

# CACTUSNET NEWSLETTER

Special Issue 13, January 2013



MUNICIPALIDAD DE  
LAS TERMAS DE RÍO HONDO



MINISTERIO DE LA  
PRODUCCIÓN, RECURSOS  
NATURALES, FORESTACIÓN Y TIERRAS



## Actas de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA

Termas de Río Hondo-Santiago del Estero-Argentina  
17 al 19 de septiembre de 2012

## Proceedings of the Second Meeting for the Integral Use of Cactus Pear and Other Cacti and 1<sup>st</sup> South American Meeting of the FAO-ICARDA CACTUSNET

Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina  
September 17-19, 2012

Editores  
Mónica A. Nazareno,  
María Judith Ochoa and  
José Carlos Dubeaux Jr.



**CACTUSNET  
NEWSLETTER**

Special Issue 13. January 2013

**Actas de la Segunda Reunión para el  
Aprovechamiento Integral de la Tuna y  
otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana  
CACTUSNET FAO-ICARDA**

Termas de Río Hondo-Santiago del Estero-Argentina  
17 al 19 de septiembre de 2012

**Proceedings of the Second Meeting  
for the Integral Use of Cactus Pear and  
Other Cacti and  
1<sup>st</sup> South American Meeting of the  
FAO-ICARDA CACTUSNET**

Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina  
September 17-19, 2012

**Editores**

Mónica A. Nazareno, María Judith Ochoa and José Carlos  
Dubeux Jr.

**January 2013**



**Actas de la Segunda Reunión para  
el Aprovechamiento Integral de la Tuna  
y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana  
CACTUSNET FAO-ICARDA**

Termas de Río Hondo-Santiago del Estero-Argentina

17 al 19 de septiembre de 2012

***Proceedings of the Second Meeting  
for the Integral Use of Cactus Pear  
and Other Cacti and 1<sup>st</sup> South American  
Meeting of the FAO-ICARDA CACTUSNET***

*Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina*

*September 17-19, 2012*

**OBJETIVOS GENERALES:**

- Promover el conocimiento del uso del cactus y su importancia para el desarrollo de las zonas rurales semiáridas de Sudamérica entre los agricultores, los investigadores, y los responsables políticos.
- Reforzar la seguridad alimentaria, contribuyendo a la erradicación del hambre y la pobreza.
- Afrontar el cambio climático y combatir la desertificación.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Promover la diversificación del uso del nopal en Sudamérica.
- Fortalecer en Sudamérica la reunión regional de la CACTUSNET donde la Investigación y Desarrollo I + D de las experiencias de cada país será compartida entre los miembros de la red y de los participantes.
- Establecer una reunión de la red regional.

## **AUSPICIAN Y ORGANIZAN:**

- Ministerio de la Producción de Santiago del Estero
- Secretaría de Turismo Termas de Río Hondo
- Municipalidad de Termas de Río Hondo
- Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero
- FAO-ICARDA CACTUSNET: Ali Nefzaoui (Coordinador General), María Judith Ochoa (Producción de fruta), José Carlos Dubeux Jr. (Coord. Sud América), Enrique Arias Jiménez (Consultor CactusNet), Mónica A. Nazareno (Usos Medicinales), Liberato Portillo (Grupo Cochinilla), Enrique Lobos (Punto nodal Sudamérica de Plagas), Alison Hodder (AGP, FAO).

## **Comisión Organizadora Local**

- María Judith Ochoa
- Enrique Lobos
- Nelly Abdala
- Dora Corvalán
- Alicia Fraño
- Mónica Nazareno

## **Editores**

Mónica A. Nazareno, María Judith Ochoa y José Carlos Dubeux Jr.

## Table of content

Prólogo .....	7
<i>Judith Ochoa</i>	
Preámbulo: Importancia de la Tuna (Cactus pear importance) .....	9
<i>Enrique Arias</i>	
Historia and Prehistoria de la tuna o cactus, <i>Opuntia ficus-indica</i> : Presente y Futuro (History and prehistory of the cactus pear or cactus, <i>Opuntia ficus-indica</i> : Current and Future) .....	13
<i>Roberto Kiesling</i>	
Colección de Opuntia en la Unidad Nacional de Recursos Genéticos del Árido ( <i>Opuntia</i> collection at the National Arid Land Plant Genetic Resource Unit) .....	19
<i>Gabriela Romano</i>	
Potencial de la tuna en Sud América (Potential of cactus pear in South America) .....	29
<i>José Carlos Batista Dubeux Jr.; Mércia Virgínia Ferreira dos Santos; Marcelo Cavalcante; Djalma Cordeiro dos Santos</i>	
Projeto palma para sergipe: aplicação da tecnologia do cultivo intensivo da palma na região semiárida sergipana, Brazil (Application of intensive technology on cactus crop in the semiarid of Sergipe) .....	41
<i>Paulo Suassuna</i>	
Tecnologia do cultivo intensivo da palma - TCIP .....	51
<i>Paulo Suassuna</i>	
Mancha negra: una importante enfermedad en plantaciones para fruto, forraje y nopalitos (Black spot: an important disease for fodder, fruit, nopalitos cactus plantations) .....	63
<i>Judith Ochoa</i>	
Productividad, Contenido de Nutrientes y Resistencia al Frío en clones forrajeros de Mendoza (Productivity, nutrient content and cold resistance in a forage clone from Mendoza) .....	73
<i>Juan C. Guevara, Eduardo G. Grünwaldt Josefina M. Grünwaldt and Marta N. Paez</i>	

<b>Cría de la grana cochinilla (Dyeing with cochineal and natural dyes: Use of typical species of South American)</b> .....	85
<i>Dr. Liberato Portillo &amp; Dra. Ana Lilia Viguera, UdeG, Mexico</i>	
<b>Cactus como fuente de sustancias promotoras de la salud (Cacti as a source of health-promoting substances)</b> .....	95
<i>Dr. Mónica Nazareno, CITSE UNSE-CONICET, Argentina</i>	
<b>Nopalitos alimento alternativo para el norte de Argentina (Nopalitos food alternative for Northern Argentina)</b> .....	107
<i>M. Sc. Lelia Lozano, University of Salta, Argentina</i>	
<b>La cría del binomio tuna cochinilla en Salta, investigación y extensión (Cactus pear-cochineal binomial in Salta, Argentina, research and extension)</b> .....	117
<i>Silvia Patricia Ortín; Mario Gonzáles; Guillermo Palacios, Sebastián Fresco Dracich, Lelia Lozano y María Elena Toncovich</i>	
<b>Tres calidades de cochinilla: <i>Dactylopius Coccus Costa</i> en el Perú (2008-2011)</b> .....	127
<i>Sally Molero y Alfredo Herrera</i>	
<b>Principales plagas en Opuntia (Main plagues in Opuntia)</b> .....	137
<i>Lobos, Enrique; Deise M. Passos da Silva, Jaime Mena Covarruvas, G. Logarzo y L. Varone</i>	
<b>Curso-taller: Elaboración de una bala labial con carmín de cochinilla</b> .....	159
<i>Gabriela Arroyo Figueroa, Carlos Hernán Herrera Méndez, Lorena Vargas Rodríguez</i>	
<b>Teñido de fibras con grana cochinilla y otros colorantes naturales (Dyeing with cochineal and natural dyes: Use of typical species of South American)</b> .....	165
<i>Ana Lilia Viguera y Liberato Portillo</i>	

## PRÓLOGO

En todas las regiones áridas y semiáridas del mundo se considera a “las tunas”, como proveedoras de usos múltiples con notables condiciones para zonas marginales.

Los tunales, fueron siempre de interés para Santiago del Estero, Argentina, desde su fundación, iniciándose luego una serie ininterrumpida de esfuerzos para alcanzar un conocimiento exhaustivo sobre las mismas, tarea que aun continua. El grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Santiago del Estero ha trabajado en el tema por largo tiempo, en forma constante, sostenida. En este marco, se organizó la II Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA en Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina del 17 al 19 de septiembre de 2012.

En este proceso, la red internacional de cooperación técnica de la tuna Cactusnet FAO –ICARDA, desde su creación, ha apoyado este impulso ya que las Opuntias son una prioridad para todos los científicos involucrados en la utilización económica de los cactus como cultivo.

Este trabajo permanecerá como referencia en la producción de tuna de Argentina y en general de Sudamérica y es la base para cualquier esfuerzo que realicen los productores locales. También induce a seguir su ejemplo y difundir la información sobre los avances que existen en distintas partes del mundo.

Esta compilación tiene la intención de poder volcar a la sociedad los resultados que fueron discutidos durante el mencionado evento por investigadores invitados y locales, con años de trabajo en este temática, a fin de incentivar a productores y emprendedores a revalorizar a las cactáceas como cultivos que pueden aportar al desarrollo regional no sólo por sus frutos sino también por los múltiples usos.

Judith Ochoa



## PREÁMBULO

Humilde, agresivo, oro verde, joya verde, fruto de los pobres, fruto de espinas y delicias, invaluable tesoro, tesoro bajo las espinas, dromedario del mundo vegetal, planta del futuro o árbol monstruoso son algunos, entre muchos otros, los epítetos que se han utilizado para calificar la planta y el fruto de la tuna (o nopal).

Sin duda que todos ellos son una idea sincera de lo que significa la tuna para quienes trabajan o viven de una planta apreciada y amada por muchos y temida y odiada por otros (*Opuntia* spp.). Sin embargo, tomando el primer adjetivo, esta planta humilde continúa silenciosa, pero firmemente, ganándose un lugar protagónico en programas dirigidos al desarrollo agrícolas de las zonas áridas y semiáridas de muchos países.

Puede haber variaciones en cuanto a la fecha en que el nopal se comenzó a distribuir en el mundo, de acuerdo a la fuente histórica que se consulte, pudo haber sido durante los viajes de Colón o pudo haber sido después. Para fines prácticos prefiero reproducir la leyenda que se encuentra en La Plaza de las Tres Culturas en la Ciudad de México y que reza “El 13 de agosto de 1521 heroicamente defendido por Cuauhtémoc cayó Tlatelolco en manos de Hernán Cortés. No fue triunfo ni derrota, fue el doloroso nacimiento del pueblo mestizo que es el México de hoy”. Fue entonces cuando los conquistadores españoles tuvieron acceso sin límites a todos los recursos de la Nueva España.

Fueron muchas las especies animales y vegetales que intervinieron en el llamado intercambio colombino, especies nuevas que llegaron al Continente Americano y tantas que se aportaron al Continente Europeo, pero fijando los ojos a la especie que hoy nos ocupa, fue a partir de esa fecha que comenzó a consolidarse la enésima aportación del continente americano a la riqueza hortícola universal.

Se exportó una planta pero junto con ella iban valores culturales. El nopal es una planta muy importante para la cultura mexicana, la historia y las tradiciones fueron influenciadas su presencia. En la vida social, económica y religiosa de los aztecas esta planta jugó un papel muy importante a tal extremo que la señal

donde se debería establecer la Gran Tenochtitlán (actualmente la Ciudad de México) era un águila sobre un nopal devorando una serpiente. Este símbolo se encuentra plasmado en el escudo nacional mexicano. Actualmente está ligado también con los sentimientos de unidad nacional en México que frecuentemente se le asocia a la Virgen de Guadalupe y al indio (San) Juan Diego.

La tuna es ahora parte del ambiente natural, y se ha integrado a la cultura, de muchos países donde se adaptó perfectamente a zonas áridas caracterizadas por condiciones de sequía, lluvia errática y suelos pobres expuestos a la erosión y la encontramos en el paisaje como parte de la flora local como lo demuestran, sólo algunos ejemplos, las tarjetas postales o publicidad turística de Italia, España, Marruecos, Israel, Kenia, Yemen y Arabia Saudí. No se puede olvidar que Lorenzo Bernini (1598-1680) incluyó el nopal en la fuente de los cuatro ríos en la Plaza Navona de Roma donde se representa el Río de la Plata.

La controversia de que si es una planta útil o dañina seguirá perennemente dependiendo de la especie del género *Opuntia* y de quién, dónde, cuándo y cómo la vea. Esta contradictoria apreciación, que puede ser verdad tanto en un caso como en el otro, se basa en experiencias bajo diferentes condiciones ecológicas, económicas y sociales. No se pueden olvidar realidades como, por ejemplo, las que ocurrieron en Australia y Sudáfrica en donde se decidió aplicar el control biológico para detener su expansión o exterminarla en determinadas áreas.

