403	770	1	1

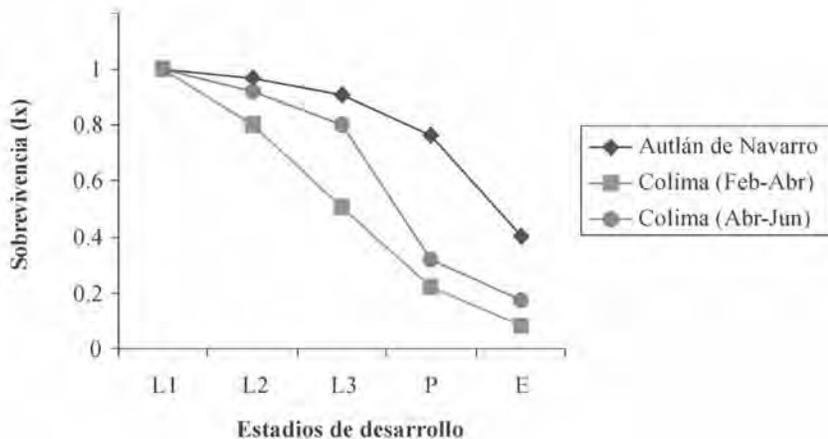
Cuadro 2. Tabla de vida del MHC en Colima, Col. (durante febrero-abril de 1998).

x	n_x	l_x	d_x	q_x	e_x
L1	101	1.000	20	0.198	2.060
L2	81	0.802	30	0.370	1.451
L3	51	0.505	29	0.569	1.009
P	22	0.218	14	0.636	0.682
E	8	0.079	8	1	1

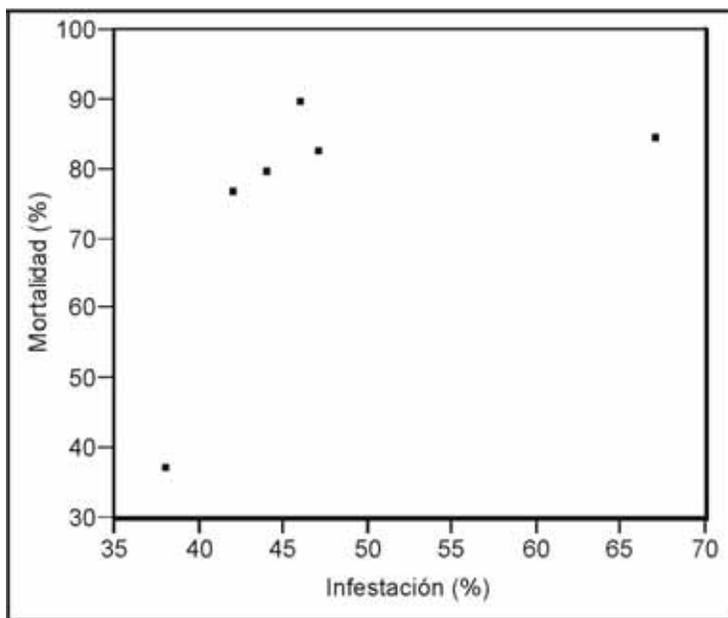
Cuadro 3. Tabla de vida del MHC en Colima, Col. (durante abril-junio de 1998).

x	n_x	l_x	d_x	q_x	e_x
L1	928	1.000	72	0.83	2.63
L2	856	0.922	110	0.129	1.81
L3	746	0.804	452	0.606	1.001
P	294	0.317	134	0.456	0.77
E	160	0.172	160	1	1

Gráfica 3. Proporción de sobrevivencia de *Phyllocnistis citrella* Stainton en el Valle de Autlán de Navarro, Jalisco (2000) y en las dos cohortes estudiadas en la población de Colima, Col. (1998).



Gráfica 4. Mortalidad del MHC en la población de Colima (durante junio de 1998), en función del porcentaje de infestación de los brotes en 6 árboles.



Discusión

Durante más de diez años, diferentes autores han determinado los gremios de parasitoides asociados al MHC en el mundo [por ejemplo: México: Perales-Gutiérrez *et al.*, 1996; Bautista-Martínez *et al.*, 1998; Brasil: Costa *et al.*, 1999; Estados Unidos: Legaspi *et al.*, 1999; Jordania: Ateyyat, 2002; India: Rao y Shivankar, 2002; España: Oncina *et al.*, 2003; Ecuador: Cañarte-Bermúdez *et al.*, 2004]. En general, las poblaciones larvales locales investigadas de *P. citrella* han sido afectadas por un número reducido de especies de parasitoides; en todos los casos, siendo especies generalistas capaces de incluir a un hospedero no nativo; aunque los niveles de parasitismo han sido muy variables, en algunos casos, se han dado altos niveles de parasitismo [Bautista-Martínez *et al.*, 1998; Costa *et al.*, 1999]. En este estudio, el factor principal de mortalidad fue la depredación por artrópodos que raptan la mina. No obstante, existe la posibilidad de que los parasitoides tanto en AN como en COL, tengan, en efecto, una participación mayor en el control del MHC; sin embargo, su impacto queda anulado cuando los parásitos son depredados junto con las larvas de *P. citrella*. Esto queda claramente evidenciado por el alto nivel de depredación de la pupa por los ectoparásitos (91%). Son necesarios más estudios experimentales que permitan discernir los niveles de interferencia entre parasitoides y depredadores raptos y chupadores. Aún así, varios estudios han encontrado que la fauna de parásitos local, aunque tiene un impacto considerable en los estados larvales, aparentemente, cumplen un papel limitado en la regulación poblacional de *P. citrella* [Vercher *et al.*, 2005]. Aún cuando no se ha documentado con claridad el papel que juega la fauna local, tanto de depredadores como de parasitoides, en el control del MHC, varios países han adoptado la integración de parasitoides exóticos para el control de éste. Entre otros, el más frecuente ha sido el parasitoide *Ageniaspis citricola* Logvinoskaya (*Encyrtidae*), del cual, los reportes publicados indican que éste puede regular adecuadamente las poblaciones del MHC [Hoy y Nguyen, 1997; Hoy y Jessey, 1997; Legaspi *et al.*, 1999; Linares *et al.*, 2001; Cañarte-Bermúdez *et al.*, 2004]. En Colima, este parasitoide exótico fue introducido en 1998, y aunque no existe un estudio formal para evaluar el impacto de éste en las poblaciones del MHC, se sabe que *A. citricola* ha permanecido en la región [Arredondo-Bernal, com. pers. CNRCB].

Las poblaciones larvales del MHC dependen de la presencia de brotes con hojas en sus primeros estados de expansión [Heppner, 1993]. En la mayoría de los huertos, la presencia de brotes de hojas jóvenes está en función de los patrones de precipitación o puede ser manipulada a través del riego. En AN, *P. citrella* mostró una clara estacionalidad, donde, por varios meses no se presentó en los huertos. En COL, el patrón de abundancia del MHC observado fue similar al reportado previamente [Robles-Gon-

zález y Medina-Urrutia, 1997], para varias poblaciones estudiadas, en 1995-1996, en Coquimatlán, Colima, Tecomán y Cerro de Aguilar; aunque la presencia del fitopatógeno que afectó los brotes, interrumpió el desarrollo de la población de *P. citrella* en el sitio de estudio.

El control natural del minador, tanto en AN como en COL, ocurrió primordialmente a través de depredadores que raptan las minas, con una contribución menor por parte de los parasitoides. Más aún, el patrón de depredación observado mostró una relación denso-dependiente positiva entre el MHC y los depredadores, aspecto que es fundamental para la regulación de las poblaciones del primero.

Comparativamente, los gremios de artrópodos depredadores no-parasitoides, asociados a los cultivos de cítricos han recibido poca atención. Existen reportes publicados que abordan algún aspecto específico de éstos: hormigas [Van Mele *et al.*, 2002], arañas [Amalin *et al.*, 2001], crisopas [Chen *et al.*, 1989; Rao *et al.*, 2003]. En este estudio, una alta proporción (91.5%) de las minas depredada por raptos y chupadores. A partir de las tablas de vida generadas fue posible detectar que el impacto más significativo fue sobre el tercer instar y la pupa en COL, y sobre la pupa, en AN. Este resultado coincide con un estudio realizado en Brasil [Lioni y Cividanes, 2004], donde identificaron que es durante el tercer instar y la prepupa donde ocurre un alto nivel de depredación por hormigas, crisópidos, coccinélidos, reducidos y arañas. Por otro lado, estudios experimentales en India mostraron que el crisópido *Mallada boninensis* era capaz de sostener un alto consumo de larvas de *P. citrella* durante varios días [Rao *et al.*, 2003]. Asimismo, otro estudio con arañas cazadoras mostró el alto nivel de depredación del que son capaces de realizar algunas especies [Amalin *et al.*, 2001].

Conclusiones

1. Las poblaciones larvales de *P. citrella* tanto en AN como en COL, mostraron un patrón de sobrevivencia Tipo I, que se caracteriza por tener una esperanza de vida elevada durante los primeros estadios y que declina al final de su ciclo de vida.

2. Durante la fase larvaria, la causa principal de muerte, fueron depredadores raptos de la mina.

3. Durante la fase de pupa, la causa principal de muerte fueron los ecto-parasitoides.

4. La regulación de las poblaciones larvales de este lepidóptero en COL, presumiblemente ocurre debido a la relación denso-dependiente positiva que existe entre el porcentaje de depredación y los niveles de abundancia de larvas en los árboles.

5. Es necesario realizar estudios adicionales para evaluar el nivel de interferencia que existe entre los depredadores de la mina y las especies de parasitoides que atacan las larvas del MHC.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado a través de apoyos diversos: de la Universidad de Guadalajara y de la Universidad de Colima. Antonio Talavera-Villarreal presentó parte de este estudio como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en la Universidad de Guadalajara, dentro del Posgrado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF). El desarrollo y conclusión de este proyecto no podrían haber sido posibles sin la colaboración de varios alumnos de las carreras de Ing. Agrónomo en ambas universidades.

Literatura citada

- Amalin, D. M.; Peña, J. E. and McSorley, R. 2001. *Predation by hunting spiders on citrus leafminer, Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)*. Journal of Entomological Science. 36: 199-207.
- Amalin, D. M.; Peña, J. E.; Duncan, R. E.; Browning, H.W. y McSorley, R. 2002. *Natural mortality factors acting on citrus leafminer, Phyllocnistis citrella, in lime orchards in South Florida* Biocontrol. 47: 327-347.
- Ateyyat, M. A. 2002. *Parasitoid complex of citrus leafminer, Phyllocnistis citrella on lemon in the Central Jordan Valley*. Biocontrol. 47: 33-43.
- Bautista-Martínez, N.; Carrillo-Sánchez, J. L.; Bravo-Mojica, H. and Koch, S. D. 1998. *Natural parasitism of Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuicláhuac, Veracruz, México*. Florida Entomol. 81: 30-37.
- Cañarte-Bermudes, E.; Bautista-Martínez, N.; Vera-Graziano, J.; Arredondo-Bernal, H. C. and Huerta-Paniagua, A. 2004. *Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador*. Florida Entomol. 87: 10-17.
- Chen, R.T.; Chen, H.Y. and Huang, M. N. 1989. *Biology of the green lacwing, Chrysopa boninensis and its predatory efficiency on the citrus leaf miner, Phyllocnistis citrella* In: Studies on the integrated management of citrus insect pests. Guangzhou: Acad. Bk. Periodical Pr. Pp. 96-105.
- Costa, V. A.; Sá, L. A. N. de; LaSalle, J.; Nardo, E. A. B. de; Arellano, F. and Fuini, L. C. 1999. *Indigenous parasitoids (Hym., Chalcidoidea) of Phyllocnistis citrella Stainton (Lep., Gracillariidae) in Jaguariúna, Sao Paulo State, Brazil: preliminary results*. J. Appl. Ent. 123: 237-240.
- Garijo, C. y García, E. J. 1994. *Phyllocnistis citrella (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistidae) en los cultivos cítricos de Andalucía (Sur España): biología, ecología y control de la plaga*. Bol. San. Veg. Plagas. 20: 815-826.
- Heppner, J. B. 1993. *Citrus leafminer, Phyllocnistis citrella, in Florida (Lepidoptera Gracillariidae: Phyllocnistinae)*. Tropical Lepidoptera. 4: 49-64.
- Hoy, M. A. and Nguyen, R. 1997. *Classical biological control of the citrus leaf miner Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): theory, practice, art and science*. Tropical Lepidoptera. 8(Suppl. 1): 1-19.
- Jahnke, S. M.; Redaelli, L. R. and Diefenbach, L.M.G. 2006. *Parasitism in Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in citrus orchards in Montenegro, RS, Brazil*. Neotropical Entomology. 35: 357-363.
- Legaspi, J. C.; French, J.V.; Schauff, M.E. and Woolley, J.B. 1999. *The citrus leafminer Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) in South Texas: incidence and parasitism* Florida Entomol. 82: 305-316.

- Legaspi, J. C.; French, V.J.; Garza-Zúñiga, A., and Legaspi Jr., B.C. 2000. Population dynamics of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its natural enemies in Texas and México. *Biological Control*. 21: 84-90.
- Linares, B.; Hernández, J.; Morillo, J. y Hernández, L. 2001. Introducción de *Ageniaspis citricola* *Logvinovskaya, 1983* (Hymenoptera: Encyrtidae) para el control del "minador de la hoja de los cítricos" *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) en el estado de Yaracuy, Venezuela. *Entomotropica*. 16: 143-145.
- Lioni, A. S. R. and Cividanes, F.J. 2004. Ecological life table of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Neotropical Entomology*. 33: 407-415.
- Oncina, M.; García-Ortega, A.; Guirao, P. and Lacasa, A. 2003. State of the citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella* Stainton) parasitoid complex on lemon trees in the south east of Spain. *Bulletin OILB/SROP* 26. pp. 27.
- Peña, J. E.; Duncan, R. and Browning, H. 1996. Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus *Environmental Entomology*. 25: 698-702.
- Peña, J. E.; Hunsberger, A. and Schaffer, B. 2000. Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) density: effect on yield of "Tahiti" Lime. *J. Econ. Entomol.* 93: 374-379.
- Perales-Gutiérrez, M. A.; Arredondo-Bernal, H. C. and Garza-González, E. 1996. Native parasitoids of the citrus leafminer in Colima, México. *Southwestern Entomologist*. 21: 349-350.
- Rao, C. N. and Shivankar, V.J. 2002. Incidence of citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) and its natural enemies in central India *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 72: 625-627.
- Rao, C. N.; Shivankar, V.J. and Singh, S. 2003. Predatory potential and development of the green lacewing (*Mallada boninensis*) on citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 73: 60-61.
- Robles-González, M. M. y Medina-Urrutia, V. M. 1997. Fluctuación del daño del minador de la hoja de los cítricos en limón mexicano. Simposio Internacional, Control Biológico del Minador de la Hoja de los Cítricos. SAGAR Guadalajara, Jalisco. Pp. 5-10.
- Ruiz-Cancino, E.; Martínez-Bernal, C. M.; Coronado-Blanco, J. M.; Mateos-Crespo, J. R. y Peña, J. E. 2001. Himenópteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Tamaulipas y norte de Veracruz, México, con una clave para las especies. *Folia Entomol. Mex.* 40:83-90.
- SAGARPA. 1999. Tenencia de la tierra del municipio de Autlán de Navarro. Distrito de Desarrollo Rural No. V. El Grullo, Jalisco.
- Sánchez, J.; Cermeli, M. y Morales, P. 2002. Ciclo biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Entomotropica*. 17: 167-172.
- Schauff, M. E.; LaSalle, J. and Wijesekara, G. A. 1998. The genera of Chalcid Parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Natural History*. 32: 1001-1056.
- Van Mele, P.; Cuc, N.T.T. and Van Huis, A. 2002. Direct and indirect influences of the weaver ant *Oecophylla smaragdina* on citrus farmers' pest perceptions and management practices in the Mekong Delta, Vietnam *International Journal of Pest Management*. 48: 225-232.
- Vércher, R.; Costa-Comelles, J.; Marzal, C. and García-Mari, F. 2005. Recruitment of native parasitoid species by the invading leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on citrus in Spain. *Environmental Entomology*. 34: 1129-1138.