Hay otras realidades como las de Etiopía y Eritrea donde efectivamente el nopal invadió, al encontrar un clima apropiado y la ausencia de enemigos naturales, miles de hectáreas después que se introdujo hace más de ciento cincuenta años. Pudo o no afectar los recursos fitogenéticos locales pero la realidad actual es que, después de tantos años, las generaciones presentes tienen una dependencia económica y alimenticia del nopal y sus productos, por lo cual es congruente preguntarse si la introducción del nopal fue una maldición o una bendición. Cabe también preguntar si mostró su capacidad de adaptación y rápida expansión en áreas vírgenes o en áreas previamente disturbadas por la intervención del ser humano. Por lo cual en el presente no se puede negar que no solamente es una planta útil sino de vital importancia y se le ha llamado “un cultivo que salva la vida de seres humanos y animales” sobre todo en las épocas de grandes sequías.

En la literatura popular, basada o no en resultados de investigación, se describen un sinnúmero de propiedades benéficas para la salud humana como su influencia en el control de la diabetes, obesidad, presión arterial, colesterol, estreñimiento, cáncer de próstata, colon y estómago, entre otras. Además se ha dicho que es un afrodisíaco y que resuelve problemas de riñón y de la excesiva ingestión de alcohol. Con esos argumentos se le vende como un complemento alimenticio. Independientemente de ello debería ser primeramente considerarlo como un alimento que aporta vitaminas y minerales, como lo son otras tantas frutas y verduras esperando que los trabajos de investigación comprueben las creencias populares.

Ante tanto mito o realidad un grupo de investigadores abnegados y convencidos de las bondades del nopal decidieron compartir experiencias desde 1991 (Primer Congreso Internacional de Nopal y Tuna en Lagos de Moreno, Jalisco, México), cuando se vislumbró por primera vez la creación de la Red Internacional de Cooperación Técnica en Nopal o Tuna (actualmente FAO-ICARDA CACTUSNET), la cual fue formalizada bajo los auspicios de la FAO en 1993, con el lema “un esfuerzo para producir y conservar el ambiente en las regiones áridas y subáridas”.

Argentina fue uno de los países fundadores de CACTUSNET. Desde entonces la Universidad Nacional de Santiago del Estero albergó la Coordinación Nacional con la convicción de que la Red representa un instrumento efectivo para incrementar la comunicación e intercambio de experiencias tanto a nivel nacional como internacional entre todos los actores involucrados en las actividades de producción, venta y consumo de la tuna y sus productos. Fue así que en este país, particularmente en la Provincia de Santiago del Estero, se han organizado diferentes eventos como cursos, talleres, simposios y reuniones técnicas y se han producido materiales escritos para difundir los conocimientos. Argentina ha participado y hecho aportaciones técnicas en innumerables actividades nacionales e internacionales organizadas en otros países.

Sin embargo, a pesar de que han pasado casi veinte años de intensa actividad, las bondades de la tuna no son plenamente conocidas por todos los actuales y potenciales beneficiarios. Fue así que a iniciativa del Municipio de Termas de Río Hondo se decidió organizar la “Segunda Reunión para el Aprovechamiento

Integral de la Tuna y otras Cactáceas” a la cual se aunó la “Primera Reunión Sudamericana de FAO-ICARDA CACTUSNET” con el fin de buscar una mayor integración con los países de Sudamérica considerando que en varios de ellos la tuna está presente, no es explotada a su máxima potencialidad y que tienen vastas áreas donde los factores naturales limitan severamente la productividad natural biológica por lo que otras actividades agrícolas no son factibles o no son redituables.

Es una firme convicción que la unión de esfuerzos de todas las personas involucradas en el cultivo, procesamiento y comercialización de la tuna hará una contribución modesta, pero firme, al derecho que cada ser humano tiene al alimento como lo menciona el artículo 25 de la Declaración Universal de Derechos Humanos, así como contribuir al alcance del primero de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de erradicar la pobreza extrema y el hambre.

“No puedes construir la paz sobre estómagos vacíos”, lo dijo John Boyd Orr, Primer Director General de la FAO y premio Nobel de la paz (1949).

**E. de J. Arias Jiménez**

*México*

# HISTORIA DE LA OPUNTIA FICUS-INDICA

Roberto Kiesling

IADIZA (Instituto Argentino de las Zonas Áridas – CONICET.  
Mendoza, Argentina. IADIZA CC 507 – Mendoza – Argentina  
rkiesling@mendoza-conicet.gov.ar

## Abstract

*A synopsis of the history of the most important cactus from the economical point of view it is made. It is not a wild plant, but the result of human selection for thousands years at Mexico, and at the last centuries at very many tropical areas of the entire world. Some of the main facts about it world wide distribution at tropical areas are mentioned. The spiny forms are mentioned as regressions for many countries, including Mexico, where also spiny forms can be the result of hibridation and introgression with wild species.*

## Introducción

Como se expresa –y demuestra– también en otras contribuciones de este número de Cactusnet Newsletter, *Opuntia ficus-indica* es la especie de cactus de mayor importancia económica en el mundo<sup>1</sup>.

En todo el continente americano, antes de la llegada de los europeos, los habitantes sin duda utilizaban diferentes especies de Cactáceas para su alimentación u otros destinos. Del género *Opuntia*, sabemos por el etnobotánico Pastor Arenas (com. personal y datos de herbario), que en el Chaco de Paraguay y de la Argentina, los pobladores actuales conocen con nombres diferentes a diferentes especies o variaciones de algunas especies, de las que mayormente cosechan sus frutos para la alimentación. Si duda en otros territorios sucede o ha sucedido lo mismo y sería interesante reunir más datos al respecto.

Al llegar en 1492 los españoles a la isla La Española (hoy Haití y República Dominicana) en el mar Caribe, los pobladores los convidaron con frutos de una *Opuntia*, (allí llamada tuna) circunstancia que se conoce por una graciosa

<sup>1</sup> La presente contribución se basa en gran parte en Kiesling (1999), pero complementada con otra similar pero mucho más completa y actualizada: Reyes-Agüero et al. (2005); otras fuentes se citan en menor medida, por brevedad.

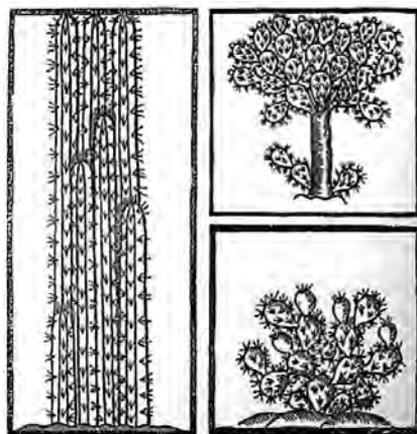
anécdota -contada por el cronista- ya que al colorear fuertemente la orina, los recién llegados creyeron haber sido envenenados y estar desangrándose. Este relato nos permite suponer que la *Opuntia* no era la hoy muy divulgada *Opuntia ficus-indica*, sino posiblemente *O. stricta*, originaria del Caribe y con frutos de color rojo intenso (Bravo, 1978). Entre las muestras de los hallazgos que se llevaron a España, sin duda figuraban algunas especies de cactus, plantas desconocidas en Europa, no solamente quizás por sus posibles utilidades, sino para mostrar esos organismos, extraños para ellos y prueba del descubrimiento de nuevas tierras. Griffiths (2004) menciona la posibilidad que *O. ficus indica* tuviera ya una distribución en las islas del Caribe previa a 1942.

En viajes posteriores, los españoles llegaron al continente, a México (donde, entre otros nombres, llamaban tenochtli a las *Opuntias*; Reyes-Agüero et al., 2005), y desde allí llevaron a Europa, a los jardines reales, la *Opuntia ficus-indica*, y también otros cactus. Los jardines reales del centro de España, no poseen el mejor clima para estas plantas, donde se desarrollaron lentamente. Solo cuando fueron llevadas a las costas de la península, prosperaron mejor. Si duda también los españoles fueron atraídos por el color rojo obtenido de un insecto, la cochinilla (la grana), color apreciado por su escasez en Europa. (Kiesling, 1999, Reyes-Agüero et al. 2005). Para una lista muy completa de nombres vernáculos y el área en que se utilizan, véase el segundo trabajo citado.

Las primeras figuras de cactus, tanto columnares como de *Opuntias*, las encontramos en la Historia General de las Indias, de G.F. Oviedo, de 1535, aunque las primeras menciones escritas datan del segundo viaje de Colón al Caribe (Fig. 1)

El nombre *Opuntia* lo debemos a Tournefort, en 1700, aunque su aceptación bajo el sistema binomial que Linneo estableció en 1753, fue efectuada por Philip Miller en 1754 (Linneo no acepto *Opuntia*, sino sólo un género: *Cactus*, dentro del cual consideró a "*Cactus ficus-indica*").

Mientras tanto, en sucesivos viajes, los marinos acarrearon estas plantas como sustituto de las verduras, para combatir el escorbuto (la falta de vitamina C), mal que los aquejaba debido a los largos períodos de navegación, sin alimentos frescos (Kiesling, 1999).



*Figura 1: Primera figura conocida de una cactácea columnar y dos de Opuntia spp., de Oviedo y Valdez, Historia Natural y General de las Indias (1535).*

Así es que los navegantes no sólo consumieron los tallos, las paletas, de estas plantas, sino que las implantaron en diferentes costas de la actual América, África, Asia y en el Mediterráneo. Muy posiblemente hayan llevado más de una especie, pero la preferida por su falta de espinas y tallos tiernos fue seguramente la *O. ficus-indica*. Seguramente para cosechar luego sus frutos y también con la esperanza de producir la grana, el colorante rojo de la cochinilla.

La planta sin espinas (o pequeñas) y de tamaño apreciable, vigorosa y de gran producción de tallos y frutos, que encontraron los españoles, no era una especie silvestre, sino el producto de selección de posiblemente más de 8000 años por los pobladores del actual México. De acuerdo a Reyes-Agüero et al. (2005), la domesticación se produjo en el en el sur del altiplano meridional de México.

Si sembramos semillas producidas por plantas de *Opuntia ficus-indica* sin espinas, luego de algún par de años, podemos observar que un porcentaje menor de la descendencia presenta espinas bien desarrolladas. Si hacemos el experimento contrario, sembrando semillas de especies similares pero con espinas, obtendremos algún porcentaje menor de plantas sin espinas, o con espinas menores (obs. personal y varias menciones bibliográficas). Esto es una clara demostración que se trata de grados de desarrollo, que las espinas siempre existen, aunque sean relictuales y no se desarrollen. La abundancia de plantas sin espinas sin duda se debe a la selección efectuada por mucos años, al igual que ser plantas vigorosas, de gran desarrollo. Otra comprobación de la cercana relación (en realidad identidad), de las formas espinosas y no espinosas, es que bajo estrés hídrico,

plantas sin espinas comienzan a producirlas. Los individuos de esta forma sin espinas se encuentran siempre en áreas urbanas o periurbanas, no en la naturaleza prístina, donde es consumida y destruida por los herbívoros.

Experiencias u observaciones a campo de diferentes especies de *Opuntia*, muestran también que el número y tamaño de las espinas es variable y no puede, en general, tomarse como un único valor definitorio para la identificación.

La -o las- especies que se consideran formas silvestres de *Opuntia ficus-indica*, son las de la Serie *Streptacanthae* y *Ficus-indicae*, de Britton y Rose, en especial *O. streptacantha* y *O. megacantha* (Walkington, 1968). Véase también Bravo y Sánchez Mejorada (1978), donde en las descripciones de las diferentes especies de ambas Series, mencionan su parentesco estrecho con las otras especies.

En realidad, las especies que mencionamos en el párrafo anterior, corresponden a plantas que se encuentran en la actualidad. Es muy posible que hace unos 9000 a 8000 años, los verdaderos antecesores, las plantas silvestres aprovechadas por las diferentes tribus en sus migraciones (y aparentemente esas migraciones correspondían en parte a las zonas y épocas de maduración de los frutos de *Opuntia*) hayan sido de menor tamaño, con más y mayores espinas con un número cromosómico menor (haploides:  $2x = 22$ , mientras que hoy todo el grupo tiene una alta ploidía, mayormente de  $6n$  ó  $8n$ , o sea  $2n = 66$  u  $88$ ) y frutos menores, como también de menor producción de materia seca por planta y por año. La selección por muchas generaciones dio como resultado la *Opuntia ficus-indica* que conocemos y seguramente también sus supuestos “antecesores actuales”, como *O. megacantha* u *O. streptacantha*, son el resultado de retrocruzas accidentales que aumentaron su tamaño, ploidía y otros caracteres. (Reyes-Agüero et al., 2005; Griffith, 2004). El segundo de los trabajos citados menciona la facilidad de cruzamiento entre especies en *Opuntia*, lo que facilita las modificaciones genéticas, como el aumento de ploidía.

Entre las migraciones de esta planta que son dables de rastrear debido a diferentes indicios, está el traslado desde México a California por religiosos jesuitas (Kiesling, 1999, Reyes Agüero et al., 2005), por lo que hasta hoy se la llama “El cactus de las Misiones”, por lo menos eso es la historia; en cambio no tenemos pruebas, pero es muy posible, que los pobladores anteriores ya hayan llevado esa planta hasta la actual California.

Los españoles llevaron también la tuna al Perú (crónica del religioso José de Acosta, de 1590, ver Kiesling, 1999) y, posiblemente, el insecto que da la grana, la cochinilla. Hay estudios que muestran que, si bien en el Perú la grana era materia prima para teñir mantos Paracas, el ácido carmínico utilizado no se obtenía de

la cochinilla grande (*Dactylopius coccus*), sino de otra que es natural en el Perú y vive sobre otros cactus, de lo que se infiere que antes del período hispánico se utilizaban otras cochinillas para el teñido.

En la Argentina, el teñido de ropa (ponchos) de rojo desde antiguo (Acosta, J. de, 1590) e incluso en el siglo XIX, se hacía con cochinillas autóctonas, y hasta el momento la producción de grana de calidad en el país es esporádica o baja; no así el cultivo de su hospedante, la *Opuntia ficus indica*, que se encuentra ampliamente distribuída al norte del paralelo 37 S (obs. pers.).

La naturalización, al hacerse subespontánea la *Opuntia ficus-indica* en lugares cálidos de otros continentes, hizo que de frutos no aprovechados o de semillas esparcidas de las plantas sin espinas, se desarrollaran otras nuevas, algunas de ellas con espinas notables. Así es que en los siglos XIX y XX, diversos botánicos se sorprendieron al encontrar estas plantas y las describieron como nuevas especies. Así encontramos a *Opuntia amyclaea*, descrita en Italia por el botánico Tenore, quien le dio el nombre por encontrarla en el pueblo de Amicle (esto, según Kiesling, 1999; Reyes-Agüero et al., 2005). no coinciden con esta opinión, pero las plantas así identificadas por ellos son de origen mexicano; para estar de acuerdo con estos autores, deberíamos proponer la importación temprana desde México a Italia de esas plantas, y no el proceso descrito anteriormente). En la Argentina, Spegazzini describió *O. cordobensis*; en Bolivia, Cárdenas lo hizo con *O. arcei* (por su discípulo, el Sr. Lucio Arce; Cárdenas, 1969), cuya diferencia principal con *O. ficus indica* es tener los frutos esféricos, verdes (Kiesling, 1999). También en Ecuador se describió una forma subespontánea de *O. ficus-indica*, y si seguimos rastreando encontraremos varios otros nombres en diferentes países. El hecho que sean regresiones después de largos períodos de cultivo, con posibles mutaciones, hace que estas plantas espinosas originadas en distintas áreas, presenten algunas diferencias entre sí y con plantas encontradas silvestres en México, lo que ha inducido a describirlas como novedades, a veces a nivel de especie.

## Conclusiones:

La especie cultivada, *Opuntia ficus-indica*, en su forma más conocida, sin espinas, con frutos grandes, comestibles, de diferentes colores e incluso sabores, es el resultado de la selección por varios miles de años en el actual México. No es una planta que se encuentre silvestre. Los antecesores deben haber sido especies de *Opuntia* hoy desaparecidas, con menores utilidades para el ser humano. Especies más o menos similares y con alto nivel de ploidía, que hoy se encuentran en

forma más o menos silvestre en México, pero que también son utilizadas, fueron producidas por retrocruzas entre poblaciones silvestres y las plantas seleccionadas, la hoy *Opuntia ficus-indica*.

## Referencias

- Acosta, J. de, 1590, t.1: 385, citado en Di Lullo, O. 1944. El Folklore de Santiago del Estero. Publicación Oficial. S. del Estero.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez Mejorada, H. M. 1978. Las Cactáceas de México, 2nd ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Britton, N.L., and Rose, J. N. 1919. The Cactaceae, Vol. 1: 1-238. Carnegie Institution, New York, New York, USA.
- Cárdenas, M.H. 1969. Manual de Plantas económicas de Bolivia. Imprenta Ichtus. La Paz.
- Fernandez de Oviedo. 1535. Historia general. Libro X (no visto, reproducido en López Piñero, J.M. et al., 1992. Medicinas, drogas y alimentos vegetales del Nuevo Mundo. Ito. Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia. Univ. de Valencia. España)
- Kiesling, R. 1998. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. Journal of the Professional Association for Cactus Development 3. Online at <http://www.jpacd.org/contents1998.htm>
- Griffith, M.P. 2004. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (cactaceae): new molecular evidence. American Journal of Botany 91(11): 1915–1921. 2004.
- Reyes-Agüero, A. J., Aguirre-Rivera R. J., and Hernández, H. M. 2005. Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). Notas sistemáticas y una descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). Agrociencia 39: 395-408.
- Scheinvar. L. 1995. Taxonomy of utilized *Opuntias*. En Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear: 20-27. FAO Plant Production and Protection Paper 132.
- Walkington, D. L. 1968. The taxonomic history of Southern California Prickly Pears. Cactus Succ. 40:186-192.

# COLECCIÓN DE OPUNTIA EN EL NATIONAL ARID LAND PLANT GENETIC RESOURCES UNIT

Gabriela Romano

*National Arid Land Plant Genetic Resources Unit (NALPGRU),  
United States Department of Agriculture-Agricultural Research  
Service (USDA-ARS). 9611 S Riverbend Ave. Parlier, CA 93648,  
USA. [gabriela.romano@ars.usda.gov](mailto:gabriela.romano@ars.usda.gov)*

## ABSTRACT

*There are over 240 accessions of *Opuntia* (nopales) in the fields of the National Arid Land Plant Genetic Resources Unit (NALPGRU), which is part of the National Plant Germplasm System (NPGS). The collection focuses mostly on *Opuntia ficus-indica* although there are accessions from other 20 *Opuntia* and *Nopalea* species. The objective of this collection, as is true of others in the NPGS, is to make the material available to those who want to develop or research the crop. This plant material is provided for free and can be requested through the Germplasm Resources Information Network (GRIN). This *Opuntia* collection features plants with different habits, vigor and cladode size, variable spine and glochid presence and abundance, and fruits of varying sizes and colors. The San Joaquin Valley area, where the collection is located, has Mediterranean climate, with hot and dry summers and cloudy, rainy winters; in these suboptimal conditions some plants have suffered damage from excessive winter moisture and cold although all accessions and most individuals have survived. To accelerate the growth of the collection plants in order to maintain a good supply of cladodes for customers some summer irrigation is provided. At NALPGRU, *Opuntia* has almost no pests, but occasional pesticide spray is needed for scale insect control. Additional care includes pruning, weeding of the plots, removal of damaged cladodes, and replacement of damaged individuals. Plants in the *Opuntia* genus thrive where few species can live and they can be the source of several products, some of them with high value. The *Opuntia* collection at NALPGRU is a valuable resource for those looking for a low-input multi-purpose crop either for research or for economic development.*

## INTRODUCCIÓN

El banco de germoplasma National Arid Land Plant Genetic Resource Unit (NALPGRU) está ubicado en el Valle de San Joaquín, al sudeste de la ciudad de Fresno, en Parlier, CA. Esta zona es un semi-desierto y las colecciones de

germoplasma de NALPGRU reflejan esta condición. Las lluvias son estacionales y ocurren, en su mayoría, desde el otoño hasta la primavera con un promedio anual de 280 mm y una temperatura media anual de 16°C. El suelo es típico xerorthent, con un pH de 7.2 y bajo en materia orgánica y en capacidad de intercambio catiónico. En NALPGRU se mantienen las colecciones del cultivo multipropósito de higos de tuna (nopales, *Opuntia* spp. y *Nopalea* sp.), de plantas que producen aceites cosméticos-industriales, *Simmondsia chinensis* (jojoba), *Physaria/Paysonia* spp., y *Limnanthes* spp., de una especie productora de látex hipoalergénico, *Parthenium argentatum*, de plantas forrajeras, *Atriplex* spp. y *Bassia* sp.; y de otras plantas de usos varios, *Agave*, *Yucca*, *Hesperaloe*, *Salicornia*, *Proboscidea*, y *Ephedra*.

Las accesiones mantenidas en NALPGRU, así como también el resto del germoplasma del National Plant Germplasm System (NPGS), son accesibles a través del Germplasm Resources Information Network (GRIN, <http://www.ars-grin.gov/npgs/searchgrin.html>). Esta base de datos para el sistema de germoplasma contiene información sobre el origen, inventario, caracteres evaluados, imágenes y distribución a clientes de semillas y material vegetativo y también maneja los pedidos de germoplasma. El certificado fitosanitario es enviado junto con los cladodios pero no se pueden proveer certificaciones adicionales sobre la inexistencia de enfermedades ya que las plantas no son sometidas a exámenes de laboratorio. Los certificados de importación deben ser provistos por los clientes solicitando germoplasma.

Las tunas conservadas en NALPGRU no presentan mayores problemas de mantenimiento. Durante la estación seca, que a veces se extiende a ocho meses, son irrigadas una vez por mes o cada dos meses (dependiendo de la cantidad de precipitación en el invierno anterior) y más a menudo en el caso de plantas trasplantadas recientemente. Ocasionalmente es necesario aplicar pesticidas para eliminar cochinillas y podar las plantas para mantenerlas de un tamaño adecuado así como para quitar cladodios dañados. Algunas accesiones provenientes de zonas mucho más cálidas que Parlier, CA, sufren cierto daño por el frío, ya que las temperaturas invernales bajan por debajo de 0°C en repetidas ocasiones, pero hasta ahora todas las accesiones han sobrevivido el clima de la zona.

## ORIGEN DE LA COLECCIÓN

Muchas accesiones provienen del programa de mejoramiento de tunas que existió en Kingsville, Universidad de Texas A&M; del que Peter Felker y Duane Gardiner fueron parte. Los números originales TAMUK (Texas A&M

University at Kingsville) de esas accesiones se mantienen dentro de los datos de pasaporte. Otras accesiones son provenientes del programa que la Universidad de California tuvo en Riverside o fueron donadas por Peter Felker y D'Arrigo Bros. (Salinas, CA). Algunas accesiones fueron colectadas en California, donde muchos inmigrantes de México han traído pencas de las tunas que tenían en su país de origen. Finalmente, otros clones fueron donados por individuos que tienen sus colecciones particulares de tuna como Roy Wiersma y Mark Moradian y que, generosamente, han decidido compartirlas. Algunas de las accesiones son, casi con seguridad, híbridos generados por Luther Burbank de acuerdo a las descripciones encontradas en los catálogos de Burbank de 1909 hasta 1918 (Wiersma 2008).

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LA COLECCIÓN

En el listado oficial de accesiones en GRIN, muchas de las especies han sido dejadas sin epíteto específico y fueron agrupadas dentro de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, ya que la sistemática del grupo esta aún sin resolver. En esta reseña las accesiones serán presentadas con el epíteto específico más comúnmente usado por profesionales y entusiastas para esa morfología particular pero se entiende que probablemente algunos sean incorrectos o considerados como otras especies por otros autores y que casi con seguridad cambiarán en el futuro. El código entre paréntesis es la identificación de la accesión en GRIN y permite el acceso a información más detallada sobre estas accesiones usando el sitio de web mencionado anteriormente.