Recibido: Diciembre 13, 2005

Aceptado: Marzo 7, 2006

Análisis de la pesquería de langosta *Panulirus inflatus* en la costa de Jalisco, México (marzo de 2002 a diciembre de 2003)

Analysis of the lobster *Panulirus inflatus* fishery in the coast of Jalisco, México (March 2002 to December 2003)

Puente-Gómez, M.; Espino-Barr, E.;* Cabral-Solís, E. G. y García-Boa, A.

CRIP-Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, C.P. 28200, México

*Correspondencia: elespino@bay.net.mx / escama@webtelmex.net.mx

Resumen

Con la finalidad de conocer el estado actual del recurso pesquero langosta, se realizó este estudio que presenta resultados preliminares del trabajo de campo en la costa Sur de Jalisco (de Punta Pérula a Barra de Navidad), de marzo de 2002 a diciembre de 2003; en él, se midieron, pesaron y anotaron su sexo a 173 organismos. Éstos, fueron colectados con gancho por buzos que trabajaron de 4 a 6 horas diarias en la captura de esta especie. La longitud del cefalotórax (Lc) de las langostas se encontró entre 2.40 a 19.70 cm, con una media de 9.55 cm (± 2.339 de desviación estándar) y una moda de 10.0 cm. El 50% de los organismos presentó más de 9.0 cm de Lc y pesó más de 500 g: sólo el 13% midió menos de 8.25 cm, la talla mínima legal. Las relaciones morfométricas mostraron un crecimiento alométrico negativo entre la longitud total y la del cefalotórax de $b = 0.804$ y entre el peso y la longitud del cefalotórax de $b = 2.488$. La proporción sexual hembra:macho fue de 1:1; y las hembras maduras se observaron en abril y mayo. La captura de langosta varió entre 2 y 250 t

Abstract

Preliminary results on a lobster study carried out in the southern coast of Jalisco (from Punta Pérula to Barra de Navidad), from March 2002 to December 2003 are presented. During these months 173 individuals were measured, weighted and sexed. Organisms were captured with a hook on a pole by divers that usually work from 4 to 6 hours daily in the fishing of this species. The lobster sizes were from 2.40 to 19.70 cm cephalothorax length (Lc), with an average of 9.55 (± 2.339) cm and a mode of 10.0 cm. Fifty-percent of the organisms were over 9.0 cm of Lc and 500 g of weight; 13% were under 8.25 cm, which is the minimum legal length. The morphometric relations showed a negative allometric growth between total and cephalothorax length of $b = 0.804$ and between the weight and cephalothorax length of $b = 2.488$. The sex ratio female:male was of 1:1.15 and mature females were observed in April and May. The lobster annual catch varied from 2 to 250 tons, with an average of 33 t between 1972 and 2001, with a negative trend toward the last years. In the last 5 years an average of 13

anuales entre 1972 y 2001, con un promedio de 33 t, con una tendencia negativa. Entre 1997 y 2001, se capturaron 13 t anuales en promedio. Es posible que por falta de permisos de pesca no se esté registrando la captura correctamente. La CPUE promedio estimada fue de 13 kg/viaje.

Palabras clave

Langosta, *Panulirus inflatus*, distribución de tallas, pesquería, CPUE, Jalisco, México.

t has been captured. The lack of fishing permits have omitted the catch registration. The CPUE was calculated as 13 kg/trip.

Key words

Lobster, *Panulirus inflatus*, size distribution, fishery, CPUE, Jalisco, México.

Introducción

La langosta, crustáceo que forma parte de comunidades bentónicas tropicales, pertenece a la familia Palinuridae; habita en fondos rocosos y en arrecifes coralinos o de piedra, en zonas cuya profundidad es menor a 100 m, aunque esta distribución varía de acuerdo a la especie. Son de hábitos nocturnos y omnívoros [Gracia, 1985; Hendrickx, 1995]. El ciclo de vida consta de una época larvaria planctónica pelágica; posteriormente, la postlarva y el juvenil habitan las aguas costeras [Lewis, 1964; Holthius, 1991].

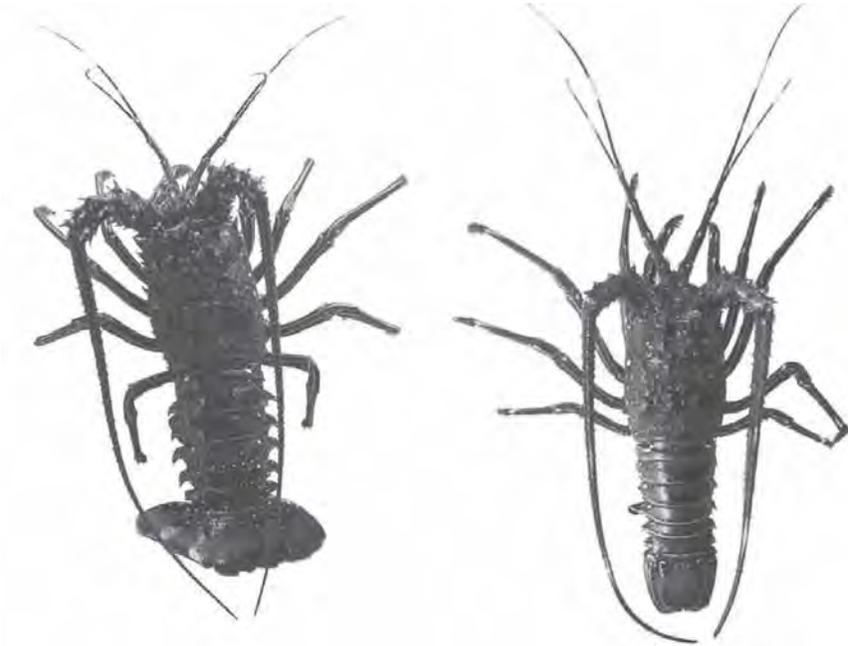
Ecológicamente, los palinúridos son un importante eslabón en la trama alimenticia, porque se encuentran desde zonas profundas hasta intermareales. En las aguas poco profundas, las langostas espinosas son depredadores de diversos organismos bentónicos como almejas, ostiones, caracoles y erizos [Holthius, 1991].

En el Pacífico mexicano y en particular en la costa de Jalisco, se encuentran representantes de la familia Palinuridae: langosta azul o *Panulirus inflatus* [Bouvier, 1895] (99%) (Figura 1a) y en langosta verde o *P. gracilis* [Bouvier, 1895] (1%) (Figura 1b). Su distribución geográfica abarca desde el sur de Baja California y Sinaloa hasta el Golfo de Tehuantepec. La primera, habita fondos rocosos, de aguas claras y tropicales; y la segunda, tiene preferencia por zonas arenosas. Hay una tercera, (*P. penicillatus*), que habita principalmente en las Islas Revillagigedo se observa muy esporádicamente en la costa continental [Guzmán del Proo, 1992]. La especie más abundante en la costa de Jalisco es *P. inflatus*, aunque también se encuentran esporádicamente representantes de las otras dos.

Los métodos de pesca varían entre las regiones geográficas: en Florida se utilizan trampas de madera lastradas con concreto para capturar organismos de *P. guttatus*, aunque también se colectan por buceo con snorkel y aletas. El pescador utiliza guantes y bucea de noche a 3 m de profundidad [Caillonet *et al.*, 1971]. En México, los métodos varían según la latitud de la que se extrae.

En los estados del Norte del país se utilizan, normalmente, trampas construidas con alambre galvanizado, plástico y madera [Chapa-Saldaña, 1964; Ayala-Martínez *et al.*, 1988; Vega-Velázquez *et al.*, 2000]. En Baja California Sur se han empleado, tradicionalmente, trampas de madera [Van Zalinge y Holguín Quiñónez, 1973; Vega-Velázquez *et al.*, 2000].

Figura 1a) Langosta azul *Panulirus inflatus* y b) Langosta verde o playera *Panulirus gracilis*.



En los estados costeros del Pacífico centro mexicano, los pescadores, habitualmente, utilizan equipo básico de buceo y capturan langosta y otros recursos pesqueros comercializables. En la costa de Guerrero se bucea o se utiliza redes agalleras [Briónes *et al.*, 1981; Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2005]. Los pescadores se desplazan diariamente a las zonas de captura en embarcaciones menores o medianas con motores estacionarios y autonomía por varios días.

Por el alto valor en el mercado y la gran aceptación tanto en el mercado nacional como el internacional, la langosta constituye uno de los recursos pesqueros más rentables en México. Sin embargo, debido a la falta de una buena organización de la pesquería y a los diversos métodos y artes utilizados, gran parte de las capturas no son

debidamente registradas, lo que no permite conocer los niveles de captura del recurso [Vega-Velázquez *et al.*, 1992, 2000; Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2005]. Por otro lado, la pesca ha sido regulada con base en estudios realizados en Baja California Sur, donde se registra el mayor volumen de captura de langosta. Este estado aportó el 78% del total nacional en 1972 [Van Zalinge y Holguín Quiñónez, 1973] y el 65% en 1999 [SEMARNAP, 2000].

El reglamento para la pesca de langosta está incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-PESC-006-1993 y en el *Diario Oficial de la Federación* [31/12/1993 y 31/04/1995], donde se establece la veda temporal a las especies: langosta azul (*P. inflatus*) y langosta verde (*P. gracilis*), del 1 de julio al 30 de noviembre. También se declara que la talla mínima de captura para estas dos especies es de 82.5 mm de longitud de cefalotórax, en el Pacífico norte y hasta Colima; y de 75 mm, de Michoacán a Chiapas [*Diario Oficial*, 2004].

Un muestreo de 20 meses, efectuado en la zona de Punta Pérula a Careyes, costa de Jalisco [Ríos Jara *et al.*, 2001], dio como resultado una base de datos de organismos que midieron entre 6.5 y 20.3 cm de cefalotórax, con una media de 12.3 cm. Estos autores encontraron pocos juveniles y una mayor abundancia de organismos maduros y viejos. De acuerdo con estos resultados, Ríos-Jara y colaboradores [2001], sugirieron que la pesca no había alcanzado el nivel de equilibrio y podría aún encontrarse lejos de la afectación de la población, por lo que debe monitorearse.

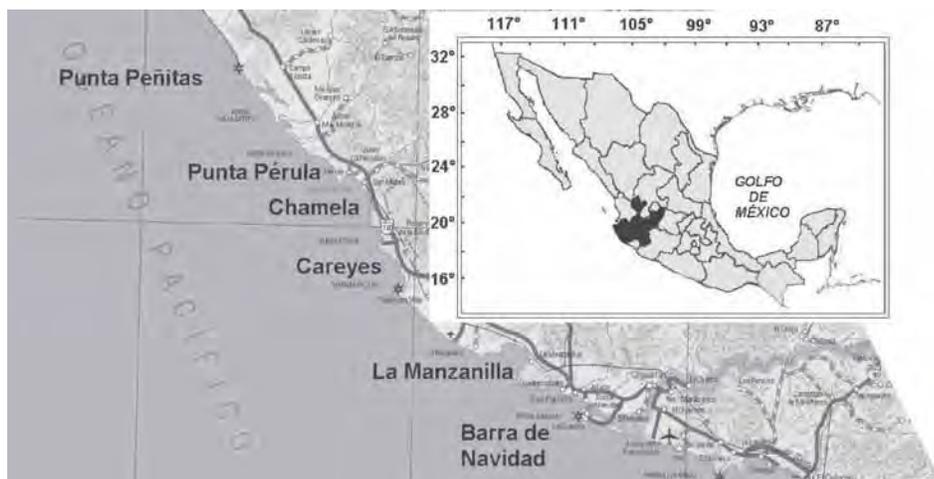
Con la finalidad de apoyar la posibilidad de que los pescadores interesados obtengan permiso de pesca comercial de langosta y se recabe la información técnica necesaria para la administración y regulación del recurso, se inició este estudio biológico-pesquero, para conocer el estado actual de la población por medio de muestreos, cálculo de parámetros morfométricos, análisis de la distribución de las tallas, proporción de sexos y las épocas de maduración gonadal. Asimismo, se hace un análisis de la información pesquera que se recabó.

Material y métodos

Obtención de datos

Se llevaron a cabo muestreos (durante una semana al mes), de abril de 2002 a diciembre de 2003, de la captura comercial de la langosta *Panulirus inflatus*, en cinco localidades de la costa sur de Jalisco (Barra de Navidad a Punta Pérula) (Figura 2). Asimismo, se recopiló información de la pesquería de los anuarios estadísticos de pesca (1972 a 2001), y a través de las estadísticas oficiales de los avisos de arribo de Barra de Navidad, de 1992 a 2003. También se copiaron los datos de la captura por embarcación, de los libros de registro o nóminas de cuatro de las cinco cooperativas.

Figura 2. Zona de estudio: costa Sur del estado de Jalisco (INEGI, 2000).



Relaciones biométricas

Se colectaron 173 organismos que fueron pesados (g) con una báscula digital y se midieron con un ictiómetro (cm), tomando las longitudes total y del cefalotórax.

La información obtenida permitió realizar histogramas de distribución de frecuencias de tallas, así como los cálculos para estimar los parámetros de los modelos que representan las relaciones: longitud total (Lt)-longitud del cefalotórax (Lc) y peso (P)-longitud del cefalotórax (Lc). Se aplicaron pruebas de hipótesis con “t” de student modificado, para determinar si el coeficiente fue diferente de 1 en la relación Lt vs Lc, y diferente de 3 entre P vs Lc.

Proporción de sexos y madurez reproductiva

La determinación del sexo de 101 individuos se llevó a cabo mediante la inspección visual y se diferenciaron las hembras con el espermatóforo (comúnmente conocido como “parche”), en la base ventral del cefalotórax, y con la masa ovígera adherida a los pleópodos (“ovadas”) [Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1992]. El estadio de madurez que se determinó con base en la escala cromática descrita por Tapia-Vázquez *et al.* [1997]. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía [Mendenhall, 1987; Zar, 1996], para determinar la existencia de diferencias entre la talla de los individuos de diferente sexo.