Se encuentran en la colección varias accesiones de *Nopalea cochenillifera* (también llamado por algunos autores *O. cochenillifera*; PARL 242, 555, 826-830; Fig. 1). Estas son de tipo arbustivo, sin espinas y algunas no producen frutos ya que sus flores abortan. Otras accesiones, también arbustivas, pero espinosas y dentro del género *Opuntia*, son *O. elata* (PARL 225, 227), *O. scheeri* (PARL 230), *O. aciculata* (sinónimos *O. lindheimeri* var. *aciculata*, *O. engelmannii* var. *aciculata*; PARL 226), a hybrid (Santa Rita x *O. microdasys*, PARL 234) y *O. littoralis* var. *vaseyii* (PARL 236); éstas se usan principalmente como ornamentales. La colección también tiene una especie rastrera y espinosa, con resistencia a bajas temperaturas, *O. humifusa* (PARL 808, 809, 810) y otra con morfología de arbusto bajo, *O. lindheimeri* (PARL 400 a 405) también resistente a bajas temperaturas. Dentro de las especies de mayor porte y sin espinas se encuentran *O. undulata* (PARL 241, 556, 557; Fig. 2), *O. megacantha* (PARL 258, 260; Fig. 3), y *O. crassa* (PARL 257, 259, 325; Fig. 4). Entre las espinosas están

*O. phaeacantha* (PARL 229; Fig. 5) y *O. streptacantha* (PARL 313, 314; Fig. 6). Algunas accesiones de *O. robusta*, una especie que típicamente tiene grandes cladodios aproximadamente circulares de color verde azulado y grandes frutos morados, tienen espinas (PARL 200, 310; Fig. 7) y otras carecen de ellas (PARL 238, 301, 302; Fig. 7). También existe un clon cuya morfología vegetativa corresponde a *O. robusta* pero tiene frutos amarillos (PARL 395). Dentro de las accesiones que comprenden *O. ficus-indica*, ya sea identificados como tales por sus donantes o con morfología similar a *O. ficus-indica*, y sus híbridos hay plantas de gran porte y que forman un tronco corto en sus bases. Algunas son espinosas en los cladodios y otras no lo son y el grado de espinas en los frutos es variable; algunas carecen por completo de espinas en los frutos pero no existen frutos completamente libres de gloquidios. Muchas de estas accesiones son probablemente parte de progenies de cruces efectuadas para mejoramiento, aunque no siempre esa información fue recibida con las plantas o asentada en GRIN. Ejemplos de estas “familias” de accesiones se encuentran en PARL 189 a 197 (Fig. 8), PARL 327 a 337 y 351 a 378 (Fig. 9). Finalmente, una fracción de otra serie de híbridos (*O. ficus-indica* y *O. lindheimeri*) que fue desarrollado en Mendoza, Argentina también se encuentra en la colección (Guevara et al.; PARL 845 a 855, Fig. 10).

Las tunas prosperan en zonas donde hay pocas alternativas de cultivo. La colección de tunas de NALPGRU está disponible para quienes necesitan un cultivo multipropósito con bajos insumos.

## AGRADECIMIENTOS

A Jerry Serimian, que ayudó a coleccionar y transportar numerosas accesiones y que, como capataz de las operaciones de campo, ha mantenido la colección por más de diez años. A todo el personal técnico que a través de los años ha colaborado en el mantenimiento de la colección.

## REFERENCIAS

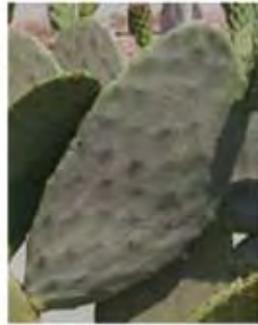
- Roy Wiersma. 2008. Luther Burbank spineless cactus identification project. Authorhouse, Indiana, USA.
- Juan C. Guevara, Peter Felker, Mónica G. Balzarini, Sebastián A. Páez, Oscar R. Estévez, Marta N. Páez y Juan C. Antúnez. 2011. Productivity, cold hardiness and forage quality of spineless progeny of the *Opuntia ficus-indica* 1281 x *O. lindheimeri* 1250 cross in Mendoza plain, Argentina. *J. PACD* (2011) 13: 48–62.



*Fig. 1- Nopalea cochenillifera* (también *O. cochenillifera*; PARL 242, 555, 826-830)



*Fig. 2- Opuntia undulata* (PARL 241, 256, 257)



*Fig. 3- Opuntia megacantha (PARL 258,260)*



*Fig. 4- Opuntia crassa (PARL 257, 259, 325)*



*Fig. 5- Opuntia phaeacantha* (PARL 229)



*Fig. 6- Opuntia streptacantha* (PARL 313, 314)



*Fig. 7- Opuntia robusta (PARL 200, 238, 301, 302, 310)*



*Fig. 8- Opuntia ficus-indica (PARL 189 a 197)*



*Fig. 9- Opuntia ficus-indica* (PARL 327 a 337 y 351 a 378)



*Fig. 10- Opuntia ficus-indica* y *O. lindheimeri* (PARL 845 a 855)



# POTENCIAL DA PALMA FORRAGEIRA NA AMÉRICA DO SUL

José Carlos Batista Dubeux Jr.<sup>1</sup>; Mércia Virgínia Ferreira dos Santos<sup>1</sup>; Marcelo Cavalcante<sup>1</sup>; Djalma Cordeiro dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Rua Dom Manoel de Medeiros, SN, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil  
dubeux@dz.ufpe.br; mercia@dz.ufpe.br

<sup>2</sup>Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA  
Estação Experimental de Arcoverde, Arcoverde-PE, Brasil  
djalma.cordeiro@ipa.br;

## ABSTRACT

*South America has 25% of its territory of arid and semiarid lands. Despite of this, only a small proportion of this land is cropped with cactaceae. Research has demonstrated the potential of cactus to occupy this potential area. Diverse products such as fruits, vegetables, cosmetics, medicines, and forages are listed among cactus possible commodities. In South America, most of the cultivated cactus occurs in Brazil, however, there is a large potential to increase cactus crop in other South American countries. Fruit production ranks top on the list of Argentinean cactus fields. Peru dedicates most of its cactus areas to cochineal farming. Chile and Argentina are leading the cactus processing industries. Cactus development in the semiarid NE Brazil has been impressive during the last decades. The major use for cactus in this region is for livestock feeding. Research has played an important role, but the success of the Brazilian story is likely due to a combination of factors from different stake holders such as credit agents, governmental policies, rural extension, private sector such as milk industry, and many others. Other important aspect in this region is the farm size. Most of the farmers are considered small famers and family labor still plays an important role. Larger farmers, however, also use cactus for livestock feeding. South America has large potential to increase cactus planted area. Public policies and credit are needed in order to increase cultivation of this important plant to the semiarid regions in South America.*

## INTRODUÇÃO

A América do Sul, localizada entre as latitudes 12°N e 55°S e longitudes 35 e 80°W, é composta por 13 países (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela), com área total de 17.819.100 km<sup>2</sup> (Gentry, 2012), representando 12% da superfície terrestre e abrigando 6% da população mundial (UNEP, 2012).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, na América do Sul são observados 29 tipos climáticos distintos (Peel et al., 2007), destacando-se os climas Áridos (BWh, BWk) e Semiáridos (BSh, BSk), que ocupam cerca de 25% de sua superfície (Rötting et al., 2009). Essa proporção, resulta em aproximadamente 4,5 milhões de km<sup>2</sup>. Segundo Wickens (1998), estas áreas são caracterizadas pela baixa precipitação pluvial (<500 mm/ano), alta temperatura diurna (>30°C) e baixa temperatura noturna (<10°C > -10°C), além da presença, em algumas regiões, de áreas salinizadas (>4,0 dS/m), devido a elevada evapotranspiração. Estas características associadas a grande variabilidade de solos (>20 classes; Britannica, 2012), impõem limitações à produção vegetal e animal (sazonalidade), com reflexos na economia regional e na qualidade de vida dos habitantes.

Em alguns casos, as regiões áridas e semiáridas na América do Sul são densamente populadas e apresentam elevada densidade demográfica. No semiárido da região Nordeste do Brasil, por exemplo, a densidade é da ordem de 34,15 hab./km<sup>2</sup>, chegando a 112,33 hab./km<sup>2</sup> no Estado de Alagoas (IBGE, 2010). A pecuária é uma das aptidões da região semiárida, considerando a irregularidade na distribuição de chuvas. Assim, a pastagem nativa torna-se um importante recurso forrageiro, a qual pelas características sazonais das plantas, pelas condições adversas de clima e solo, e principalmente, por parte da vegetação ser de plantas não forrageiras, apresenta baixa capacidade de suporte (Santos et al., 2010a).

Desta forma, torna-se necessário encontrar alternativas sustentáveis de produção vegetal, que permitam a fixação do homem no campo e que garantam sua qualidade de vida. A utilização de espécies do grupo *Opuntia* e *Nopalea* nos sistemas produtivos consiste em uma importante alternativa, pois suas características anatômicas e fisiológicas permitiram adaptação às condições edafoclimáticas nas regiões áridas e semiáridas. O metabolismo fotossintético característico possibilita que o cultivo dessas cactáceas seja possível em regiões áridas, comumente conhecidas pelo baixo índice de desenvolvimento humano, abrindo perspectivas na obtenção de alimento e de renda nessas áreas que, na ausência de irrigação, são consideradas inadequadas à produção de espécies anuais (graníferas e olerícolas).

Cactáceas também podem desempenhar um importante papel em projetos de preservação do solo, além de produzirem frutas e verduras para consumo humano, forragem, biomassa para fins energéticos (biogás, etanol), cochonilha para a produção de carmim e inúmeros subprodutos, como bebidas, queijo vegetariano, remédios e cosméticos, com baixo input de insumos (SEBRAE, 2001).

Apesar da América do Sul dispor de aproximadamente 4,5 milhões de km<sup>2</sup> de regiões áridas e semiáridas, apenas uma pequena proporção dessa área é cultivada com Cactaceas. Estima-se que existam 675.000 ha de *Opuntia* e *Nopalea* cultivados na América do Sul, sendo 600.000 ha no Brasil e 75.000 ha nos outros países do continente. Apesar da extensa área cultivada, isso representa uma pequena proporção do potencial. O objetivo dessa revisão é descrever os fatores a serem considerados para a exploração da palma forrageira nas regiões Áridas e Semiáridas de países da América do Sul.

## A PALMA NA AMÉRICA DO SUL

A palma é originada da América tropical e subtropical, mas, atualmente, encontra-se em uma grande variedade de condições agroclimáticas, nas formas silvestre ou cultivada, em todo o continente americano. A palma está também difundida na África, Ásia, Europa e Oceania, nas formas cultivada e silvestre (Sáenz-Hernandez, 2006).

Na Argentina, a palma (tuna) se desenvolve em sistemas de produção tradicionais, principalmente na província de Salta (Lozano, 2011), estimando-se área plantada de 10.000 ha que são destinados a produção de forragem, de frutas (cv. Amarillas, que representa 80% do mercado consumidor) e, como produto secundário, a produção de xarope. Aproximadamente 2% das propriedades se destinam, exclusivamente, a produção de frutas (Parma, 2007). Nas condições de Santiago del Estero, Argentina, Ochoa (2005) testou o espaçamento 7,0 x 5,0 m, e observou produtividade média de 20 Mg MS de forragem/ha e de 6 a 8 frutos/cladódio (120 g/fruto; primeira classe), podendo os frutos, segundo Parma (2007), atingir produtividade de 5 a 8 Mg/ha e produção de 14.000 Mg/ano ao preço de US\$ 0,55/kg.

O Peru conta com 35.000 ha de palma silvestre (região Andina) destinados, basicamente, a produção de cochonilha do carmim (*Dactylopius coccus*: Hemiptera) (Iglese et al., 2002), que corresponde a 400 Mg/ano e que movimenta US\$ 28 milhões nas exportações do corante, principalmente para Europa (ASERCA, 2000). A exportação de frutas (29,6 Mg) para Holanda (85%) e Guatemala (9%) movimentou em 2006 US\$ 120.300 (Torres, 2008). Canchari (2005) afirmou que no Peru existe a necessidade de pesquisas básicas destinadas a gerar informações sobre o manejo agrônomico, principalmente quanto ao pH e a salinidade do solo. A capital do Chile, Santiago, e regiões vizinhas (Til-Til, Noviciados e Pudahuel), em que a precipitação média anual é de 400 mm, conta com área de 1.500 ha de *O. ficus* destinados à produção de frutas (8.000 Mg/ano) e de forragem (13 Mg

MS/ha/ano) (Azócar, 2001; Barbera, 2001). A partir de cochonilhas importadas do Peru, em 2001, em 70 ha foram produzidas 124 Mg/ano de corante, com 22% de ácido carmínico, que representou 12% da produção mundial (Bustamante, 2002). No mercado de Santiago, as frutas são comercializadas em caixas de 18 (mercado interno) e de 5,0 kg (exportação) de acordo com seu peso, os quais são enquadrados nas seguintes categorias: primeira (< 90 g), segunda (entre 90 a 140 g) e especial (> 140 g), segundo Rayes & Lavín (2004).

Na Venezuela, as regiões Áridas e Semiáridas ocupam, aproximadamente, 4% do território Nacional, com precipitação média variando de 250 a 500 mm/ano. A produção e o aproveitamento de frutas estão limitados ao consumo local *in natura*, devido ao deficiente manejo pós-colheita (Florio & Florio, 2008). Contudo, existem pesquisas para extração de pigmentos da *O. boldinghii* (Pantaleón et al., 2009), além da produção de palma forrageira, como a realizada por Sánchez & Hernández (2006), na região do Rio Tucuyo, Estado Lara, em que suplementaram cabras com 500 g de palma/animal/dia + 2,5% de ureia e observaram incremento no peso de 57,3 g/animal/dia e na produção de leite em 62% (296 g/animal/dia) quando estes resultados foram comparados com o pastejo dos animais na vegetação nativa. Álvarez & Rodríguez (2006) indicaram o cultivo da palma como recurso estratégico para reduzir o consumo de água em caprinos da região da Villa Araure, Estado Lara.

No Brasil, a palma forrageira foi introduzida em 1818, no Rio de Janeiro (Lira et al., 2006) e, devido as condições edafoclimáticas, estima-se que existam 500.000 ha cultivados com as espécies *O. ficus-indica* (cv. Gigante e Redonda) e *N. cochenillifera* (cv. Miúda), principalmente na região Nordeste (Santos et al., 2006), destinados basicamente à produção de forragem para atender a demanda dos animais, principalmente nos meses secos do ano. Porém, com os recentes registros de danos causados pela cochonilha do carmim nos palmais da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, é possível que esta área tenha se modificado. A produção de frutas é modesta, concentrando os plantios no Estado de São Paulo nos municípios de Valinhos, Jundiá, Mogi das Cruzes, Campinas e Itapeva, totalizando um pouco mais de 40 ha, que são exportados para Europa e para os Estados Unidos. Os frutos vêm sendo comercializados ao preço de R\$ 27,60/kg (Segantini et al., 2010).

## **ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA PALMA**

A partir de dados climáticos (temperatura e precipitação) e produtivos da cultura, Souza et al. (2008) estabeleceram indicadores para o zoneamento agrícola da

palma para cinco localidades do México, quatro da África e 38 do Brasil. Nesse estudo, 86% dos sites se concentram na faixa ideal (Tabela 1), indicando que se trata de uma espécie com ampla aptidão climática.

No Estado de Pernambuco, 76 municípios apresentam condições propícias ao cultivo da palma, destacando-se Floresta, Petrolina, Ibimirim e Serra Talhada (Bracale, 2011), por serem os municípios com maior efetivo de caprinos da região Nordeste do Brasil (IBGE, 2010). Segundo Falasca et al. (2011), 39% das plantações de palma na Argentina se encontram em Tucumán, 22% em Catamarca, 14% em Santiago del Estero, 12% em La Rioja, 10% em Salta, 2% em Córdoba e 1% em Mendoza. Segundo esses autores, cerca de 30% da área total da Argentina apresenta condições favoráveis ao cultivo da palma (Figura 1), considerando a precipitação pluvial e a temperatura média anual.

*Tabela 1. Indicadores climáticos para realização do zoneamento agrícola da palma forrageira.*

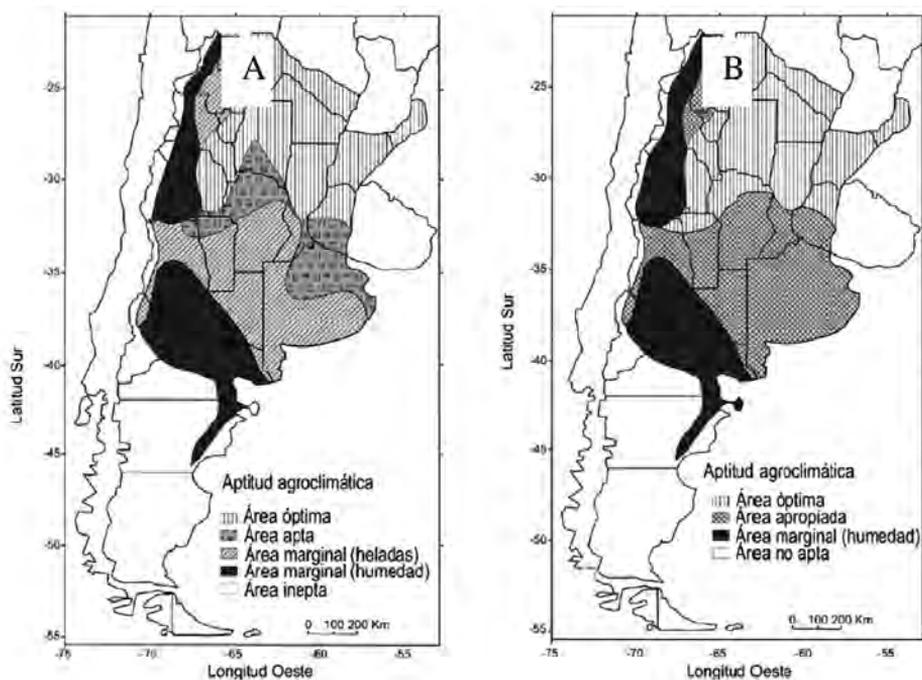
Faixas de aptidão		
Ideal	Restrita	Inadequada
$16,1 \leq T_{\text{med}} \leq 25,4$	$T_{\text{med}} < 16,1$ e $T_{\text{med}} > 25,4$	--
$28,5 \leq T_{\text{máx}} \leq 31,5$	$T_{\text{máx}} < 28,5$ e $T_{\text{máx}} > 31,5$	--
$8,6 \leq T_{\text{mín}} \leq 20,4$	$T_{\text{mín}} < 8,6$ e $T_{\text{mín}} > 20,4$	--
$10,0 \leq AT \leq 17,2$	$AT < 10,0$ e $AT > 17,2$	--
$368,4 \leq P \leq 812,4$	$P < 368,4$ e $812,4 < P \leq 1089,9$	$P > 1089,90$
$-65,6 \leq IUS \leq -31,8$	$IUS < -65,6$ e $-31,8 < IUS \leq 7,7$	$IUS > 7,7$

Temperaturas (°C) média ( $T_{\text{med}}$ ), máxima ( $T_{\text{máx}}$ ) e mínima ( $T_{\text{mín}}$ ); amplitude térmica (AT); precipitação (P, mm); índice de umidade do solo (IUS). Fonte: Souza et al. (2008).

## A EXPERIÊNCIA DO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO

No Brasil, estima-se que há atualmente aproximadamente 600.000 ha cultivado com cultivares de palma. Apesar dos recentes esforços governamentais para diversificar o uso da cultura, a maioria das áreas plantadas ainda é dedicada à produção de forragem. A razão para a vasta área plantada com palma no Brasil deve-se possivelmente à combinação de diferentes atores produtivos, tais como agentes de crédito, políticas governamentais de apoio, extensão rural, setor privado, indústria de processamento de leite, dentre outros. Vale salientar também o destacado papel da pesquisa realizada, que culminou no avanço da produtividade da cultura. Os ganhos obtidos pela pesquisa, foram devidos ao

melhoramento genético, técnicas de plantio, adubação, controle de plantas daninhas e colheita.



**Figura 1. Amplitude agroclimática dos plantios jovens (A) e adultos (B) de palma na Argentina. Fonte: Falasca et al. (2011).**

Recentemente, a ocorrência da praga *Dactylopius opuntiae* tem trazido prejuízos aos cultivos de palma. Assim, um dos temas atualmente mais pesquisados no Brasil na cultura da palma é o uso de cultivares resistentes. A avaliação produtiva dos clones resistentes a cochonilha do carmim em diferentes ambientes no semiárido de Pernambuco (Lira et al., 2011) tem evidenciado alta produtividade da Orelha de Elefante Mexicana (*O. stricta*). na maioria dos ambientes, baixa produtividade da Orelha de Elefante Africana (*O. undulata*) e da Algerian (*O. ficus-indica*) em todos os ambientes e maior produção da Miúda, em relação ao clone IPA-Sertânia na maioria dos ambientes.

Com relação a espaçamento de plantio, diversas pesquisas foram realizadas. Ramos et al. (2011) indicaram que o espaçamento de 1,0 x 0,5 m (10.000 plantas/ha) promoveu maior produtividade (130 Mg/ha; massa verde) e maior eficiência no uso da chuva (6,13 kg MS/ha/mm de chuva), quando comparado ao espaçamento de 2,0 x 1,0 m (40 Mg/ha e 1,9 kg MS/ha/mm de chuva).

A adubação também tem demonstrado ser uma atividade essencial para alcançar altas produtividades da palma. Apesar de ser uma espécie CAM, com crescimento mais lento, a palma pode responder positivamente aos adubos orgânicos e industriais, uma vez que a produtividade de 174 Mg MV/ha foi observada por Gomes (2011), ao aplicar 60 Mg/ha de esterco caprino (550 e 88,37 mg/dm<sup>3</sup> de P e K<sup>+</sup>; 9,32 e 236,43 g/kg de N e MO, respectivamente). Dubeux et al. (2006) observaram incremento produtivo (33,7 Mg MS ha/corte) quando P (33 kg P/ha/ano) e N (300 kg N/ha/ano) foram aplicados em um palmal com 44.000 plantas/ha (espaçamento de 1,0 x 0,25 m).

O manejo de colheita também foi extensivamente estudado. Para o Agreste de Pernambuco, Farias et al. (2000) relataram que o manejo da colheita foi fator determinante para manutenção da produtividade ao longo de sucessivas colheitas de um palmal em São Bento do Una – PE. Em geral, espaçamentos mais largos ( 2 m x 1 m ou 3,0 m x 1,0 m x 0,5 m) evidenciam a necessidade de preservar os artículos secundários quando a colheita é feita a cada dois anos; quando a colheita é feita a cada quatro anos pode-se preservar apenas os primários. Conforme Alves et al. (2007), a produção de matéria seca da palma cv Gigante após 19 anos foi sempre maior quando na colheita conservaram-se os artículos secundários. O armazenamento pós-colheita de diferentes cultivares de palma não resultou em perdas aparentes de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta e carboidratos solúveis da palma forrageira até 16 dias de armazenamento pós-colheita, conforme Santos et al. (1992), sugerindo assim que maior quantidade de palma pode ser colhida, mesmo que não haja utilização imediata.

O teor de umidade da palma é, em média, de 90% (Lopes et al., 2009). Isto permite que o consumo de água (L/dia) pelo animal seja reduzido, diminuindo assim a dependência de recursos hídricos já escassos no período de déficit hídrico. Bispo et al. (2007) observaram que a inclusão de 56% de palma (MS) na dieta de ovinos sem padrão de raça definido reduziu o consumo de água de vacas em 87%. Com a inclusão de 51% de palma na dieta de vacas da raça Holandesa com 110 dias de lactação, Oliveira et al. (2007) também observaram redução na ingestão de água em 74%. Apesar de o fornecimento de água ser um fator positivo, a palma apresenta baixos teores de proteína bruta e de fibra (Valadares Filho, 2006), tornando-se necessário que estes componentes sejam suplementados quando fornecida aos animais. Neste sentido, Moreira et al. (2007) observaram que palma + 292 g ureia pode substituir o farelo de soja (85 e 45% de MS e PB, respectivamente) na alimentação de bovinos Guzerá e Girolando. Já os resultados obtidos por Silva et al. (2007) indicaram que a palma (50% MS) pode

ser associada aos volumosos bagaço de cana-de-açúcar, feno de capim-tifton, feno de capim-elefante ou silagem de sorgo, sem alterar o consumo de nutrientes, a produção de leite e a digestibilidade da matéria seca e de nutrientes (dieta com 14,28 e 56,27% de PB e NDT, respectivamente).

## POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DA PALMA

As indústrias farmacêutica, alimentícia e de cosméticos vêm investindo na exploração das matérias-primas da palma, considerando suas propriedades químicas. Kaur et al. (2012) fizeram uma ampla revisão sobre as propriedades farmacológicas da palma, as quais são indicadas no tratamento de úlceras (pectina), na atividade anti-inflamatória ( $\beta$ -sitosterol), anti-câncer (betanina), na capacidade neuroprotetora (quercetina, dihidroquercetina, e 3-metil-éter-quercetina), e nas propriedades anti-diabética, hepatoprotetora e antioxidante (extrato do cladódios e suco da fruta). Na indústria alimentícia, dependendo da idade dos cladódios, podem ser destinados à produção de verdura (minimamente processadas), pode-se obter a farinha para suplementos alimentícios ricos em fibra, geleias (Sáenz-Hernandez, 2005), além da mucilagem para utilização nos alimentos, devido aos biopolímeros (Iturriaga, 2006). As frutas poderão ser utilizadas para produção polpa, sucos concentrados, frutos secos desidratados ou ainda, destinados a extração de corantes (betalaínas) para inclusão em bebidas lácteas (Sáenz-Hernandez, 2005). Além disso, ainda é possível a confecção de xampu, sabonetes e cremes.