Esfuerzo pesquero

Se describe la serie de tiempo de captura registrada en las estadísticas pesqueras oficiales [Ramírez-Granados, 1977; DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002].

Utilizando los datos recabados directamente en campo, y a través de los registros de captura de cinco cooperativas, se estimó la captura por viaje promedio mensual (enero de 2002 a diciembre de 2003). Este valor se consideró como la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), con base en el trabajo de González-Becerril *et al.* [2000].

Resultados

Relaciones biométricas

En el Cuadro 1 se resumen los valores de las biometrías de campo, de 173 organismos de *P. inflatus*, donde se observa la amplia distribución de los tamaños de los organismos presentes en la captura.

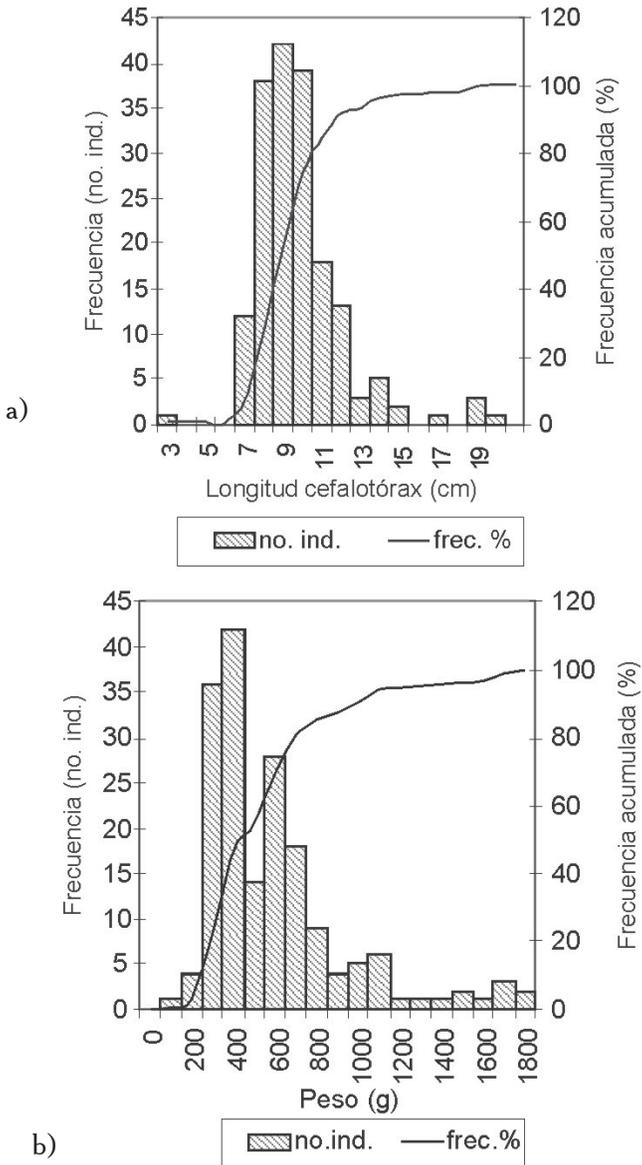
Cuadro 1. Valores biométricos de las langostas *P. inflatus* analizadas durante el estudio.

	Longitud cefalotórax (cm)	Longitud total (cm)	Peso (g)
Promedio	9.55 ± 2.339	23.66 ± 4.565	536.75 ± 327.972
Máximo	19.70	34.00	1740.00
Mínimo	2.40	6.50	62.00
Moda	10.00	21.50	290.00
<i>n</i>	173		

Número seguido de ± es la desviación estándar.

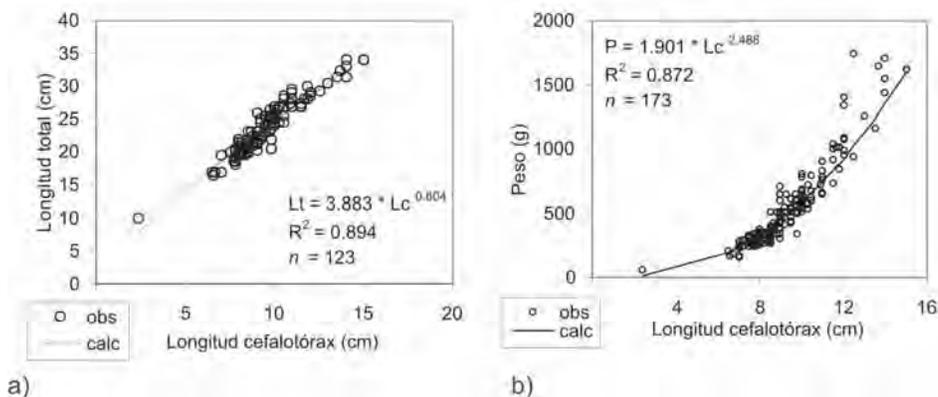
La longitud del cefalotórax varió de 2.4 a 19.7 cm, con una moda de 10 cm (Figura 3a); la longitud total de 6.5 a 34.0 cm y el peso de 62 a 1.740 gramos (Figura 3b). La frecuencia acumulada de la talla muestra que el 50% de los individuos midió más de 9 cm y pesó más de medio kilogramo. El 13 % de los organismos muestreados se capturaron a una talla inferior a la mínima establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM 006-PESC-1993, de 8.25 cm [Diario Oficial, 2004].

Figura 3. Distribución de frecuencia de: a) longitud cefalotórax y b) peso, y de las frecuencias acumuladas, de *P. inflatus* de la costa sur de Jalisco; n = 173.



Las relaciones biométricas Lc-Lt y Lt-P, se observan en la Figura 4; en ambos casos, el modelo potencial explica más del 80% de la variación de los resultados. Ambas relaciones fueron alométricas negativas, es decir, que la cola y el peso aumentaron proporcionalmente más que el cefalotórax.

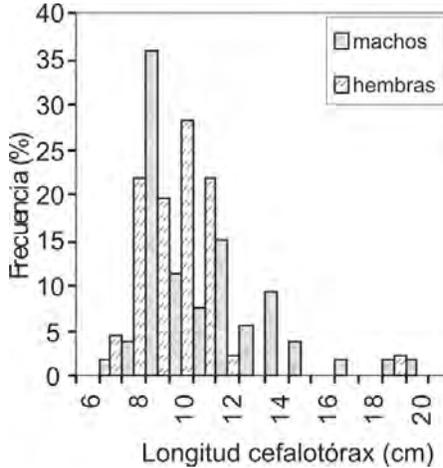
Figura 4. Relaciones morfométricas con los datos observados y los calculados y coeficiente de determinación (R^2): a) longitud cefalotórax (Lc) vs longitud total (Lt); b) longitud cefalotórax (Lc) vs peso (P).



Proporción de sexos

Se determinó el sexo de 101 organismos; de los cuales, 48 fueron hembras y 53 machos. Las primeras, presentaron una longitud de cefalotórax promedio de 9.43 cm (desviación estándar DE: 1.86); y los machos, de 10.86 (DE: 2.77); aunque la moda fue mayor para las hembras (Figura 5). El ANDEVA indicó que no hubo diferencia significativa entre la longitud del cefalotórax de las hembras y machos ($F_{(1,26)} = 0.07$; $P > 0.05$). La relación hembra:macho fue de 1:1.15, la cual no fue estadísticamente diferente de la relación 1:1 ($\chi^2 = 0.0101$, $P > 0.05$). La mayoría de los organismos se observaron en los meses de abril y mayo; durante éstos, se encontraron en las fases III, IV y V de madurez gonádica.

Figura 5. Comparación de la distribución de frecuencia de tallas de hembras y machos.



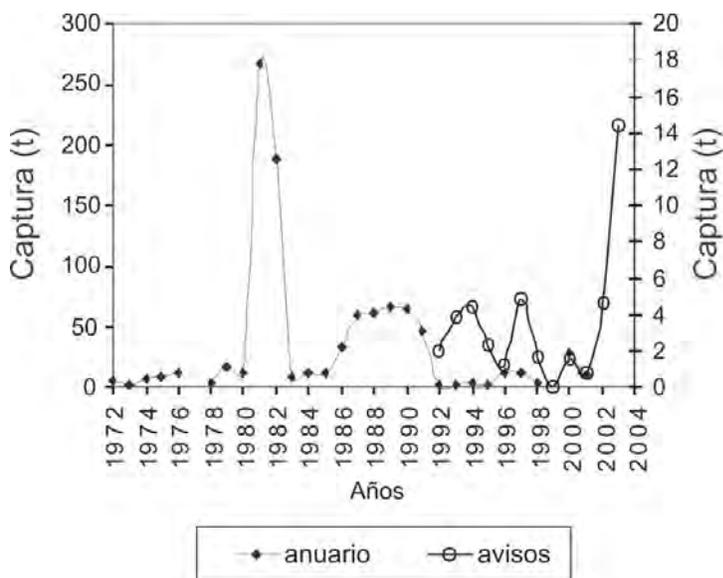
Hembras: n = 46 y machos n = 53.

Aspectos pesqueros

En la pesca de langosta se utilizan, en Jalisco, 30 embarcaciones de 10 a 14 metros de eslora, con motor fuera de borda de 45 cf (caballos de fuerza) en promedio. Los buzos llevan a bordo un compresor y mangueras que suministran aire al buzo que va nadando en el fondo. Tradicionalmente se utiliza un gancho (anzuelo 2 amarrado a una barra metálica de 0.5 a 1 m de longitud), o se colecta el producto a mano. Durante este proceso, el pescador va recogiendo otros organismos que puede comercializar. En ocasiones, utilizan el arpón para capturar peces de gran tamaño.

Las capturas registradas en los Anuarios Estadísticos de Pesca (Figura 6) muestran variaciones muy marcadas entre 1972 y 2001 (2 a 267 t), con un promedio de 33 t anuales; en 1981 y 1982 hubo capturas extraordinarias de 267 y 188 t. Si se eliminan estos dos valores, el promedio de capturas es de 19 t. En los últimos 5 años, de la serie de tiempo analizada, se registraron —en promedio— 13 t. Los registros de captura no distinguen las especies, pero puede suponerse que el 99% es de *P. inflatus*, como se constató en el muestreo. Las capturas que se registraron en los avisos de arribo, van de 770 kg a 14.5 toneladas anuales. En los últimos años han empezado a aumentar los montos registrados (Figura 6).

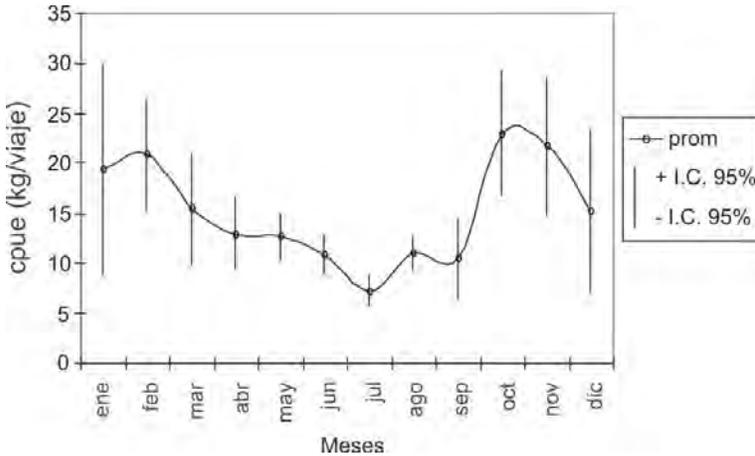
Figura 6. Captura anual de langosta en la costa de Jalisco de 1972 a 2001.



Fuente: Del eje de la izquierda: de 1972 a 1976 (Ramírez-Granados, 1977); 1978 en adelante, obtenidos de los Anuarios Estadísticos de Pesca (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002). Eje de la derecha: avisos de arribo de Jalisco, de 1992 a 2003.

Se analizaron 832 registros de CPUE, obtenidos en cinco cooperativas. Durante todos los meses del año se registraron capturas. Los valores promedio (mensuales), se incrementaron en enero, febrero, octubre y noviembre (Fig. 7); los intervalos de confianza mensuales de 95%, muestran que existe gran variabilidad dentro y entre meses. La captura de langosta varió entre 1.5 kg y 138 kg por viaje, con un promedio de 13 kg/viaje. La langosta es una pesquería dirigida, pero la proporción de su captura varía entre 2% y 100% de la captura por viaje, característica de una pesquería multiespecífica; ya el pescador trae consigo otras especies como: pulpo, caracoles, almejas y peces. En junio y julio, las especies incidentales representaron menos del 30% en promedio; y de octubre a febrero, más del 50%.

Figura 7. Captura por unidad de esfuerzo (kg por viaje), promedio mensual e intervalo de confianza de 95% de confianza, de langosta *P. inflatus* en la costa sur de Jalisco.



Discusión

Estructura de talla y peso

En términos de captura comercial, comparada con otras, en Jalisco se presentan promedios de longitud del cefalotórax mayores; por ejemplo, para el caso de las poblaciones capturadas en Zihuatanejo (Guerrero), Weinborn [1977], reportó tallas de 3.75 a 9.75 cm de cefalotórax, con un promedio de 5.55 cm; y Briones-Fourzán *et al.* [1981], un intervalo de 5.5 a 12 cm. Más recientemente, Pérez-González *et al.* [1992], encontraron -en Sinaloa- tallas de 7.2 a 8.1 cm; en tanto, Pérez-González *et al.* [2003], de 3.8 a 11.2 cm, con un promedio de 6.9 cm de Lc en la costa de Nayarit. En la costa de Jalisco, Juárez *et al.* [en prensa], encontraron un intervalo de tallas de 6.5 a 20.3 cm de Lc y promedio de 12.3 cm. Las variaciones entre los resultados pueden deberse a la forma de pesca, ya que en algunos lugares se usa la red agallera (como en Nayarit y Sinaloa) y en las otras, el buceo. Las trampas no se utilizan en Jalisco, ya que no han dado resultado debido, posiblemente, a los hábitos de la langosta de guarecerse en zonas rocosas y a su baja densidad [Ríos-Jara *et al.*, 2001].

Proporción hembra-macho

Los resultados fueron similares a los obtenidos por Weinborn [1977] y Juárez-Carrillo *et al.* [en prensa], pero difirieron de otros estudios, como el de Briones-Fourzán *et al.* [1981], quienes reportaron proporciones de 2:1. Este trabajo es preliminar y se deberá continuar para confirmar este valor.

La porción de la población que se está capturando, arriba de los 9 cm de longitud del cefalotórax, son tallas que se han reproducido al menos en una ocasión [Ríos-Jara *et al.*, 2001]. Se observaron hembras en estadio de madurez —en los meses de abril y mayo— a partir de 8 cm de longitud de cefalotórax.