A empresa mexicana *Elqui Global Energy* desenvolveu uma usina de produção de energia a partir da palma. Estima-se que 1,0 Mg de biomassa de palma tem potencial para produzir 50 a 60 m<sup>3</sup> de biogás (chegando a 70% metano; Jigar et al., 2011), gerando 250 a 360 kWh. Em 1,0 ha, é possível obter de 30.000 a 140.000 kWh/ha, ou 2,5 a 12 tep/ha/ano (Wayland & Ruiz, 2012). A partir da hidrólise enzimática (celulase e  $\beta$ -glucosidase), Kuloyo (2012) observou que é possível a obtenção de etanol a partir da palma, pois, devido a sua ecofisiologia, não compete por área com outras culturas de interesse econômico (soja, milho, trigo), bem como não são necessários desflorestamentos para seu cultivo, uma vez que áreas marginais ou degradadas poderão ser utilizadas.

Menezes et al. (2011) verificaram que a palma forrageira tem potencial para produção de biogás e etanol no semiárido do Nordeste. Assim, os autores estimaram que, com uma tonelada de cladódios de palma é possível gerar 60 m<sup>3</sup> de biogás. Quanto a produção de etanol por hectare, utilizando-se produtividade de matéria seca de 16 Mg MS/ano, situou-se na faixa entre 1850,5 - 2654,4 L

etanol/ha/ano. Os autores salientam ainda que há necessidade de estudos mais detalhados no sentido de encontrar alternativas biotecnológicas para viabilizar a produção de biocombustíveis pela biomassa de palma forrageira no Nordeste do Brasil.

Por todas as características multiuso, a palma poderá ser utilizada como estratégia nas políticas públicas destinadas a mitigar os impactos advindos da escassez de alimentos nas regiões Áridas e Semiáridas de países da América do Sul e do mundo. É possível que sua importância aumente com as alterações climáticas esperadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A palma forrageira, presente em vários países da América do Sul, contribui com a economia local de forma significativa, constituindo uma importante alternativa para exploração nas regiões Áridas e Semiáridas. Apesar do potencial de uso diversificado, em muitas regiões o uso da palma limita-se a exploração de forragem e dos frutos, de modo que a instalação de indústrias para exploração das suas propriedades farmacêuticas, cosméticas e, principalmente, energéticas poderá abrir novas perspectivas para as populações desses biomas, que são caracterizados pelo baixo índice de desenvolvimento humano.

Apesar da América do Sul possuir extensas áreas de regiões áridas e semiáridas, a palma é cultivada em uma pequena proporção. O potencial de expansão do cultivo da palma na América do Sul é promissor, devendo no entanto serem entabuladas políticas públicas de fomento ao cultivo das cactáceas como forma de mitigar a fome e a pobreza, promovendo o desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez HA, Rodríguez M. Caracterización del circuito caprino en el sector Villa Araure (Estado Lara, Venezuela). *Agroalimentaria* 2006; 23: 111-121.
- Alves RN, Farias I, Menezes RSC, Lira MA, Santos DC. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. *Rev. Caat.* 2007; 20: 38-44.
- ASERCA. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Estudio del mercado mundial de la cochinilla del nopal. México: Tecnos, 2000. 208p.
- Azócar P. *Opuntia* as feed for ruminants in Chile. In: Mondrágón-Jacobo C, Perez-Gonzalez S. (Eds.). *Cactus (Opuntia spp.) as forage*. México: FAO Corporate Document Repository, 2001. p. 57-61.

- Barbera G. História e importância econômica e agroecológica. In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. João Pessoa: SEBRAE/FAO, 2001. p. 1-11.
- Bispo SV, Ferreira MA, Vêras ASC, Batista AMV, Pessoa RAS, Bleuel MP. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. Rev. Bras. Zoot. 2007; 36: 1902-1909.
- Bracale G. Portaria 291/2011: D.O.U. 05/08/2011. Brasília: MAPA/SPA/CGZA. Disponível em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1104588297>>. Acesso em 28 Set. 2012.
- Britannica. South America: soils. Disponível em: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/555844/South-America/41768/Soils>>. Acesso em 11 Set. 2012.
- Bustamante JA. Production, transformation and sales of cochineal products made in Chile. CactusNet 2002; 7: 21-23.
- Canchari JTT. Evaluación y caracterización del banco nacional de germoplasma de tuna. Boletim Redesma 2005; 1: 7-18.
- Dubeux JCB, Santos MVE, Lira MA, Santos DC, Farias I, Lima LE, Ferreira RLC. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. J. Arid Environ. 2006; 67: 357-372.
- Falasca S, Bernabé MA, Lamas C. Aptitud agroclimática de áreas áridas y semiáridas de Argentina para el cultivo de tuna (*Opuntia ficus indica*) como fuente de bioetanol. Rev. Cienc. Forest. 2011; 19: 66-74.
- Farias I, Lira MA, Santos DC, Tavares Filho JJ, Santos MVE, Fernandes APM, Santos VF. Efeito de frequência e intensidade de cortes em diferentes espaçamentos na cultura da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill), em consórcio com sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Pesq. Agrop. Pernamb. 1989; 6: 169-183.
- Florio S, Florio J. Potencial de la tuna española (*Opuntia ficus-indica*) para la alimentación de bovinos doble propósito en zonas áridas y semiáridas de Venezuela. In: Stagnaro CG, Bury NM, Belloso ES. Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. Maracaibo: Ediciones Astro Data S.A., 2008. p. 398-409.
- Gentry, AH. South America: regional overview. Disponível em:<<http://botany.si.edu/projects/cpd/sa/sa.htm>>. Acesso em 11 Set. 2012.
- Guapo AF, Flores GH, Martínez MPM, Jesus LV. Japón mercado potencial para la exportación del nopal. México: UPIICSA, 2010. 204p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Densidade demográfica nos Censos Demográficos, segundo as grandes regiões e as Unidades da Federação: 1872/2010. Disponível em:<<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00>>. Acesso em: 11 Set. 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Efetivo de caprinos em 31.12 e participações relativa e acumulada no efetivo total, segundo as Unidades da Federação e os 20 municípios com os maiores efetivos, em ordem decrescente, 2010. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/tabelas\\_pdf/tab16.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/tabelas_pdf/tab16.pdf)>. Acesso em: 28 Set. 2012.
- Inglese P, Basile F, Schirra M. Cactus pear fruit production. In: Nobel PS. (Ed.). Cacti: biology and uses. California: University California Press, 2002. p.163-183.

- Iturriaga LB. Potencialidades del uso de mucílago de tuna em alimentos. *CactusNet* 2005; 10: 21-27.
- Jigar E, Sulaiman H, Asfaw A, Bairu A. Study on renewable biogas energy production from cladodes of *Opuntia ficus indica*. *J. Food Agr. Sci.* 2011; 1: 44-48.
- Kaur M, Kaur A, Sharma R. Pharmacological actions of *Opuntia ficus-indica*: a review. *J. Appl. Pharm. Sci.* 2012; 2: 15-18.
- Kuloyo OO. Ethanol production by yeast fermentation of an *Opuntia ficus-indica* biomass hydrolysate. 2012. 174f. Thesis (Magister Scientiae) - University of the Free State, Bloemfontein, South Africa.
- Lira M A, Santos MVE, Dubeux Júnior JCB, Farias I, Cunha MV, Santos DC. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) - ênfase em manejo. In: Guim A, Verás ASC, Santos MVE. In: *Zootec*, 4., 2006, Recife. *Anais... Recife: ABZ*, 2006. CD Rom.
- Lira, MA, Santos DC, Silva MC, Genética e Melhoramento da Palma Forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, 2, Garanhuns, 2011. *Anais. Garanhuns, 2011 CD-ROM*.
- Lopes EB, Albuquerque IC, Brito CH, Batista JL. Efeito do período de cura de cladódios da Palma Gigante na emissão de raízes em Neossolo no município de Lagoa Seca, Paraíba, Brasil. *Eng. Amb.* 2009; 6: 231-239.
- Menezes RSC, Dutra ED, Santos TN, Potencial de produção de biocombustíveis a partir da biomassa de palma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, 2, Garanhuns, 2011. *Anais... Garanhuns, 2011c. CD-ROM*.
- Moreira JN, Lira MA, Santos MVE, Ferreira MA, Melo AAS. Substituição do farelo de soja por ureia na suplementação de vacas leiteiras no sertão pernambucano. *Rev. Caat.* 2007; 20: 28-35.
- Ochoa MJ. Manejo de los tunales hacia un sistema de aprovechamiento integral. *CactusNet* 2005; 10: 64-72.
- Oliveira VS, Ferreira MA, Guim A, Modesto EC, Lima LE, Silva FM. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. *Rev. Bras. Zoot.* 2007; 36: 1419-1425.
- Pantaleón DMG, Ortiz FM, Álvarez MMJ, Camacho BDR, Martínez CAM, Escalona CEO, Pereira CAP. Chemical, biochemical, and fatty acids composition of seeds of *Opuntia boldinghii* Britton et Rose. *J. Prof. Ass. Cact. Develop.* 2009; 11: 45-52.
- Parma BA. Análisis de factibilidad del cultivo de la tuna en la localidad de Icaño, departamento La Paz. La Paz: DPPD/MPD/GPC, 2007. 42p.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2007; 11: 1633-1644.
- Ramos JPF, Leite MLMV, Oliveira Júnior S, Nascimento JP, Santos EM. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. *Rev. Caat.* 2011; 24: 41-48.

- Rötting T, Amezcaga J, Younger P, Jimenez P, Talavera C, Quintanilla J, Oyarzún R, Soto G. Catchment management and mining impacts in Arid and Semi-arid South America (CAMINAR): case studies in Peru, Bolivia and Chile. In: Securing the future: mining, metals & the environment in a sustainable society. Proceedings... Sweden, 2009. CD-ROM.
- Sáenz-Hernandez C. Utilización agroindustrial del nopal. Roma: FAO, 2006. 165p.
- Sáenz-Hernandez C. Tecnologías de transformación de tunas y nopales. CactusNet 2005; 10: 73-80.
- Sánchez C, Hernández MC. Utilización de tuna de cabra (*Opuntia* sp.) enriquecida con urea en cabras bajo explotaciones tradicionales de zonas semiáridas del Estado Lara, Venezuela. Zoot. Trop. 2006; 24: 457-466.
- Santos MVE, Lira MA, Dubeux Júnior JCB, Guim, A, Mello, ACL, Cunha MV. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. Rev. Bras. Zoot. 2010a; 39: 204-215.
- Santos MVE, Lira MA, Farias I, Burity, HA, Tavares Filho JJ. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras. Pesq. Agrop. Bras. 1992; 27: 777-783.
- Santos DC, Farias I, Lira MA, Santos MVE, Arruda GP, Coelho RSB, Dias FM, Melo JN. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Agroecologia, cultivos e Usos da palma forrageira. João Pessoa: SEBRAE/FAO, 2001. 241p.
- Segantini DM, Silva ACC, Boliani AC, Leonel S. A cultura da figueira-da-índia. 2010. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 13 Set. 2012.
- Silva RR, Ferreira MA, Vêras ASC, Ramos AO, Melo AAS, Guimarães AV. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. Acta Sci. Anim. Sci. 2007; 29: 317-324.
- Souza LSB, Moura MSB, Silva TGF, Soares JM, Carmo JFA, Brandão EO. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). Petrolina Embrapa Semiárido, 2008. 6p. (Documentos, 210).
- Wayland R, Ruiz S. Origen de la energía del nopal. Disponível em: <<http://www.elquiglobalenergy.com>>. Acesso em 14 Set. 2012.
- Torres EA. Conociendo la cadena productiva de tuna y cochinita en Ayacucho. Ayacucho: Solid Perú, 2008. 115p.
- Valadares Filho SC, Magalhães KA, Rocha Júnior VR, Capelle ER. Tabela brasileira de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: Editora UFV/DZO, 2006. 329p.
- UNEP. United Nations Environment Programme. South America. Disponível em: <<http://na.unep.net/siouxfalls/publications/selected/SouthAmerica.pdf>>. Acesso em: 11 Set. 2012.