Aspectos pesqueros

En la costa de Jalisco existe -por tradición- la captura de langostas, representantes de *P. inflatus*, principalmente; y en menor proporción, de *P. gracilis* [Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990; Martínez-González *et al.*, 2002; Espino-Barr *et al.*, 2003a; Espino-Barr *et al.*, 2004]. Las estadísticas pesqueras consultadas mostraron que la captura se empezó a registrar a partir del año de 1972, mientras que en Colima desde 1971; en Guerrero, desde 1960 [Ramírez-Granados, 1977]; y en Nayarit, a partir de 1983 [SEPESCA, 1985 a].

En Jalisco había 10 permisos para la pesca comercial de langosta en los 80's [Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990]; desde el año 2000, solamente existe uno para 3 embarcaciones [Martínez-González *et al.*, 2002; Espino-Barr *et al.*, 2003b], lo cual incrementa la pesca furtiva y por ello, las pequeñas cantidades incluidas en los registros oficiales sugieren que el recurso se ha agotado.

El trabajo del buzo se asemeja al de un recolector que dirige su esfuerzo a lo que encuentra en su recorrido. Una pesquería se define en base a la especie objetivo. En este caso, puede ser confusa, ya que aunque se considera como la especie objetivo, la proporción de la captura que corresponde a la langosta, varía entre el 2 y el 100% por viaje de pesca. Juárez-Carrillo *et al.* [en prensa], encontraron que hace algunos años, la pesca de langosta era una actividad de oportunidad e incidental. Estos autores consideraron al viaje como la unidad de esfuerzo y encontraron valores promedio de 13 kg, similares a los de este trabajo. En el caso de Nayarit, Pérez-González *et al.* [2003], encontraron que con red agallera con luz de malla de 3 pulgadas, la CPUE fue de 3 kg/viaje y buceando de 5.7 kg/viaje; además, que las tallas capturadas eran inferiores a la talla legal, por lo que debían tomarse medidas para proteger el recurso.

Conclusiones

La población de langosta analizada presenta características de una población sana, ya que se observaron individuos desde 62 hasta 1,740 g; y la talla de la mayoría de los organismos fue superior a los 9 cm de longitud de cefalotórax.

Hay 30 embarcaciones (tres con permiso de pesca comercial), cuyos pescadores bucean en busca de langosta y además, obtienen otras especies como pulpo, caracol, *callo de hacha*, pargos, *botas*, *loras* y *puercos*, lo que denota una captura multiespecífica.

La captura por viaje promedio o jornada es de 13 kg, con intervalos de 1.5 a 10.6 kg; es importante monitorear la CPUE para detectar los cambios que representen un aumento excesivo en la presión de pesca.

Para regular la pesquería en Jalisco, es necesario otorgar un número limitado de permisos de pesca, acompañado de un proyecto de investigación, que aporte el resultado de los niveles de esfuerzo pesquero óptimo y que compare los diferentes métodos de captura. Se sugiere regular las tallas de primera captura para que las langostas juveniles no sean capturadas con fines comerciales, porque esto va en detrimento del recurso.

Literatura citada

- Ayala-Martínez, Y.; González-Avilés, J. y Espinoza-Castro, G. 1988. *Biología y Pesca de langosta en el Pacífico Mexicano* 251-296. En: Recursos Pesquero Mexicanos. XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. México, Secretaría de Pesca, D. F. 661 pp.
- Briones-Fourzán, P.; Lozano-Álvarez, E.; Martínez-Guerrero, A. y Cortés, A. S. 1981. *Aspectos generales de la biología y pesca de la langosta en Zihuatanejo, Guerrero, México (Crustácea: Palinuridae)*. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 8(1):79-102.
- Briones-Fourzán, P. y Lozano-Álvarez, E. 1992. *Aspects of the reproduction of Panulirus inflatus (Bouvier) and Panulirus gracilis Streets (Decapoda:Palinuridae) from the Pacific Coast of México*. J. Crustacean Biol. 12(1): 41-50.
- Caillonet, C.W.; Beardley, G. L. y Chitty, N. 1971. *Notes on size, sex ratio, and spawning of the spiny lobster Panulirus guttatus (Latreille), near Miami Beach, Florida*. Bull. of Marine Science. 21 (4):944-951.
- Chapa-Saldaña, H. 1964. *Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su pesquería*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Publicación 6: 68 pp.
- DEPESCA. 1980. *Anuario Estadístico de Pesca 1978*. Departamento de Pesca, 361 pp.
- DEPESCA. 1981. *Anuario Estadístico de Pesca 1980*. Departamento de Pesca, 800 pp.
- Diario Oficial. 2004. *Carta Nacional Pesquera*. Diario Oficial de la Federación, 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección, 128 pp.
- Espino-Barr, E.; Cruz-Romero, M. y García-Boa, A. 2003a. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, CRIP-Manzanillo, ISBN 970-9000-23-3, 106 pp.
- Espino-Barr, E.; Cabral-Solís, E. G.; García-Boa, A. y Puente-Gómez, M. 2003b. *Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco*. Informe de Investigación. SAGARPA/INP, CRIP-Manzanillo, 52 pp.
- Espino-Barr, E.; Cabral-Solís, E. G.; García-Boa, A. y Puente-Gómez, M. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. SAGARPA-INP, ISBN-968-800-570-3, México, 145 pp.

- González-Becerril, A.; Espino-Barr, E.; Cruz-Romero, M. y Ruiz-Luna, A. 2000. *Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México*. Ciencias Marinas. 26(1): 113-124.
- Gracia, A. 1985. *Seasonal variation of the fecundity of the lobster Panulirus inflatus (Bouvier 1895) (Crustacea:Decapoda:Palinuridae)*. Ciencias Marinas. 11(1):7-27.
- Gutiérrez-Zavala, R. M. y Cabrera-Mancilla, E. 2005. *Estado de salud de la langosta Panulirus inflatus en la costa de Guerrero, México*. Informe interno. SAGARPA-INP, 22 pp.
- Guzmán del Proo, S. (Ed.) 1992. *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California, 25-29 de nov. 1991*, La Paz, B. C. S. Secretaría de Pesca e Instituto Politécnico Nacional. México, 212 pp.
- Hendrickx, M. E. 1995. *Introducción*. 1-7 pp. En: Fischer, W.; F. Krupp, W. Scheneider; C. Sommer; K. E. Carpenter y V.H. Niem 1995. *Pacífico Centro Oriental, Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Vol. II y III: 1,200 pp.
- Holthius, L. B. 1991. *Marine Lobsters of the World*. FAO. 13:292 pp.
- INEGI, 2000. *Imagen cartográfica digital. Condensados estatales*. Topográficos Serie II, CD.
- Juárez-Carrillo, E.; Ríos-Jara, E.; López-Urriarte, E.; Gómez-Márquez, J. L. y Espino-Barr, E. (en prensa). *Biología y pesca de la langosta azul Panulirus inflatus en la costa central de Jalisco*. 33 p. En: Jiménez Quiroz, M. C. y E. Espino-Barr, *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, México, 400 pp.
- Lewis, J. R. 1964. *The ecology of rocky shores*. The English Univ. Press London, England. 323 pp.
- Martínez-González, G.; Baiza-Serrano, F. R.; García-Carvajal, V. y Peña-Ramírez, I. 2002. *Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco*. Documento interno de la subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, 3 pp.
- Mendenhall, W. 1987. *Introduction to probability and statistics*. PWS-Kent Publishing Co. USA, 884 pp.
- Pérez-González, R.; Flores-Campaña, L. M. y Núñez-Pasten, A. 1992. *Análisis de la distribución de tallas, captura y esfuerzo en la pesquería de las langostas Panulirus inflatus (Bouvier, 1895) y P. gracilis Streets, 1871 (Decapoda:Palinuridae) en las costas de Sinaloa, México*. Proc. San Diego Soc. Nat. History, 15: 1-5.
- Pérez-González, R.; Rapia Hernández, F. J.; Valadez-Manzano, L. M.; Mejía Sarmiento, B. y Muñoz García, I. R. 2003. *Diagnóstico y perspectivas de aprovechamiento del recurso langosta en la costa centro-sur de Nayarit*. Informe final del proyecto. Universidad Autónoma de Sinaloa, Gobierno del estado de Nayarit, Secretaría de Desarrollo Rural. 204 pp.
- Ramírez-Granados, R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima*. DEPES, México, D. F., Tomo 2: 269-368.
- Ríos-Jara, E.; Pérez-Peña, M.; Juárez-Carrillo, E.; López-Urriarte, E.; Enciso-Padilla, I.; Robles-Jarero, G. y Espino-Barr, E. 2001. *Evaluación de los principales recursos pesqueros de Jalisco y Colima, México (especies de huachinango, pulpo, langosta, pepino de mar y caracol)*. Informe técnico final de SIMORELOS-CONACyT, 200 pp.
- SAGARPA. 2000. *Anuario Estadístico de Pesca 1999*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México, D. F. 280 pp.
- SAGARPA. 2002. *Anuario Estadístico de Pesca 2001*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México, D. F. 290 pp.
- SEMARNAP. 1997. *Anuario Estadístico de Pesca 1996*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241 pp.
- SEMARNAP. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241 pp.

- SEMARNAP. 1999. Anuario Estadístico de Pesca 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241 pp.
- SEMARNAP. 2000. Anuario Estadístico de Pesca 1999. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 271 pp.
- SEPESCA. 1985 a. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 513 pp.
- SEPESCA. 1985 b. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 327 pp.
- SEPESCA. 1985 c. Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 338 pp.
- Tapia-Vázquez, O. M.; Castro-González, J. J.; Montes-Pérez, M. I. e Inda-Presichi, E. E. 1997. Curso teórico-práctico: *Determinación de la madurez y fecundidad en especies de importancia comercial*. Fac. CCIAS, UABC y CRIP-Ensenada, INP. 51 pp.
- Vega-Velásquez, A.; Espinoza-Castro, G.; Castro Aguirre, C.; León Carballo, G.; Turrubiates-Morales, J. R. y Reineke Reyes, M. A. 1992. *Variación espacio-temporal de la estructura poblacional e índices de abundancia relativa y su relación con el proceso de reclutamiento de las langostas (Panulirus spp.), en el litoral occidental de Baja California Sur*. P. 45 In: Guzmán del Proo, S. (Ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California, 25-29 de Nov. 1991*, La Paz, B.C.S. Secretaría de Pesca e Instituto Politécnico Nacional. México 212 pp.
- Vega-Velásquez, A.; Gómez-Rojo, C.; Espinoza-Castro, G. y Sierra-Rodríguez, P. 2000. *Langosta de Baja California*. p. 265-297. En: Aguilar-Ibarra, A.; P. Arenas-Fuentes y L. Beléndez-Moreno. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998*. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México 690 pp.
- Villaseñor-Anguiano, S. y García de Quevedo, R. 1990. *La Universidad de Guadalajara y la pesca en Jalisco*. Informe Interno, U. de G. 74 pp.
- Weinborn, J. A. 1977. *Estudios preliminares de la biología, ecología y semicultivo de los Palinúridos de Zihuatanejo Guerrero, México. Panulirus gracilis Streets y Panulirus inflatus (Bouvier 1895)*. An. Inst Cienc. Mar Limnol. UNAM, México. 4 (1) 27-78.
- Zalinge Van, N. P. y Holguín-Quiñones, O. 1973. *Relaciones de la longitud de carapacho, peso total y peso de la cola de las langostas Panulirus inflatus (Bouvier 1895) y Panulirus interruptus (Randall 1840), del territorio de Baja California. Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México*. CEPM 5. Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros de México. PNUD/FAC. Instituto Nacional de la Pesca. México 11 pp.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3rd ed. Prentice Hall. USA. 662 pp.

Recibido: Enero 23, 2006

Acceptado: Julio 21, 2006



"Αμαρτωλός"

El pequeño cafeto • Adoración Palma García, junio 2006 • 2 manoS • (Calco sobre albanene con tinta permanente a dos manos)

Efecto del nitrógeno y humedad del suelo sobre la concentración foliar de nutrimentos y rendimiento en cultivo de melón

Effect of nitrogen fertilization and soil moisture on the foliar concentration of nutrients and yield in musk melon

Cigales-Rivero, M. R.;¹* Pérez-Zamora, O.;² y Pérez-Castro, K. G.³

¹Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario-Universidad de Colima, km 40, Autopista Colima-Manzanillo.

²Programa de Hortalizas Campo Experimental Tecomán. INIFAP, km 34.5, Autopista Colima-Manzanillo.

³Universidad de Guadalajara, km 1.5, Carretera Ciudad Guzmán-Guadalajara.

*Correspondencia: mcigales@uocol.mx

Resumen

El melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) es una hortaliza muy importante; sin embargo, aún no se cuenta con una guía para el manejo de la fertilización nitrogenada y la humedad del suelo que permita mantener un estado nutrimental adecuado y se refleje en el rendimiento y calidad de la fruta. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cuatro dosis de fertilización nitrogenada y tres niveles de humedad del suelo sobre la concentración foliar de ocho nutrimentos y su relación con el rendimiento y calidad del fruto. Los resultados obtenidos mostraron un efecto no significativo ($p=0.05$) de los tratamientos en la concentración foliar de los nutrimentos estudiados. Con relación a la concentración recomendada en trabajos anteriores para cada nutrimento, se observó que las concentraciones de N, P, K y Cu, se ubicaron en el nivel de suficiencia; Mg, Mn y Fe, en los niveles de alto a excesivo; y Ca, en el nivel de deficiencia. La concentración de K correlacionó positivamente con el rendimiento de fruta de

Abstract

Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.) is the most important horticultural crop. However has not been established a nitrogen fertilization and soil moisture guidance for maintaining an adequate nutrimental state that relates with yield and fruit quality. In this research work, were studied the effect of four nitrogen doses fertilizations and three soil moisture levels on the foliar concentrations of eight plant nutrients and their relationship with yield and fruit quality. Findings showed that no statistical significant differences were observed between treatments on the foliar concentrations; with respect to the level nutrimental recommended for each one of nutrients, it was observed that N, P, K and Cu were inside the sufficiency level; while Mg, Mn and Fe were found in the interval for excessive level and Ca in the deficiency side. Fruit yield and quality were highly correlated with K concentration. In conclusion, findings let to know that foliar nutrient concentrations are not useful indicator for estimating yield and fruit quality, but

alta calidad. Estos resultados permiten concluir que la concentración foliar de los nutrimentos no es un indicador útil para estimar el rendimiento y la calidad de fruta, pero sí lo es para aplicar un manejo de la nutrición y la humedad del suelo.

Palabras clave

P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, rendimiento, calidad de fruto, humedad del suelo.

they are for a management of nutrient and soil moisture that let the crop of the adequate levels.

Key words

P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, yield, fruit quality, soil moisture.