# **PROJETO PALMA PARA SERGIPE: APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CULTIVO INTENSIVO DA PALMA NA REGIÃO SEMIÁRIDA SERGIPANA SERGIPE - BRASIL**

Paulo Suassuna

*Engenheiro Agrônomo Consultor Para o Trópico Semiárido. Paulo Suassuna Consultoria LTDA. Av. Guararapes, Nº 250, Caixa Postal Nº 166, Bairro de Santo Antônio, Recife, PE, Brasil. CEP: 50.010-970 TE:+55-79-99257749/+55 79 91632273 palmasparaosemiarido@gmail.com, nopaleasuassuna@gmail.com*

## **ABSTRACT**

*For 5 years SEBRAE-SE has been operating in the semiarid region of Sergipe State. The project “Prickly Pear for Sergipe” (“Projeto Palma Para Sergipe”) qualifies farmers and their families to live with climatic adversities present in the environment they live. The prickly pear intensive cultivation technology and the prickly pear dehydration technology are taught to head of family farmers; the prickly pear tender sprout production technology, the prickly pear handmade cosmetics production and the prickly pear culinary are taught to farmers’ wives and children. The intention is to increase economic options created by prickly pear cultivation, adding value to its products and, therefore, increasing life expectancy of those living in the semiarid region of Sergipe State.*

## **RESUMO**

Há 05 anos o SEBRAE-SE vem atuando na região semiárida do Estado de Sergipe com o Projeto Palma Para Sergipe onde ações de capacitação qualificam os produtores rurais e suas famílias no sentido de conviver com as adversidades climáticas do meio em que vivem. A Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP e a Tecnologia de Desidratação da Palma – TDP são ensinadas aos produtores chefes de família, já a Tecnologia de Produção do Broto Tenro da Palma – TPBTP, a Produção Artesanal de Cosméticos à Base de Palma e a Culinária da Palma são ensinados às esposas e filhos dos produtores rurais. A ideia é aumentar o leque de opções econômicas geradas com a palma, agregando

valores aos produtos aumentando assim a perspectiva de vida dos que residem na região semiárida do Estado de Sergipe.

## INTRODUÇÃO

O estado de Sergipe apresenta-se como o menor estado do Brasil com 75 municípios, área territorial de 21.962,21 km<sup>2</sup> e população residente de quase 2.000.000 de habitantes. O quadro de nº 01 apresenta alguns indicadores do Estado de Sergipe.

### *QUADRO 01: Indicadores Gerais do Estado de Sergipe (2000)*

Indicadores Gerais de Sergipe:	
População Total (2000)	1.784.475 habitantes
Área (2000)	21.962,1 km <sup>2</sup>
Nº. de municípios	75
Densidade Demográfica (2000)	81,1 hab/km <sup>2</sup>
Taxa de Analfabetismo (2000)	29,6 %
Expectativa de Vida ao Nascer (2000)	64,1 anos
Coefficiente de Mortalidade Infantil (2000)	48,5 por mil nascidos vivos
PIB per capita (2002)	R\$ 5.082,44

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2003)

Com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma chuvosa de 03 ou 04 meses e temperaturas mais amenas que variam entre 16°C e 25°C e uma estação seca de 08 ou 09 meses com temperaturas mais elevadas que variam entre 26°C e 45°C, o semiárido sergipano caracteriza-se por ser uma região com índices pluviométricos oscilantes entre 450 mm e 800 mm anuais, é formado por 28 municípios que abrangem 50% do território sergipano e é habitado por uma população, historicamente, excluída e em situação de extrema pobreza.

A vegetação predominante é conhecida como Caatinga, formada, em sua maioria, por espécies xerófilas.



**FOTO Nº 01 – VEGETAÇÃO TÍPICA DE CAATINGA**

De maneira cíclica, a cada 07 ou 10 anos, o período seco de um ano une-se ao do ano seguinte tornando aqueles anos totalmente secos, sem que haja qualquer registro pluviométrico. Como consequência disso, os reservatórios secam



**FOTO Nº 02 – RESERVATÓRIO SECO A POPULAÇÃO PROCURA ÁGUA ONDE NÃO TEM...**



**FOTO Nº 03 – DESESPERO POR FALTA DE ÁGUA**

As pastagens se escassam...



*FOTO Nº 04 – GADO MAGRO  
SEM PASTAGEM*



*FOTO Nº 05 – CARCAÇAS DE  
ANIMAIS MORTOS*

E os rebanhos morrem

### **É o que chamamos de SECA!**

Diante desse quadro, as famílias residentes no semiárido tendem a se deslocar para os grandes centros urbanos na tentativa ilusória de tentar sobreviver. Agora, eles são tidos como os retirantes das secas.



*FOTO Nº 06 – RETIRANTES DAS SECAS*

É aí onde se forma o caos! Desiludidos com a nova perspectiva de vida, com os novos hábitos sócio-econômicos-culturais, os retirantes voltam as suas origens muito mais enfraquecidos do que estavam quando saíram, sem rumo, sem direção, sem sentido...

O SEBRAE de Sergipe desenvolve ações de fortalecimento das atividades produtivas e empresariais, nas cidades e na zona rural a partir da identificação das potencialidades e vocações regionais, orientado pelas políticas públicas e do

SEBRAE Nacional, voltadas ao exercício da cidadania e inclusão sócio-econômica. Também desenvolve programas e projetos de desenvolvimento local e governança territorial. Nestes programas/projetos, as ações desenvolvidas contemplam capacitações e consultorias gerenciais, de inovação tecnológica, benchmarking, cultura da cooperação, estudo de mercado, marketing, intercâmbios, acesso a feiras e rodadas de negócio.

Atuando nesta direção, o SEBRAE/SE tem firmado parcerias com a sociedade civil organizada, entidades privadas e governos na esfera Federal, Estadual e Municipal.

Diante da situação vivida pela população residente no campo, no final do ano de 2007, discutiu-se a necessidade de se criar um Projeto com o objetivo de estimular os produtores rurais à inovação tecnológica para a Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma - TCIP e a sua agroindustrialização integrada às atividades da pecuária e aos programas e políticas sociais de segurança alimentar, geração de emprego e renda e inclusão social, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do semiárido sergipano - O Projeto Palma Para Sergipe.

## **METODOLOGIA DE OPERAÇÃO**

O Projeto Palma Para Sergipe tem por princípio a implantação de Núcleos de Tecnologia Social Para Difusão da Produção e Beneficiamento da Palma - NTS nos municípios que compõem a região semiárida de Sergipe onde ações de capacitação são realizadas para qualificar os produtores rurais e suas famílias quanto à Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP, Tecnologia de Desidratação da Palma – TDP, Tecnologia de Produção do Broto Tenro da Palma – TPBTP, Culinária da Palma e Produção Artesanal de Cosméticos à Base de Palma abrindo o leque de opções econômicas geradas com a palma em ambientes mais secos.

A depender do contrato firmado entre o SEBRAE e seus parceiros, durante um período variável de 24 a 36 meses, os produtores rurais e seus familiares se responsabilizam pela mão de obra destinada ao NTS, além do que, participam de todas as atividades de capacitação. Por sua vez, compete ao SEBRAE e seus parceiros, arcar com todas as despesas relativas à aquisição dos insumos necessários à implantação dos campos de palma, equipamentos e construções necessários ao funcionamento da unidade de processamento de palma, treinamentos de culinária e cosméticos artesanais à base de palma, assim como, a consultoria de acompanhamento e capacitação.

No NTS os produtores rurais participam de todas as atividades inerentes à implantação do palmar obedecendo à Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP objetivando o aumento de suas produções e, por conseguinte, os seus rebanhos.



*FOTO Nº 07 – NTS DE PALMA*



*FOTOS Nº 08 – UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE PALMA*

Também recebem as capacitações referentes ao processamento da palma com a sua transformação em farelo.

Ao tempo em que implantamos o NTS no município, nós implantamos também o sistema operacional – **O Pequeno Especialista**. Este segmento consiste em qualificar uma turma composta por uma professora, uma merendeira e crianças com idade entre 07 e 14 anos no sentido de se produzir, de maneira racional, os brotos tenros da palma em um canteiro plantado pelos próprios alunos.



*FOTO Nº 09 – TURMA DE PEQUENOS ESPECIALISTAS*



*FOTO Nº 10 – COMEMORAÇÃO DOS PEQUENOS ESPECIALISTAS*

Nós munimos àquela professora com documentos informativos sobre a cultura da palma, de maneira que, a partir de então, a professora possa trabalhar com os seus alunos, todas as matérias da grade curricular, tendo a palma como o foco dos ensinamentos. A cada 30 dias, o **SEBRAE** comparece àquela escola, para fazer o acompanhamento das ações até que os brotos de palma estejam no ponto de colheita. Quando isso ocorre, nós fazemos uma prática com os alunos sobre a colheita e o beneficiamento dos brotos objetivando uma degustação de sucos, sorvetes e mousses. A partir desse momento, aquela escola já passa a produzir, de maneira racional, o broto tenro da palma para ser utilizado corriqueiramente, na merenda escolar. As crianças adoram!

O título desse segmento operacional deve-se ao fato de que, no município, somente aqueles alunos detêm a tecnologia de produção do broto tenro da palma, por isso eles são os **Pequenos Especialistas**.

Como os brotos tenros da palma são a matéria prima para os treinamentos de Culinária da Palma e Produção Artesanal de Cosméticos à Base de Palma, é de vital importância que os participantes desses treinamentos saibam como produzi-los. É aí quando ocorre o momento mais importante e emocionante do **Projeto Palma Para Sergipe**: Os Pequenos Especialistas são preparados pelo **SEBRAE** no sentido de ensinar como se produzem os brotos tenros da palma para os adultos que irão participar dos treinamentos de Culinária da Palma e Produção Artesanal de Cosméticos à base de Palma.



**FOTO Nº 11 – TREINAMENTO  
PRODUÇÃO ARTESANAL DE  
COSMÉTICOS À BASE DE PALMA**



**FOTO Nº 12 –  
TRABALHADORES  
QUALIFICADOS À GERAÇÃO  
DE RENDA**

Nós alinhamos os Pequenos Especialistas na frente da classe, como os professores, cada um deles com uma missão específica de falar sobre algum segmento do processo produtivo dos brotos. Os adultos ficam sentados nas suas cadeiras, como alunos. Nesse momento, nós iniciamos o processo de capacitação fazendo pequenas perguntas aos Pequenos Especialistas e, ao nos responderem, os adultos passam a aprender com as crianças. É um momento único!



### *FOTO Nº 13 – APRESENTAÇÃO DOS PEQUENOS ESPECIALISTAS*

A ideia é fazer com que essas crianças cresçam com a certeza absoluta de que o cultivo da palma para outro fim, que não seja o de forragem, está dentro de uma normalidade.

## **RESULTADOS**

Em 05 anos de funcionamento, o SEBRAE, através do **Projeto Palma Para Sergipe**, implantou 22 Núcleos de Tecnologia Social Para Difusão da Produção e Beneficiamento de Palma - NTS em 16 municípios do Estado de Sergipe.

Com recursos estimados na ordem de R\$ 2.600.000,00 (dois milhões e seiscentos mil reais), 900 ações de capacitação foram realizadas envolvendo mais de 9.000 participantes através de 14.400 horas de consultoria para instrução e acompanhamento técnico, fazendo de Sergipe o Estado brasileiro que mais aporta recursos em tecnologia de produção e beneficiamento de palma.

Nesses 05 anos, enfrentamos 02 secas bastante agressivas, sendo a primeira em 2009 e a segunda em 2011 e, mesmo diante da adversidade climática enfrentada, os campos de palma foram colhidos 04 vezes e mais de 14.000 toneladas de palma foram produzidas. A menor produtividade obtida foi registrada no município de Poço Verde em 2009 com 375 toneladas por hectare e a maior produtividade,

naquele mesmo ano, foi registrada em Canindé de São Francisco com espantosas 732 toneladas por hectare.

## **CONCLUSÃO**

O **Projeto Palma Para Sergipe** apresenta-se como a principal ferramenta de convívio com as secas na região semiárida do Estado de Sergipe tendo em vista que, com a sua adoção, as propriedades rurais tornam-se produtivas no momento em que passam a obter receita com a tecnologia de produção e beneficiamento da palma remunerando as famílias que às têm como fonte de sobrevivência.