Introducción

El melón (*Cucumis melo* L.) al igual que otras hortalizas, tiene una alta demanda de nutrimentos en un periodo corto, por lo que las concentraciones en el follaje—durante las etapas de desarrollo vegetativo y producción del fruto— deben ser superiores a las observadas en otros cultivos. Algunos estudios sobre los niveles deseables de concentración nutrimental en las hojas, para un buen rendimiento comercial en cultivo de melón, han establecido valores indicativos. Mientras que Geraldson y Tyler [1990], consideran únicamente un nivel de suficiencia para los diferentes nutrimentos, Hochmuth [1992] indica como necesario considerar tres niveles en dos etapas de crecimiento, para diagnosticar el estado de nutrición del cultivo (Cuadro 3). Estos valores de concentración nutrimental son únicamente guías de referencia, ya que el rendimiento y calidad del melón se alteran con variaciones en el ambiente donde crecen las raíces como son: la cantidad de materia orgánica, la aplicación de fertilizantes, la humedad del suelo y la composición del ambiente iónico radicular, la que depende de los complejos de intercambio catiónico y del tipo de suelo. Cualquier variación en cantidad, colocación o fuente de fertilización, produce cambios en el ambiente iónico de las raíces. El riego y los diferentes niveles de humedad del suelo alteran la concentración y movimiento iónico de elementos que se mueven por flujo de masas como el Ca o por difusión como el K y, en consecuencia, determinan la concentración en la hoja [Geraldson y Tyler, 1990; Engels y Marschner, 1995; Bett-Garber *et al.*, 2005].

En el estado de Colima, el rendimiento comercial de fruta de melón Cantaloupe, varía de 28 a 30 Mg ha⁻¹ [Pérez y Cigales, 2001]; sin embargo, algunos estudios demuestran que el manejo eficiente del N y de la humedad del suelo lo incrementa a 80 Mg ha⁻¹ sin detrimento en la calidad de la fruta [Pérez *et al.*, 2003]. Al respecto, Hochmuth [1992] demostró que con riego por goteo, el melón Cantaloupe requiere concentraciones de 150 mg de N L⁻¹ durante las etapas vegetativa y reproductiva.

La hipótesis planteada en este trabajo fue que la fertilización nitrogenada y el nivel de humedad del suelo influyen en el estado nutricional del cultivo de melón; por lo tanto, en el rendimiento y la calidad del fruto de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y de humedad del suelo sobre la concentración foliar de algunos nutrimentos y verificar la utilidad de estas determinaciones como indicadores del rendimiento y la calidad del fruto fresco.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la localidad de Tepames, Colima, ubicada en las coordenadas 19°5.4' latitud norte y 103° 37.5' longitud oeste; y con altura de 535 msnm. El suelo corresponde a la serie Tepames, textura franca, isohipertérmico, Argiustoll Típico. Sus características a 0.40m de profundidad son: pH, 6.68; contenido de materia orgánica, 1.78%; conductividad eléctrica, 0.51 dS m⁻¹; capacidad de campo, 24%; punto de marchitamiento permanente, 12.6%.

Se utilizaron plántulas germinadas en invernadero, de 15 días de edad de la variedad Cantaloupe ovation; se transplantaron a campo en hileras de 1.8 m de ancho y camas cubiertas con plástico negro 25 μ de grosor, elevadas a 0.2 m; la distancia entre plantas fue de 0.25 m. Previo al establecimiento del cultivo se aplicó una lámina de riego de 6 mm.

Todas las unidades experimentales recibieron una fertilización complementaria de 90 kg de N ha⁻¹ a través del sistema de riego del inicio de floración al primer corte de fruto; además, se aplicaron 150 y 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O, respectivamente, como complemento de fertilización fosfatada y potásica basal.

Los tratamientos de fertilización con N y de humedad que se aplicaron al suelo, se muestran en el Cuadro 1. La humedad se midió como tensión de humedad del suelo y se registró, diariamente, a las 7:00 a.m. con 48 tensiómetros marca Irrrometer, Company Riverside, California, colocados a profundidades 0.30 m y 0.60 m. El riego se aplicó por goteo, con goteros espaciados a 0.5 m y con un gasto auto compensable de 2.3 L h⁻¹. Los tratamientos de humedad comenzaron en la etapa de floración (cuando la planta incrementa su demanda de agua) y se terminaron al momento de la primera cosecha de fruta. La cantidad de agua que se aplicó cada día se calculó con base en la tensión de humedad que correspondía a los tratamientos. La lámina total de riego fue de 390, 350 y 320 mm para las tensiones de 10, 25 y 45 kPa, respectivamente.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización y humedad evaluados en melón.

Tratamientos	N (kg ha ⁻¹)	Tensión de humedad (kPa)
1	0	10
2	0	25
3	0	45
4	80	10
5	80	25
6	80	45
7	120	10
8	120	25
9	120	45
10	160	10
11	160	25
12	160	45

Las muestras consideradas para las determinaciones foliares consistieron en 25 hojas tomadas en cada uno de los tratamientos, a los 40 días después del trasplante; se lavaron con agua destilada y ácido clorhídrico diluido y se secaron hasta el peso constante a 70°C, durante 72 h. Posteriormente, se molieron utilizando cuchillas de acero inoxidable en el molino y se tamizaron a través de malla de 2 mm; se molieron por segunda ocasión en un molino de ciclón y se pasaron a través de una malla de 1 mm. Las muestras molidas se almacenaron en bolsas de plástico a 4°C. Para los análisis químicos se incineraron muestras de 1 g en crisoles de porcelana a 600°C por 3 h; luego, se solubilizaron en HCl 2N caliente. Para remover interferencias aniónicas, se llevó a una solución final 0.02 N de lantano [Kidambi *et al.*, 1993]. Las muestras se analizaron por duplicado para Ca, Mg, K, Cu, Mn, Zn y Fe, con técnica de espectrofotometría de absorción atómica [AOAC, 1990]. El N se evaluó con el procedimiento convencional Kjeldahl adaptado para plantas [Purcell y King, 1996]. El P se determinó por el procedimiento propuesto por Rodríguez *et al.* [1994]. La concentración nutrimental obtenida se comparó con las concentraciones nutricionales de referencia propuestas por Geraldson y Tyler [1990]. El rendimiento se cuantificó cosechando dos hileras de 10 m en cada una de las 48 unidades experimentales; se registró el peso y el número de los frutos clasificados en seis categorías de acuerdo a su diáme-

tro. Esta clasificación es la base para determinar el destino de la cosecha, ya sea mercado de exportación, nacional o “rezaga” (sin valor comercial). El nivel de azúcares medido como °Brix, se determinó con un refractómetro manual tomando dos frutos por unidad experimental en siete de los 15 cortes de la cosecha efectuados. Esta determinación, al igual que el diámetro, es un parámetro de la calidad del fruto.

Para el experimento, se usó un diseño experimental de bloques divididos (una variante del diseño de parcelas divididas), el cual se emplea para experimentos factoriales, donde la naturaleza del material experimental o las operaciones involucradas hacen difícil el manejo de todas las combinaciones [Little y Hills, 1978]. Se tomó como factor A, la variable dosis de nitrógeno aplicado (N) y como factor B (subparcelas) la variable tensión de humedad (kPa). Se hizo un arreglo en cuadro latino 4 x 4; en el que las parcelas del factor B se colocaron a través de cada columna; esto es, la columna de la parcela principal se convirtió en “bloque dividido”. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental constó de 36 m² (2 hileras de 1.8 m de ancho y 10 m de longitud). Con los datos registrados se efectuaron análisis de varianza, prueba de comparación de medias (DMS $p = 0.05$) y regresión múltiple, mediante el programa CoHort Software (1995).

Resultados

En el Cuadro 2 se observan los resultados de las determinaciones de concentración foliar de ocho nutrimentos y de la concentración de azúcares medida como °Brix. El análisis de varianza de estos resultados no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.05$) en las parcelas principales ni en la interacción para N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu y °Brix. En cuanto a los niveles de humedad de los tratamientos (subparcelas), a excepción del tratamiento de humedad correspondiente a tensión de 10kPa, en el que la humedad del suelo tuvo un efecto significativo en la concentración del N total de la hoja, tampoco se mostraron diferencias significativas (Cuadro 2). Con respecto a los valores sugeridos por Hochmuth [1992], se observó que los niveles de las concentraciones de N, P, K y Cu, se ubicaron dentro del intervalo de suficiencia nutricional, mientras que la concentración de Ca fue deficiente y Mg, Mn y Fe, tuvieron valores de concentración excesivos.

En todos los frutos de los diferentes tratamientos, el nivel de °Brix, se ubicó en el intervalo de las exigencias impuestas por el mercado de exportación (> 9.0). En este indicador de calidad, tampoco hubo diferencias significativas por efecto de los tratamientos de fertilización nitrogenada.

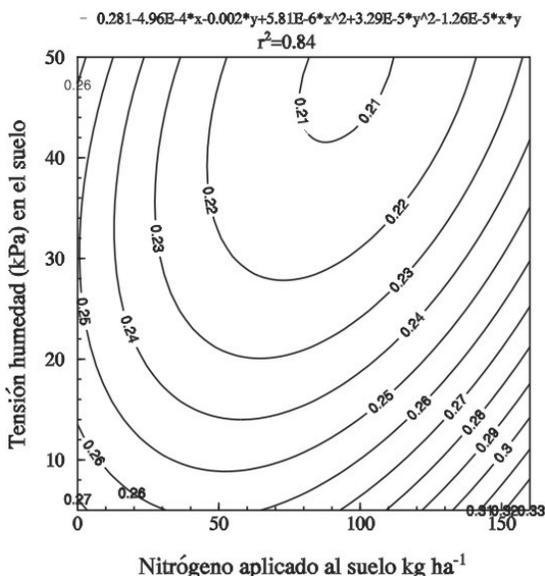
Cuadro 2. Efecto de N y tensión de humedad en °Brix sobre la concentración nutrimental en hojas de melón Cantaloupe.

N (kg ha ⁻¹)	°Brix	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	
		%						mg kg ⁻¹		
0	9.59 ^{a†}	5.18 ^a	0.91 ^a	2.4 ^a	1.48 ^a	1.85 ^a	254 ^a	276 ^a	10.70	
80	9.54 ^a	5.06 ^a	0.99 ^a	2.2 ^a	1.57 ^a	1.94 ^a	269 ^a	262 ^a	10.72	
120	9.73 ^a	5.25 ^a	0.93 ^a	2.3 ^a	1.52 ^a	1.79 ^a	263 ^a	241 ^a	8.37	
160	9.74 ^a	5.00 ^a	0.90 ^a	2.2 ^a	1.50 ^a	1.88 ^a	269 ^a	230 ^a	10.83	
D.M.S.	0.35		0.15	0.20	0.26	0.15	54	69	3.30	
Tensión de Humedad (kPa)				%				mg kg ⁻¹		
10	9.63 ^a	4.83 ^b	0.91 ^a	2.3 ^a	1.48 ^a	1.84 ^a	274 ^a	253 ^a	11.70	
25	9.70 ^a	5.21 ^a	0.91 ^a	2.2 ^a	1.50 ^a	1.92 ^a	263 ^a	260 ^a	9.88	
45	9.61 ^a	5.30 ^a	0.94 ^a	2.3 ^a	1.57 ^a	1.83 ^a	255 ^a	246 ^a	8.88	
D.M.S.	0.30	0.30	0.13	0.2	0.20	0.02	46	60	2.86	

† Valores con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (D.M.S. p0.05).

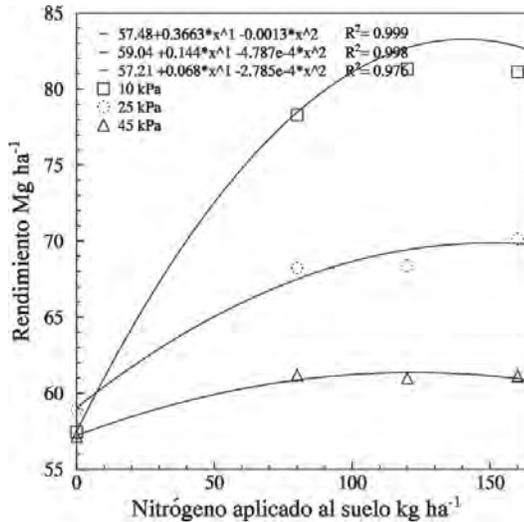
En la Figura 1 se muestra la relación entre K, Ca y Mg en hojas de melón con la cantidad de N aplicado y la tensión de humedad del suelo. El cociente muestra un mínimo de 0.23 cuando la tensión de humedad del suelo fue de 40 kPa y la cantidad de N aplicado corresponde a la dosis de 70 kg N ha⁻¹; el valor del cociente aumenta a 0.31 conforme se incrementa la cantidad de N aplicado y disminuye la tensión de humedad del suelo.

Figura 1. Cociente [K/(Ca+Mg)] en hojas de melón bajo diferentes tensiones de humedad del suelo y dosis de N.



El análisis de las interacciones de los tratamientos estudiados muestra que el mayor incremento se alcanzó con un nivel de humedad correspondiente a 10 kPa de tensión, al aumentarse la cantidad de N aplicado al suelo (Figura 2).

Figura 2. Rendimiento de melón Cantaloupe en respuesta a la fertilización nitrogenada y tres tensiones de humedad del suelo.



La tensión de humedad del suelo no incrementó el rendimiento cuando el nivel de N aplicado al suelo fue de cero; sin embargo, al utilizar 80 kg N ha⁻¹ y 10 kPa de humedad del suelo, se produjo 27% más fruta que cuando se aplicó la misma dosis de N y humedad del suelo a la tensión de 45 kPa; con 120 kg N ha⁻¹ y 10 kPa fueron 13.5% y 24.6% mayores que los obtenidos con 25 y 45 kPa. En este último nivel, se observó efecto de la aplicación de nitrógeno.

Por otra parte, con tensiones de humedad de 10 kPa, los °Brix se incrementaron con respecto al testigo en 4%, 6% y 5%, con fertilización de 80, 120 y 160 kg N ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 2).

Discusión

En las muestras de plantas, una concentración suficiente de N en la planta, correspondió con una adecuada concentración de micronutrientes; aun cuando el Mn y el Fe se ubicaron en el nivel de excesivo —de acuerdo con los valores sugeridos por Hoschmuth [1992] (Cuadro 2)— las plantas no mostraron síntomas de toxicidad.

Esto último indica que estos valores son únicamente referenciales, no son absolutos, ya que está en formación; dependen de la variedad, la etapa de crecimiento y de los factores ambientales y del suelo.

Cuadro 3. Valores críticos sugeridos por Hochmuth (1992), para concentraciones foliares en melón durante dos etapas de crecimiento.

Estado Nutricional	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu
Etapa 1 *			%					
Deficiente	<4.0	<4.0	<5.0	<3.0	<0.35	<40	<20	<5
Adecuado	3.5-4.5	0.4-0.7	5.0-7.0	3.0-5.0	0.35-0.45	20-100	20-100	5.0-10.0
Alto	>5.0	>0.7	>7.0	>5.0	>0.45	>100	>100	>10
Etapa 2**								
Deficiente	<3.5	<0.25	<1.8	1.8	<0.3	<20	<20	<5.0
Adecuado	3.5-4.5	0.4-0.7	1.8-5.0	2.3-3.0	0.3-3.5	20-100	20-100	5-10
Alto	4.5-5.5	0.4-0.8	5.0-8.0	3.0-8.0	0.35-0.8	100-250	100-250	10-30
Exceso	5.5-6.0	0.8-1.2	8.0-9.9	8.0-9.9	0.8-3.0	>500	>500	200

* Longitud de la guía principal 30 cm.

** Amarre de fruta (30-35 días después del trasplante).

La contaminación de muestras por la aplicación de fungicidas que contienen Mn, podrían explicar la concentración de este elemento por arriba del valor de suficiencia [Righetti *et al.*, 1990]. Por otra parte, Gerson y Tyler [1990], muestran evidencias de que aunque el N es un elemento clave en la fertilización, el N total en las hojas, particularmente en las primeras etapas de crecimiento, es un indicador poco confiable de su disponibilidad. Los resultados de este estudio son similares a los encontrados por Gerdson y Tyler [1990]. En los tratamientos de menor humedad se observó un nivel más alto, que se explica por un factor de concentración o de dilución en el tratamiento de mayor humedad (10kPa); sin embargo, los niveles de suficiencia de N están cubiertos, independientemente de los niveles de humedad (Cuadro 1).

Se esperaba que las plantas crecidas con mayor humedad (10 kPa) mostraran mayor concentración de Ca, puesto que este nutriente se mueve hasta la raíz por un mecanismo de flujo de masas [Righetti *et al.*, 1990]; sin embargo, no se observó diferencia estadística entre los niveles de humedad del suelo. Una explicación podría ser que en el suelo no se movilizó a la velocidad adecuada para proporcionarlo de acuerdo con los requerimientos de la planta. Otra explicación posible es la competen-

cia iónica en el suelo con Mg y K. Aunque Serrano *et al.* [2002] reportan una relación entre la firmeza y calidad del melón, y la cantidad de Ca disponible entre los 30 y 40 días después del trasplante en este trabajo, la calidad del melón, medida en el diámetro y nivel de azúcares, no mostró detrimento.

El cociente $[(K/Ca+Mg)]$ es un indicador de la suficiencia de K en función de la concentración de Ca y Mg [Kidambi *et al.*, 1993]. El valor del cociente aumenta conforme se incrementa la cantidad de N aplicada y disminuye la tensión de humedad del suelo; esto indica una mayor disponibilidad de K. Por otra parte, el incremento en el valor del cociente $[(K/Ca+Mg)]$ también es resultado de la interacción del Ca con el N aplicado al suelo [Serrano *et al.*, 2002; Bernadac *et al.*, 1996]. La disminución del Ca en la hoja no se explica únicamente por un efecto de dilución, como podría ser el caso de otros nutrimentos, ya que para incrementar el desarrollo vegetativo en el cultivo de melón, es frecuente la aplicación de cantidades altas de N, lo cual produce concentraciones bajas de Ca en la hoja [Serrano *et al.*, 2002; IFA, 2000 y 2002; Righetti *et al.*, 1990]. En el melón es importante considerar la interacción del N con el Ca, ya que este cultivo requiere de altas cantidades de N para generar una cobertura vegetativa abundante, especialmente en etapas tempranas, para optimizar el rendimiento y el tamaño del fruto [Pérez y Cigales, 2001; Pérez *et al.*, 2003], pero también requiere el Ca para mejorar la firmeza de la fruta y atenuar la producción de etileno durante la maduración del fruto [Martínez *et al.*, 1999; Serrano *et al.*, 2002]. En este trabajo, las diferencias debidas a los tratamientos en las concentraciones de N, Ca, K y Mg no fueron significativas; sin embargo, se pueden observar tendencias opuestas entre las concentraciones de N y Ca en la hoja, lo cual confirmaría su interacción.

Por otra parte, las concentraciones de Mg registradas en la hoja, por arriba de la normal, sugieren que debe evaluarse la fertilización de K y Ca al cultivo, ya que la disponibilidad de estos nutrimentos es la suma de los interceptados por las raíces de las plantas y los que llegan a éstas por medio de flujo de masas y por difusión [IFA, 2002; Marscher, 1995]. El mecanismo de difusión es el proceso más importante para K, mientras que para el Ca lo es el de flujo de masas [Marcher, 1995]. En consecuencia, la relación de K y Ca en la hoja de melón se debe, además del suministrado por los fertilizantes, a la humedad del suelo, temperatura del aire y transpiración de las plantas [Righetti *et al.*, 1990].

La combinación de N en cantidades crecientes y tensiones de humedad apropiadas, mejoraron la absorción de N. Una mejor absorción del N aplicado al suelo puede contribuir a atenuar los riesgos de contaminación ambiental con nitratos que quedan en el suelo cuando se utilizan dosis elevadas de N [IFA, 1998 y 2000; Pérez *et al.*, 2003]. Por otra parte, con tensiones de humedad de 10 kPa, los °Brix se incrementaron con respecto al testigo. Esto muestra que mediante el manejo apropiado del N aplicado y la tensión de humedad del suelo, es factible obtener rendimientos de 75 a

80 Mg ha⁻¹ y frutas con contenidos de °Brix mayores del 9% obteniendo la calidad del fruto requerida para el mercado de exportación. Esto último confirma el efecto de la baja humedad en el suelo sobre la concentración de sólidos solubles en el fruto reportado en trabajos previos [Andersen *et al.*, 1999; Pérez y Cigales, 2001].

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten concluir que la concentración foliar de los nutrimentos no fue un indicador útil para estimar el rendimiento y la calidad de fruta; pero sí lo fue para aplicar un manejo de la nutrición y la humedad del suelo que permita mantener al cultivo dentro de los niveles adecuados, de acuerdo con los valores sugeridos en trabajos anteriores.

Es posible obtener rendimientos de 80 Mg ha⁻¹ aplicando al cultivo un manejo que combine la dosis de fertilización y humedad del suelo. En esta investigación, dicha combinación fue de 10 kPa de tensión de humedad del suelo con 120 a 140 kg de N ha⁻¹.

El modelo de análisis de regresión múltiple utilizado en este trabajo permite una predicción alta del rendimiento ($r^2 = 0.92$), siempre y cuando se incluya la concentración de K a los 40 días después del trasplante y los datos del contenido de azúcares (°Brix) del fruto cosechado.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias al apoyo financiero otorgado por el Sistema Morelos, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, bajo el Contrato 030-1005.

Los autores agradecen la colaboración de la Unión Regional de Productores de Hortalizas del estado de Colima, México, para la realización del trabajo en campo.

Literatura citada

- Andersen, P. C.; Rhoads, F. M.; Olson, S. M. and Brodbeck, B.V. 1999. *Relationships of nitrogeous compounds in petiole sap of tomato to nitrogen fertilization and the value of these compounds as predictor of yield*. Hort Science. 32: 254-258.
- Bernadac, A.; Jean-Baptiste, I.; Bertoni, G. and Morard, P. 1996. *Changes in calcium contents during melon (Cucumis melo L.) fruit development*. Scientia Horticulturae. 66: 181-189.
- Bett-Garber, K.L.; Lamikanra, O.; Lester, G. E.; Ingram, D. and Watson, M. 2005. *Influence of soil type and storage conditions on sensory qualities of fresh-cut cantaloupe (Cucumis melo L.)*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85: 825-830.
- CoHort Software. 1995. *CoStat Manual 5.00* Minneapolis, MN. 350 pp.
- Engels, C. and H. Marschner. 1995. *Plant uptake and utilization of nitrogen*. In: P. E. Bacon (ed.). *Nitrogen fertilization in the environment*. Marcel Dekker, New York. p. 41-82.

- Geraldson, C. M. and Tyler, K. B. 1990. *Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops*. 1990. In: R. E. Westerman (ed.). *Soil Testing and Plant Analysis* 3th ed. SSSA. Book Series, No. 3. Madison, WI. p. 549-562.
- Hochmuth, G. J. 1992. *Fertilizer management for drip-irrigated vegetables in Florida*. Hort Technology. 2:27-32.
- IFA (International Fertilizer Industry Association). 2000. *Mineral fertilizer use and the environment* Revised version by IFA. 28 Rue Marbeuf, Paris, 75008 France. 51 pp.
- IFA (International Fertilizer Industry Association). 2002. *Los fertilizantes y su uso, una guía de bolsillo para los oficiales de extensión*. Cuarta edición, IFA. 28 Rue Marbeuf, Paris, 75008, France. 51 pp.
- Kidambi, S. P.; Matches, A. G.; Karnezos, T. P. and Keeling, J. W. 1993. *Mineral concentration in forage sorghum grown under two harvest management systems*. Agron. J. 85: 826-833.
- Little, T. M. and Hills, F. J. 1978. *Agricultural Experimentation: design and analysis*. John Wiley and Sons. New York, New York. 350 pp.
- Locascio, S. J.; Hochmuth, G. J.; Rhoads, F. M.; Olson, S. M.; Smajstrla, A. J. and Hanlon, E. A. 1997. *Nitrogen and potassium application scheduling effects on drip-irrigated tomato yield and leaf tissue analysis*. Hort Science. 32: 230-235.
- Pérez, Z. O. y Cigales, R. M. R. 2001b. *Tensión de humedad del suelo y fertilización nitrogenada en melón cantaloupe*. Agrociencia. 35: 479-488.
- Pérez, Z. O.; Cigales, R. M. R. y Pérez, C. K. G. 2003. *Tecnología de bajo impacto ambiental para la producción intensiva de melón Cucumis melo L. var. Cantaloupe en Colima*. Folleto Científico Núm. 1. Campo Experimental Tecmán, CIRPAC-INIFAP. Colima, México.
- Purcell, L. C. and King, C.A. 1996. *Total nitrogen determination in plant mineral by persulfate digestion*. Agronomy Journal. 88: 111-113.
- MacKerron, D. K. L.; Young, M. W. and Davics, H. V. 1995. *A critical assessment of the value of petiole sap analysis in optimizing the nitrogen nutrition of the potato crop*. Plant and Soil. 172: 247-260.
- Marscher, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. Academic Press. London.
- Martínez, M. M. C.; Pretel, M. T.; Serrano, M. and Romojaro, F. 1999. *Role of the ethylene and abscisic acid in physical-chemical modifications during melon ripening*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 5285-5290.
- Righetti, T. L.; Wilder, K. L. and Cummings, G. A. 1990. *Plant analysis as an aid in fertilizing orchards*. In: R. E. Westerman (ed.). *Soil Testing and Plant Analysis*, 3rd ed. Book Series No. 3. Madison, WI. p. 563-601.
- Rodríguez, J. B.; Self, J. R. and Soltapour, P. N. 1994. *Optimal conditions for phosphorus analysis by the ascorbic acid-molybdenum blue method*. Soi Sci. Soc. Am. J. 58: 866-870.
- Serrano, M.; Amorós, A.; Pretel, M. T.; Martínez, M. C.; Madrid, M. R. and Romojaro, F. 2002. *Effect of calcium deficiency on melon (Cucumis melo L.) texture and glassiness incidence during ripening*. Food Sci. Tech. Intl. 8: 147-154.

Recibido: Marzo 20, 2006
Aceptado: Julio 26, 2006



Piña • *Ananas comosus* • Fotografía de José Manuel Palma García

Costos de producción de vaquillas Holstein con ensilado de caña de azúcar o de maíz

Production costs of heifers Holstein with sugar cane or maize silage

Reyes, J. A.^{1,3} Morales, I.^{1,3} y Palma, J. M.^{1,2*}

¹PICP-Universidad de Colima

²CUIDA-Universidad de Colima

³CUSur-Universidad de Guadalajara

*Correspondencia: palma@cgic.ucol.mx

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los costos de producción de vaquillas Holstein mediante la comparación de dos sistemas de alimentación, basados en ensilado de caña de azúcar (ECA) vs el sistema tradicional del rancho basado en ensilado de maíz (EM). En ambos casos, con suplementación a los animales. Se utilizaron 28 becerras posterior al destete, con una edad promedio de 80 ± 16 días y un peso inicial de 79.5 ± 12.9 kg. El estadístico fue un análisis de varianza para un diseño en bloques al azar, en donde el peso fue el factor de bloqueo y se dividieron en tres grupos dentro de cada tratamiento. Cada 30 días se midió la ganancia diaria de peso GDP (kg), la condición corporal CC, la conversión alimenticia CA (kg), el consumo de forraje CF (kg), de suplemento CS (kg), costo de alimentación/día y la determinación del costo de producción de los reemplazos (\$). Las vaquillas tuvieron una GDP 0.666 y 0.743 kg/día, CC 3.1b y 3.7a, CA 7.4a y 9.8b, CF 3.2 y 5.3, CS 1.8 y 1.5, costo de alimentación/día 9.4a y 11.4b y costo de la vaquilla \$6,986.82 y \$8,034.39, para ECA y EM, respectivamente. La alimentación fue el rubro que mayor impacto tuvo en la obtención de vaquillas de reemplazo, con 67 a

Abstract

The objective of the present work was to measure the economic aspects of Holstein heifers until the 470 days of age, for which, I compare the stored in a silage feeding of sugar cane (SSC) stored in a silage versus of maize (SM), in both cases with supplementation to the animals; 28 yearling calves were used subsequent to the weaning, with an age average of 80 ± 16 days and 79.5 an initial weight of ± 12.9 kg. The statistical one was an analysis of variance for a design in blocks at random, in where the weight was the blocking factor and they were divided in three groups within each treatment. Every 30 days one was moderate the daily gain of weight DGW (kg), corporal condition CC, nutritional conversion NC (kg), the consumption of forage CF (kg), supplement CS (kg), cost of alimentation by day and the determination of the production cost of the replacements (\$). The heifers had a DGW 0.666 and 0.743 kg/day, CC 3.1b and 3.7a, NC 7.4a and 9.8b, CF 3.2 and 5.3, CS 1.8 and 1.5, cost of alimentation by day 9.4a and 11.4b and cost of heifer \$ 6.986,82 and \$ 8.034,39 for SSC and command post, respectively. Feed cost contributed 67 and 71% of the average total cost for raise heifer operations and the stage of greater invest-

71% de los costos totales y la etapa de mayor inversión en la producción de vaquillas correspondió a la fase del nacimiento al destete. La alimentación basada en ensilaje de caña de azúcar permitió un mejor comportamiento económico para la producción de vaquillas de reemplazo, comparado con el sistema tradicional con ensilado de maíz.

Palabras clave

Costos de producción, economía, terneras, sistemas, alimentación.

ment in the production of heifers corresponded to phase of the birth to the weaning. The feeding based on silage of sugar cane allowed an economically profitable behavior in the production of heifers available compared with the stored in a silage system of maize.

Key words

Cost, economy, calves, silage, systems, feeding.

Introducción

El obtener vaquillas sanas y a punto de parir, con una edad de 22 a 24 meses, representa un costo alto para la industria lechera, pues durante este periodo no se recibirá ningún beneficio y se tendrá que invertir en alimento, trabajo y capital. Este rubro tiene un significado de entre el 15 al 20% de los costos totales del sistema, en dependencia del manejo utilizado [Heinrichs, 2001]. Razón por la cual, es necesario implementar estrategias que permitan un abasto consistente y económico de reemplazos de alta calidad al hato [Schingoethe y García, 2004; Zamora *et al.*, 2000].

Cabe mencionar que la alimentación es el rubro que mayor costo tiene en la producción de vaquillas de reemplazo; éste llega a significar el 64%, con un costo promedio de producción de \$1,019.20 dólares, con valores de \$798.18 a \$1,137.92 dólares, como valores mínimo y máximo, respectivamente, en Estados Unidos [Gabler *et al.*, 2000]; país del cual han llegado a México un número importante de esta categoría de animales.

Por lo tanto, es necesario diseñar sistemas de alimentación competitivos en la industria lechera, para que exista una ganancia importante en la cría de sus reemplazos, mediante la sustitución de esquemas tradicionales por nuevas opciones que permitan mejorar los costos de producción. Dentro de los sistemas tradicionales de producción intensiva de leche, es comúnmente utilizado el ensilado de maíz, estrategia también empleada en el desarrollo de reemplazos de ganado Holstein; sin embargo, dada la producción, la siembra anual y los costos generados por ello, pueden impactar, desfavorablemente, en obtener una mayor rentabilidad. Por otro lado, una posibilidad para el área subtropical, es la incorporación de la caña de azúcar como forraje dado su alto nivel de producción de biomasa [Ortega y Ochoa, 2004], que permita optimizar el

empleo de la tierra. Asimismo, la caña de azúcar como forraje se utiliza en diferentes esquemas de producción de carne y leche, con indicadores variables y con la necesidad de suplementar el déficit nutricional que posee [Martín, 2004], para obtener adecuados indicadores productivos y económicos.

Por este motivo, en el presente trabajo se evaluaron los costos de producción de dos sistemas de alimentación basados en ensilado de caña de azúcar o ensilado de maíz; ambos con suplementación para la producción de vaquillas Holstein de reemplazo.

Materiales y métodos

La fase experimental se realizó en el Rancho Agropecuario “Dos Pivotes”, el cual se ubica al Suroeste del municipio de Zapotlán El Grande, estado de Jalisco, México; en las coordenadas geográficas de 19° 27' 13" N y 103° 27' 57" O, a una altitud de 1,520 msnm. Presenta un clima semicálido, una temperatura media anual de 20.2°C y 732 mm de precipitación pluvial anual, distribuidos entre los meses de junio a septiembre, con lluvias invernales o cabañuelas de manera ocasional [INEGI, 2001].

Se utilizaron 30 becerras de la raza Holstein Friesian, con una edad inicial (promedio) de 80 ± 16 días de edad y peso vivo (en promedio) de 79.5 ± 12.9 kg. Se finalizó el trabajo con 28 becerras; se eliminaron dos por problemas respiratorios. Cada 30 días se midió el peso corporal CP (kg), la condición corporal CC escala de 1 a 5 [Kertz *et al.*, 1997], la ganancia diaria de peso GDP (kg), el consumo de forraje (CF) y de suplemento (CS), así como la evaluación económica del sistema (EES), hasta los 470 días de edad de los animales al diagnosticar gestación. Para ello, el trabajo se dividió en tres etapas de acuerdo a la edad; en la primera, del nacimiento al destete (de 0 a 60 días), se consideró la inclusión de forraje y suplemento iniciador. Posterior a ello, se emplearon los sistemas de alimentación propuestos del destete a la pubertad (61 a 347 días); y de la pubertad a servicio fértil (348 a 470 días).

Se incluye un análisis de la estructura de los costos de producción por etapa, por día y en porcentaje [Gabler *et al.*, 2000], basado en los siguientes rubros: valor de la becerra al nacer, alimentación, mano de obra, servicio profesional, medicamentos, vacunas, desparasitación, depreciación de instalaciones, mantenimiento. Se consideró el 3.3% de mortalidad como indicador obtenido del rancho; asimismo, se tomó en cuenta el factor económico de un 6.5% de interés bancario, como alternativa a realizar la inversión monetaria en el banco.

Al inicio del trabajo, los animales fueron desparasitados con ivermectina (Dectomax[®]). A los tres meses de edad, se les aplicó la bacterina Brucel[®] RB51-PLUS contra brucella y revacunación, un mes después. Entre los cuatro y cinco meses de edad, se les administró la vacuna contra complejo respiratorio (Express[®] 10 HS), Pasterella (One-Shot[®]) y clostridium (Barvac[®] 10).

Las becerras fueron manejadas en seis lotes distribuidas al azar; en donde se propuso una relación de forraje: suplemento, base seca (70:30%) y se ofertó un consumo a razón del 3% de su peso corporal en materia seca. El tratamiento control fue el sistema de alimentación tradicional del rancho, con base en ensilado de maíz (*Zea mays*), rastrojo de maíz, heno de pasto rhodes (*Chloris gayana*), concentrado comercial al 16.5% de proteína, mediante una ración integral y el experimental con ensilado de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y un suplemento activador del rumen (SAR) de lento consumo en forma separada del forraje, compuesto de la siguiente manera: cal 4%, cemento 1.1%, harina de alfalfa 14.9%, harina de soya 9.9, sulfato de amonio 0.4%, urea 4.4%, harinolina 5.02%, maíz molido 17.2%, harina de pescado 4.1%, grasa de sobrepaso 11.0% (Enertrouw[®]), sal mineral 4.4% (Ganafos[®]), sal común 1.7%.

Para calcular el costo de producción del ensilado, tanto de caña como de maíz por hectárea y por kg, se consideraron dos modelos; uno de ellos en condiciones de riego y otro en temporal, para lo cual, se consideraron: la preparación del terreno, insumos, renta de la tierra, amortización a cuatro años, costo del riego, maquila por ensilar el forraje, uso de aditivos (inóculo y químicos), compactación y sellado. El costo de los alimentos utilizados fue el valor comercial de los mismos en la región, por kg: suplemento comercial \$2.50, heno de rhodes \$0.25, rastrojo de maíz \$0.80, ensilado de maíz \$0.45, suplemento SAR \$2.80 y ensilado de caña de azúcar \$0.32.

Para el análisis de datos se utilizó un análisis de varianza para un diseño en bloques al azar, en donde el factor de bloqueo fue el peso inicial, y prueba de Tukey para diferencia múltiple de medias ($P < 0.05$); en el aspecto productivo, mediante el paquete estadístico Statistix for Windows (1998).

Resultados

En el Cuadro 1, se muestra efecto estadístico en la condición corporal CC ($P < 0.001$) y en el costo de alimentación por día y en la conversión alimenticia ($P < 0.001$). La CC fue mejor para el sistema con ensilado de maíz, pero el costo de alimentación, resultó barato para el sistema basado en ensilado de caña de azúcar; asimismo, con este sistema se obtuvo una mejor conversión alimenticia. En el resto de las variables no hubo significancia estadística ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Resumen del comportamiento productivo (en promedio) de diferentes variables en becerras Holstein, en dos sistemas de alimentación hasta pubertad.

	Ensilado de		EEM	P
	caña	maíz		
Número de becerras	14	14		
Edad inicial (días)	81.2	79.3	4.481	0.672
Edad final (días)	471.2	469.3	4.481	0.672
PV inicial (kg)	78.8	80.2	4.885	0.774
PV final (kg)	337.9	366.5	20.15	0.168
CC inicial	2.9	2.3	0.068	0.862
CC final	3.1b	3.7a	0.086	0.001
GDP (kg)	0.666	0.743	0.098	0.250
Costo de alimentación / día (\$)	9.4a	11.4b	0.195	0.001
Conversión alimenticia	8.7b	12.9a	0.161	0.001

a, b = Literal distinta en fila significa diferencia estadística ($P < 0.05$) Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media.

CC = Condición corporal (escala 1 al 5).

PV = Peso vivo.

P = Valor de probabilidad.

GDP = Ganancia Diaria de Peso.

Se anota el costo de producción del ensilado de caña de azúcar y de maíz, tanto en condiciones de temporal o de regadío (Cuadro 2). En donde, para condiciones similares de inversión, resultó un costo menor para el ensilado de caña de azúcar debido a la mayor producción de biomasa; ésta, resultó 3.3 a 3.6 veces mayor, comparada con la obtenida con el maíz en condiciones de temporal o de riego. Similar efecto se obtuvo para el costo de producción por kg de ensilado.

En la Gráfica 1, se indican los diferentes rubros considerados en la producción de vaquillas Holstein de reemplazo; en donde destaca la alimentación, la cual significó del 67 al 71% de los costos totales, para el sistema basado en ensilado de caña de azúcar y de ensilado de maíz, respectivamente.

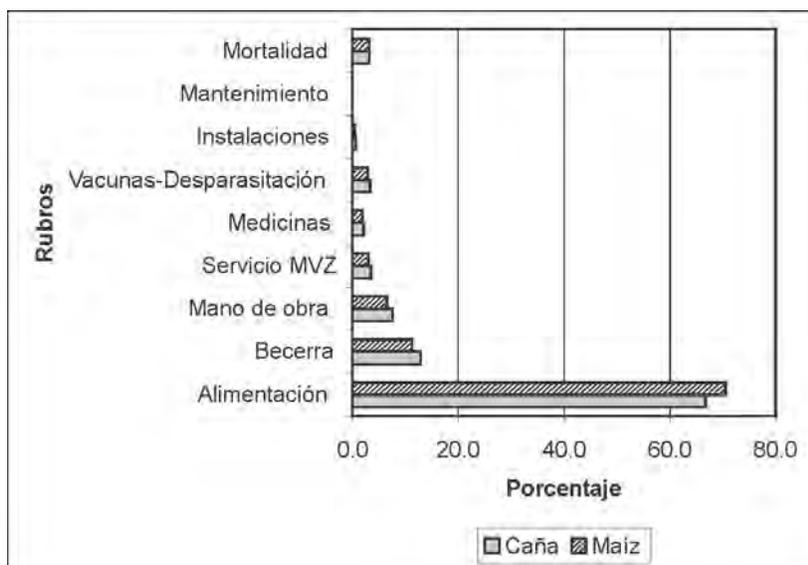
Cuadro 2. Costos de producción de ensilado de caña de azúcar o de maíz en dos condiciones productivas.

	Ensilado de caña de azúcar		Ensilado de maíz	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Preparación del terreno (\$)*	250.00	250.00	700.00	700.00
Insumos (\$)	1310.00	1310.00	3628.00	3628.00
Mano de obra (\$)	500.00	800.00	500.00	800.00
Renta de tierra (\$)	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00
Amortización: 4 años (\$)	3393.75	3393.80	—	—
Riego (\$)		5000.00		3500.00
Maquila ensilaje (\$)	3500.00	3500.00	3000.00	3000.00
Inóculo (\$)	1.70	1.70	—	—
Aditivo (\$)	19.00	19.00	6.50	6.50
Compactación y sellado (\$)	90.00	90.00	90.00	90.00
Total (temporal) (\$)	10564.50	15564.00	9724.50	13225.00
Rendimiento (tn/h) BH	100	180	30	50
Costo/h (\$)	105.64	86.46	324.15	264.49
Costo/kg (\$)	0.10	0.08	0.32	0.26

BH = Base húmeda

* Valores actualizados al 2005

Gráfica 1. Costo de diferentes rubros expresados en porcentaje.



En la evaluación económica de los sistemas estudiados, el mejor resultado se obtuvo con ensilado de caña de azúcar, pues se logró el sistema más barato en todas las etapas estudiadas; la diferencia obtenida fue equivalente a \$1,047.6; y este valor se debió al menor precio de la alimentación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Costos de producción promedio de vaquillas Holstein para reemplazo, alimentadas con base en ensilado de caña de azúcar o maíz (del nacimiento hasta diagnóstico de gestación).

Sistemas	ETAPAS							
	Lactancia a destete		Destete a Pubertad		Pubertad a Gestación		TOTAL	
	ECA	EM	ECA	EM	ECA	EM	ECA	EM
Periodo (días)	0-60	0-60	61-347	61-347	348-470	348-470		
Becerra al nacer (\$)							905.4	905.4
Alimentación (\$)	737.3	860.8	2563.8	3038.5	1357.3	1770.6	4658.5	5669.9
Mano de obra (\$)	252.0	252.0	177.0	177.4	97.6	97.6	526.7	526.7
Servicio MVZ (\$)	61.2	61.2	117.3	117.4	63.5	63.5	242.1	242.1
Medicinas (\$)	10.5	19.8	86.3	86.3	48.0	48.0	144.8	154.1
Vacunas y desp.*(\$)	99.2	99.2	95.8	95.8	38.1	38.1	233.2	233.9
Instalaciones (\$)	5.4	5.4	24.5	24.5	13.9	13.9	43.9	43.9
Mantenimiento (\$)	0.4	0.4	2.1	2.1	1.2	1.2	3.9	3.9
Subtotal (\$)	1166.1	1298.9	3067.2	3542.2	1619.8	2033.1	6758.6	7780.1
Mortalidad 3.3% (\$)							228.1	254.2
TOTAL (\$)							6,986.8	8,034.4

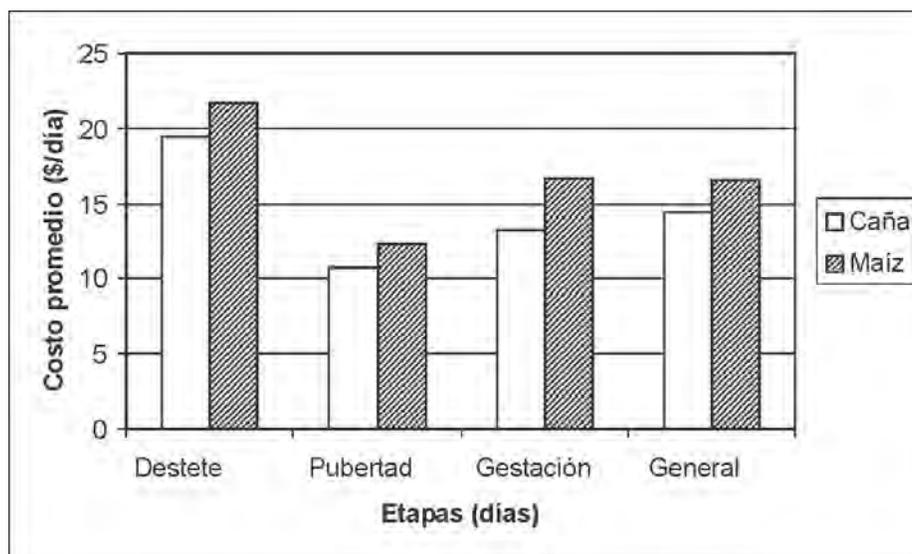
ECA = Ensilado de caña de azúcar

EM = Ensilado de maíz

* = Desparasitante

El costo por día fue mayor en el sistema de alimentación de ensilado de maíz, comparado con el de ensilado de caña; asimismo, en la primer etapa del nacimiento al destete, resultó la más alta comparada con la etapa de pubertad y gestación (Gráfica 2).

Gráfica 2. Costo promedio, por día, en cada etapa de producción de vaquillas Holstein de reemplazo por sistema de alimentación.



Discusión

El costo total de los reemplazos depende de dos factores: los costos directos asociados con el crecimiento de las vaquillas y con el número vaquillas en desarrollo. En este contexto, los costos incluyen la alimentación, mano de obra, reproducción, sanidad, uso de instalaciones y otros factores que pueden influir directamente sobre el costo de las vaquillas en el hato. Por otro lado, el costo de la crianza de las vaquillas depende de la velocidad de crecimiento asociada con la alimentación, en donde es importante la relación de forrajes y suplementos, así como el costo de cada ingrediente. Situación que discutió Toser [2000], quién señaló que de los costos variables como la mano de obra y el uso de instalaciones se pueden disminuir al acortar los periodos de estancia por etapa. Unas circunstancias similares pueden considerarse con el crecimiento de las vaquillas; sin embargo, un rápido crecimiento puede afectar negativamente el futuro rendimiento lechero.

Con base en lo anterior, la utilización de ensilado de caña, más la suplementación estratégica utilizada, permitió obtener un esquema económicamente competitivo al compararlo con el uso del sistema basado en ensilado de maíz para el desarrollo de los futuros reemplazos en la ganadería lechera de la región. Con ello, fue posible obtener un ahorro por animal de \$1,047.57 pesos M. N. Esto significa que por cada cien

animales alimentados con ensilado de maíz, se pudieran criar 15 animales adicionales con ensilado de caña.

Asimismo, desde la óptica del cultivo de la caña de azúcar —dada la perennidad del mismo y del rendimiento de biomasa— el sistema permite incrementar el número de becerras a desarrollar con ensilado de caña de azúcar; esto implicaría una estrategia de intensificación de la ganadería lechera. En este sentido, las características particulares de la región donde se realizó la investigación, permiten obtener rendimientos de biomasa en condiciones de temporal del cultivo de caña de azúcar de 100 t/ha y en el cultivo de maíz de 30 t/ha (base húmeda); los rendimientos de biomasa con riego son de 180 y 50 t/ha (base húmeda) para caña y maíz, respectivamente. Por lo tanto, de acuerdo a los consumos obtenidos de 2.8 kg de materia seca (promedio) por animal en el sistema con ensilado de caña de azúcar; y de 3.6kg de materia seca para el sistema de ensilado de maíz, la superficie de terreno necesaria para la producción de ensilado de caña de azúcar de temporal sería de 0.5 ha; y de riego, 0.3 ha, comparado con el maíz de 1.6 y 1.0 ha, respectivamente. En este sentido, la capacidad de carga animal con el forraje de caña de azúcar de temporal sería de 27.3; y de riego, de 49.3 animales/ha en 390 días; con cultivo de maíz sería de 6.3 y 10.5 animales/ha, respectivamente, lo cual, implicaría obtener una estrategia económicamente competitiva.

Cabe mencionar que al considerar los costos comerciales de los dos tipos de ensilados, se pudiera generar —por la venta del ensilado— un ingreso extra o una estrategia de diversificación, puesto que el ensilado de maíz tendría una ganancia de \$0.13; y en el ensilado de caña de azúcar, \$0.22 pesos/kg. Prácticamente se duplicaría la ganancia económica por la venta de ensilado de caña de azúcar con respecto al del ensilado de maíz.

Es conocido que el costo de alimentación es el rubro que más impacta la producción de vaquillas de reemplazo. En este trabajo no fue la excepción, pues se ubicó para el ensilado de maíz en 70.6% y 66.7% para el sistema de ensilado de caña de azúcar; valores bajos comparados con los obtenidos por Báez *et al.* [2000], quienes, para sus condiciones, encontraron 74.9%; aunque Gabler *et al.* [2000], en Estados Unidos, indicaron un 64%.

En cuanto al costo por día, el valor más alto se obtuvo en la primer etapa del nacimiento al destete, periodo de mayor inversión para el desarrollo de reemplazo; fenómeno similar al discutido por Gabler *et al.* [2000]; tal situación es considerada cuando se emplean modelos económicos que permitan estudiar vaquillas de reemplazo [Tozer y Heinrichs, 2001]. Se trata de un fenómeno considerado en los modelos utilizados para estudiar esta situación, en donde está determinada, fundamentalmente, por la alimentación y la mano de obra; en ella, el costo del sustituto lechero implica un alto costo y la atención casi personalizada demanda una mayor cantidad de mano de obra con el consecuente incremento de esta etapa.

El costo general por día fue de \$14.38 y \$16.55 pesos, para el sistema de ensilado de caña y ensilado de maíz, respectivamente; esto se traduciría en \$1.36 y 1.56 dólares, aunque diferente a lo encontrado en Estados Unidos, por diferentes autores, que consideran valores de \$1.49 dólar [Gabler *et al.*, 2000], o de \$1.52 dólar/día [Wolf, 2003]. En donde, la estrategia con ensilado de caña, resultaría con un ahorro del 8.7% a 10.5%, implicando con ello ventajas económicas favorables por la estrategia utilizada.

Por otra parte, en el aspecto productivo, ambas estrategias se ubican en las recomendaciones de diferentes autores, como Gabler y Heinrichs [2003], Sejrsen y Purup [1997] y Vetharanim *et al.* [2003], en lo concerniente a no sobrepasar ganancias de peso de entre 0.700 a 0.800 kg/día en la etapa prepúber. Con ello, se evitaría el efecto negativo que en animales prepúberes pueden tener altos niveles nutricionales sobre el desarrollo de la glándula mamaria (engrasamiento), y, consecuentemente, sobre la producción láctea [Sejrsen *et al.*, 1982; Ellis *et al.*, 2000].

Diferentes trabajos en México se han realizado sobre el desarrollo de vaquillas Holstein, en donde la estrategia de alimentación influye en el resultado productivo. De esta forma, Osnaya [2000], en el Estado de México, consideró tres estrategias de alimentación: pastoreo, pastoreo más suplementación y sistema intensivo; las GDP se ubicaron en 0.508, 0.694 y 0.560 kg, respectivamente. En un trabajo en sistemas campesinos (también del Estado de México), basando la estrategia en ensilado de maíz, pastoreo de rastrojo y/o de pastos nativos, indicaron resultados en ganancia diaria de peso de 0.252 a 0.511kg [Arriaga-Jordán *et al.*, 2003]; asimismo, en el trabajo de Arana y Gutiérrez [2003], obtuvieron GDP de 0.546 y 0.489 kg/día, alimentadas con heno de alfalfa y bloques multinutricionales con y sin urea. Estos trabajos fueron productivamente menores a los obtenidos en la presente investigación. Tales resultados productivos tendrían mayor relevancia si existiera la valoración económica. Sin embargo, al no contar con este tipo de análisis, se manifiesta la necesidad de contar con evaluaciones monetarias y la falta de trabajos de investigación que aborden esta problemática.

El sistema con ensilado de caña de azúcar generó una propuesta que resultó en 13% más barata comparada con aquella de ensilado de maíz, en donde la alimentación determinó esta diferencia, pues significó un ahorro desde 16.8% en la etapa hasta el destete, 18% hasta pubertad y de 30% en la etapa de gestación. Esta situación, por concepto de alimentación, en lo general, resultó en 21% más barato, comparado con la estrategia basada en ensilado de maíz.

Asimismo, al comparar el costo de producción por kg de peso corporal (\$21.10) de las vaquillas alimentadas bajo el sistema basado en ensilado de caña de azúcar con el costo por kg de venta (\$33.60), implicaría una diferencia favorable de 59.0 %.

Por otra parte, dada la calidad genética del ganado y del manejo implementado, significaría un ahorro por la compra de vaquillas de reemplazo en el extranjero, de un 46 a 53%, de acuerdo a un precio de \$15,000.00 por animal. Similar situación encontró Baez *et al.* [2000], quien mencionó un ahorro de 52.5% al estudiar el desarrollo de vaquillas en 60 hatos, en el estado de Querétaro.

Al considerar que éstos tuvieran un precio en promedio a los 16 meses de \$1,200.00 dólares (\$10.60), provenientes de ganado de Estados Unidos o Canadá, este valor se modificaría en dependencia del costo del dinero y de las condiciones de importación. Aunque existen restricciones actuales de importación de ganado debido a problemas sanitarios, fundamentalmente a la presencia de encefalopatía espongiiforme bovina. Este planteamiento permite a los ganaderos del país tener un área de oportunidad para la crianza de sus propios reemplazos e inclusive para su venta, con una ganancia alta para el sistema.

La tasa de interés utilizada fue de 6.5%, puesto que se considera la posible ganancia obtenida en el banco, la cual es diferente en caso de solicitar algún crédito para desarrollar esta actividad, ya que el costo del dinero se duplica al solicitar un crédito. Asimismo, es inferior al valor manejado en otros países, entre ellos Estados Unidos, en donde la tasa interés —para este tipo de actividades— es de 2 al 4% [Gabler *et al.*, 2000], de acuerdo a la situación estructural del país.

Conclusión

Basado en los costos de producción, la estrategia de emplear forrajes adaptados a las condiciones locales con alta producción de biomasa, como la caña de azúcar, y utilizado en forma de ensilado, más una suplementación estratégica, permitió obtener un sistema de alimentación más barato para producir vaquillas de reemplazo.

Se obtuvo un sistema de alimentación que permite intensificar la producción de vaquillas de reemplazo, tanto productiva como económicamente. En donde la alimentación es el rubro de mayor impacto en la producción de vaquillas de reemplazo.

Como factor necesariamente determinante en este proceso, debe tenerse en cuenta que la etapa del nacimiento al destete es la de mayor costo por día en el desarrollo de vaquillas de reemplazo.

Agradecimientos

A Danisco Mexicana, S. A de C. V., por el apoyo económico recibido a través del proyecto “Nutrición Animal”.

Literatura citada

- Arana, S. J. y Gutiérrez, V. E. 2003. *Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales en comportamiento productivo de vaquillas Holstein*. <http://www.ammveb.net/BIBLIOTECA/congreso/XXVIII%20CNB/memorias/nutricion/nut17.htm> (Consultado el 28 de agosto de 2005).
- Arriaga-Jordán, C. M.; García-Martínez, A.; Albarrán-Portillo, B.; Espinoza-Ortega, A. and Castelán-Ortega, O. A. 2003. *Feeding Strategies for Rearing Replacement Heifers in Small-scale Dairy Production Systems in the Highlands of Central Mexico*. *Tropical Animal Health and Production*. 35(3):259-269.
- Báez, D. S.; Fierro, C. M. e Ingalls, H. F. 2000. *Costo de producción promedio de una vaquilla de reemplazo lechero en la zona de Querétaro, México* <http://www.congresocbta.unam.mx/PA17.htm> (Consultado el 30 de noviembre de 2005).
- Ellis, S.; Purup, S.; Sejrsen, K. and Akers, R. M. 2000. *Growth and morphogenesis of epithelia cell organoids from peripheral and medial mammary parenchyma of prepubertal heifer*. *J. Dairy Sci.* 83(5):952-961.
- Gabler, M. T.; Tozer, P. R. and Heinrichs, A. J. 2000. *Development of cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifers*. *J. Dairy Sci.* 83:1104-1109.
- Gabler, M. T. and Heinrichs, A. J. 2003. *Dietary protein to metabolizable energy rations on feed efficiency and structural growth of prepubertal Holstein heifers*. *J. Dairy Sci.* 86:268-274.
- Heinrichs, A. J. 2001. *Análisis económico para programas eficientes de reemplazo de vaquillas*. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension, Department of Dairy and Animal Science. The Pennsylvania State University. (www.das.psu.edu/teamdairy/). (Tomado de la red mundial el 15 de octubre de 2003).
- INEGI. 2001. *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. México. 5 pp.
- Kertz, A. F.; Prewitt, L. R. and Ballam, J. M. 1997. *Increased weight gain and effects on growth parameters of Holstein heifer calves from 3 to 12 months of age*. *J. Dairy Sci.* 70:1612.
- Martín, P. C. 2004. *La alimentación del ganado vacuno con caña de azúcar y sus subproductos*. Ed. EDICA (Editorial del Instituto de Ciencia Animal). La Habana, Cuba. Pp. 2-59.
- Ortega, R. C. y Ochoa, B. R. 2004. *La caña de azúcar: El dulce que cautivó al mundo*. *Rev. Claridades Agropecuarias*. 127:3-17.
- Osnaya, G. F. 2000. *Efecto del sistema de pastoreo rotacional en la crianza de vaquillas Holstein-Friesian sobre la eficiencia reproductiva*. Tesis de doctorado. FMVZ. Universidad de Colima. Colima, Col., México.
- Schingoethe, D. J. and García, A. 2004. *Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras*. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University, USDA. <http://agbiopubs.sdstate/articles/ExEx4020S.pdf> (Consultada el 3 de diciembre de 2005).
- Sejrsen, K.; Huber, J.; Tucker, H. and Akers, R. 1982. *Influence of nutrition on mammary development in pre and postpubertal heifers*. *J. Dairy Sci.* 43:389-395.
- Sejrsen, K. and Purup, S. 1997. *Influence prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifer: A review*. *J. Anim. Sci.* 75: 828-835.
- Tozer, P. R. 2000. *Least-cost ration formulations for Holstein dairy heifers by using linear and stochastic programming*. *J. Dairy Sci.* 83:443-451.
- Tozer, P. R. and Heinrichs, A. J. 2001. *What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple component analysis*. *J. Dairy Sci.* 84:1836-1844.
- Vetharaniam, I.; Davis, S. R. and Upsdell, M. 2003. *Modeling the effect of energy status on mammary gland growth and lactation*. *J. Dairy Sci.* 86: 3148-3156.
- Wolf, C. A. 2003. *Custom dairy heifer grower industry characteristics and contract terms*. *J. Dairy Sci.* 86: 3148-3156.

Zamora, A.; Plaza, J. y Lara, A. 2000. *Nota acerca de un sistema de alimentación y manejo de novillas lecheras*. Rev. Cubana Ciencia Agrícola. 34:119.

Recibido: Marzo 20, 2006
Aceptado: Agosto 20, 2006



Papayos • *Carica papaya* • Fotografía de José Manuel Palma García

Indicaciones para los autores

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

Las contribuciones quedarán dentro de las categorías siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

Criterios para la presentación de originales

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

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

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

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

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

6. Todo trabajo se dividirá en las siguientes secciones:

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

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

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

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

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

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

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

Trabajos en revistas

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

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

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

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

Libros

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

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

Tesis

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

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

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

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

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

Conferencias

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

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

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

Material electrónico

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

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

Ejemplo:

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

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

Abreviaturas

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

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

UI	Unidades internacionales
vs	Versus
xg	Gravedades

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

Indicaciones finales

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

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



Plátanos • *Musa paradisiaca* • Fotografía de José Manuel Palma García



Revista Avances en
DES Ciencias Agropecua
Universidad de Colima

AIA

Nombre del suscriptor(a)

Teléfono(s)

R. F. C. (si desea factu

C