# TECNOLOGIA DO CULTIVO INTENSIVO DA PALMA - TCIP

Paulo Suassuna

*Engenheiro Agrônomo Consultor Para o Trópico Semiárido. Paulo Suassuna Consultoria LTDA. Av. Guararapes, Nº 250, Caixa Postal Nº 166, Bairro de Santo Antônio, Recife, PE, Brasil. CEP: 50.010-970 TE:+55-79-99257749/+55 79 91632273  
palmasparaosemiarido@gmail.com, nopaleasuassuna@gmail.com*

## ABSTRACT

*The northeast area of Brazil is about 1.558.196 km<sup>2</sup>. A research that we performed in 1993 with the “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE” and “Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA” concluded that 75% of this northeast area have semiarid climate with rainfall ranging from 350 – 800 millimeters. Land titling situation in the semiarid region, at that time, indicates that the average size of 90% from those farms were less than 100 hectares, and 75% of those farms had area smaller than 20 hectares. This fact leads us to conclude that the majority of farms located at semiarid region were composed by small farms, and that’s where the challenge is: How to make a small farm located in the middle of the semiarid region ensure the sustenance of the family that has this farm as its source of livelihood? For its rusticity and dry weather adaptation, the prickly pear is the main forage crop and the Prickly Pear Intensive Cultivation Technology “Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP” as the best alternative of large-scale production of forage energy at arid environments to solve this problem. Having annual rates of productivity, in dry conditions, that, easily, outweighs 300 tons, the small farms of semiarid region become more productive and competitive providing the development of the region with the permanence of families in their environment.*

## RESUMO

A área do nordeste brasileiro é de aproximadamente 1.558.196 km<sup>2</sup>. Numa pesquisa que realizamos em 1993 junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e à Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA concluímos que 75% da área do nordeste apresentavam clima semiárido com pluviometrias anuais oscilantes entre 350 e 800 milímetros.

A situação fundiária da região semiárida, naquela época, indicava que o tamanho médio de 90% das propriedades rurais era menor do que 100 hectares e que,

dessas, 75% tinham área menor do que 20 hectares, fato que nos levou a concluir que a maioria das propriedades rurais situadas na região semiárida era formada por pequenas propriedades rurais e é aí onde está o desafio: Como fazer uma pequena propriedade rural situada em plena região semiárida garantir o sustento daquela família que a tem como fonte de sobrevivência?

Por sua rusticidade a adaptação aos ambientes mais secos, a palma apresenta-se como a principal cultura forrageira e a Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP como a melhor alternativa de produção, em larga escala, de forragem energética nos ambientes áridos para resolver este problema. Com índices anuais de produtividade, em sequeiro, que superam facilmente 300 toneladas, as pequenas propriedades rurais do semiárido se tornam mais produtivas e competitivas propiciando o desenvolvimento da região com a permanência das famílias no meio em que vivem.

## HISTÓRICO

A palma foi introduzida no Brasil no início do século passado por dois grandes empresários da indústria têxtil, Delmiro Augusto da Cruz Gouveia e Herman Theodor Lundgren (**Fotografias Nº 01 e 02**). Eles tomaram conhecimento de que no México havia um vegetal chamado de Nopal que, em condições naturais de campo, era infestado por um inseto denominado Cochonilha. A fêmea desse inseto, ao sugar a seiva da palma, passava a produzir o Ácido Carmínico, base da matéria prima de um corante vermelho conhecido por Carmim. Os empresários, conhecendo esses fatos, trouxeram a planta para o Brasil, que logo passou a ser chamada de Palma devido à aparência de seus cladódios com a palma de uma mão humana. A cultivaram nas suas propriedades onde tinham as suas empresas, Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas na cidade da Pedra e Herman Lundgren no Estado de Pernambuco na cidade de Paulista e também no Estado da Paraíba na cidade de Rio Tinto. Procederam a infestação induzida dos palmais quando estavam crescidos e passaram a produzir o Carmim para o tingimento dos tecidos produzidos em suas empresas. Para o Brasil, este fato representou um “boom” industrial porque, graças à palma e à Cochonilha, desde o início do século passado, o Brasil passou a produzir, tecidos coloridos competindo com a China e com a Índia no mercado internacional.



*Fotografia Nº 01 – Delmiro Gouveia Fotografia Nº 02 – Herman Lundgren*

Durante as duas primeiras décadas do século XX, as pessoas que se envolviam com o cultivo da palma percebiam que ela era muito resistente às secas e que também era muito apreciada pelo gado quando os períodos de estiagem se estabeleciam. Este fato provocou a curiosidade dos pesquisadores brasileiros que, rapidamente, através de simples ensaios, concluíram que os animais quando tinham acesso a uma dieta à base de palma nos períodos de estiagem, apresentavam ganho de peso ou de produtividade de leite significativos, quando comparados com aqueles que não a consumiam.

Por ocasião da 1ª guerra mundial e também pelo crescimento da indústria automotiva, a produção de petróleo cresceu bastante e, por conseguinte, também os seus derivados, os Nitratos e os Nitritos, produtos que formam as tintas. Dessa maneira, para quem estava envolvido com o processo de tingimento de tecidos, seria muito mais econômico adquirir as tintas derivadas do petróleo e tingir os tecidos do que, plantar a palma, esperar a planta crescer, proceder a infestação com os insetos, esperar eles se desenvolverem e, só a partir daí, fazer a colheita para produção do corante, somado ao fato de que o volume de produção era muito baixo. Portanto, o processo de produção do corante Carmim para tingimento de tecidos em larga escala tornou-se inviável.

Em 1932, por ocasião de uma grande seca, o então ministro de viação e obras, o Sr. José Américo de Almeida (**Fotografia Nº 03**), sabendo do fato de que a palma era uma cultura rústica, resistente às estiagens e que, quando consumida pelos animais, esses apresentavam incremento no ganho de peso e de produção de leite, autorizou a implantação de 200 campos de palma no nordeste do Brasil para diminuir o impacto provocado pela seca tirana que assolava a região. Diante disso, a partir daquele ano, aqui no Brasil, a palma passou a ser interpretada como cultura forrageira.



*Fotografia Nº 03 – José Américo de Almeida*

A lógica diz que, para se iniciar um grande programa como esse, os campos de palma deveriam ser implantados onde houvesse as sementes para os plantios, portanto, seriam implantados no entorno da cidade da Pedra em Alagoas, da cidade de Paulista em Pernambuco e da cidade de Rio Tinto na Paraíba, motivo pelo qual, Alagoas, Pernambuco e Paraíba são os três estados que mais produzem palma no Brasil.

Os agricultores que foram contemplados com os 200 campos de palma não sabiam como produzi-las e a única alternativa seria observar e aprender com quem já o fazia, as empresas de Delmiro Gouveia e Herman Lundgren. Concluindo, nós estamos cometendo um erro histórico, pois, desde 1932, os agricultores que passaram a cultivar a palma, o fazem de maneira equivocada plantando a palma como forragem utilizando para isso o sistema de produção de corante. O resultado disso é que, procedendo dessa maneira, as produtividades da palma sendo cultivada para forragem caem significativamente.

## **JUSTIFICATIVA**

Por ser uma cultura rústica e suportar as piores condições de solo e clima, até os dias atuais, é muito comum aqui no Brasil, vermos campos de palma sendo implantados nas piores áreas das propriedades esquecidos diante do surgimento de ervas invasoras, pragas e doenças e cultivados para serem colhidos a cada 05 ou 06 anos diante de uma situação de seca mais prolongada sem que haja a menor intenção de considerá-la como uma cultura nobre.

Se a maioria das propriedades do semiárido é formada por pequenas áreas de terra com área individual que oscila entre 03 e 05 hectares, então, como se justifica uma propriedade tão pequena, localizada numa região onde a adversidade climática é grande, ter que esperar 05 ou 06 anos para iniciar o processo produtivo e assim, remunerar àquela família que a tem como fonte de sobrevivência?

Este é o nosso desafio!

E a resposta está em aumentar a produtividade dos palmais com colheitas anuais.

Resolvemos então fazer um levantamento literário junto às nossas instituições de pesquisa e extensão rural (Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Pernambuco – IPA, Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Estado do Rio Grande do Norte – EMPARN, Universidade Federal da Paraíba – UFPB e Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA) no sentido de obter as respostas aos nossos questionamentos. Foi quando Identificamos numa publicação, na biblioteca da EMPARN, a citação de um trabalho do Professor Cláudio Flores, da Universidade de Chapingo no México, onde ele havia atingido, nos seus experimentos, a marca de 400 toneladas por hectare com palmas do gênero *Opuntia*, com 24 meses de idade, destinadas à produção de verdura.

Este dado dava indícios de que, da maneira que estava sendo cultivada no México, a palma poderia produzir 08 vezes a mais quando comparada à forma que vinha sendo cultivada no Brasil. Talvez, o maior legado deixado pelo Professor Cláudio Flores, tenha sido a forma de interpretar a cultura da palma.

Decidimos pesquisar e estudar os trabalhos que haviam sido publicados por instituições de pesquisa nacionais e internacionais no sentido de criar um modelo de produção considerando a palma como uma cultura nobre e que para isso, precisaria ser tratada como tal nas condições de solo e clima brasileiros. Fazendo uma combinação entre comunicações pessoais e as pesquisas publicadas pelos pesquisadores Professor Cláudio Flores, Professor Peter Felker, Professor Park Nobel, Professor Liberato Portillo, Professora Judith Ochoa, Professora Ana Lilia, Professor Jesús Fuentes e Professor Helmuth Zimmermann, nós conseguimos criar a **Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP**.

## **DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO**

### **Identificação da Espécie a ser cultivada**

Para os ambientes mais quentes secos indicamos as palmas do gênero *Opuntia* e para os de temperatura mais amena e umidade mais elevada nós indicamos as palmas do gênero *Nopalea*.

### **Definição da época ideal para o plantio**

Preferencialmente, um mês antes do período chuvoso. A palma estará com as suas raízes emitidas e poderá absorver os nutrientes do solo durante as chuvas.

### **Escolha da área**

Faz-se necessário realizar uma análise de solo, pois, terrenos ácidos e salinizados não são ideais para o cultivo da palma. Deve-se dar preferência aos terrenos leves, que não corram o risco de encharcamento e com topografia suave evitando-se os terrenos rasos, com pedregosidade acentuada.

### **Seleção dos cladódios**

Devem-se escolher as plantas matrizes mais viçosas e posteriormente, procurar selecionar os cladódios mais saudios e vigorosos que estão localizados no meio da planta com idade aproximada de 08 a 12 meses.

### **Corte dos cladódios - Despenca**

Cortar os cladódios na junta com uma faca bastante amolada e limpa para evitar contaminações.

### **Desidratação dos cladódios - Repousio**

Deixar os cladódios em repouso, à sombra, por um período de 12 a 15 dias para promover a cicatrização dos cortes além de favorecer a brotação das gemas e aumentar o índice de brotação dos mesmos diminuindo o replantio.

### **Preparo do solo**

Poderá ser feito manualmente, com o uso de animais ou com trator. Dentro do que for possível, procurar fazer a subsolação, o destorroamento, o revolvimento e o sulcamento do solo de acordo com as curvas de nível, para que, no final das operações, os sulcos fiquem com uma profundidade média de 30 cm e com espaçamento de 1,80m (*Opuntia* sp.) ou 1,40m (*Nopalea* sp.).

### **Plano de adubações**

“Não há produção racional de palma sem a devida correção do solo e conseqüentemente sua fertilização”. (P. Felker, comunicação pessoal, 1994 e 2007).

Com base nesta informação e no fato de que a palma melhora significativamente como alimento quando é bem nutrida com Nitrogênio e Fósforo (Gonzalez, C.L. e Everitt, J.H., 1990) e (Felker, 2001), realizam-se as adubações em duas etapas deixando-se os níveis de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entre 270 kg/ha e 216 kg/ha respectivamente

fazendo-se a adubação de fundação com Superfosfato Simples (216g/m - *Opuntia* sp.) ou (168g/m - *Nopalea* sp.). Excelentes resultados têm sido obtidos com o uso do Hiperfosfato Natural Reativo de Gafsa (800 kg/ha) e com esterco de curral na dosagem de 2,7 kg/m, por cima do adubo fosfatado. Isto garante uma quantidade aproximada de 15 a 19 t/ha de esterco para o plantio de *Opuntia* sp. ou *Nopalea* sp. respectivamente. Se o terreno for pesado (com altos teores de argila), a adubação com esterco de curral, na fundação, deverá ser evitada, pois, isso levará às perdas por podridão de base das plantas e, para que isto não aconteça, deve-se espalhar o esterco entre as linhas de cultivo.

Para a adubação de cobertura, deve-se utilizar a Uréia ao lado das plantas como fonte de Nitrogênio, com o terreno úmido, fracionada em três vezes, para evitar perdas por volatilização e lixiviação na quantidade de 36g por metro de sulco em 03 doses (início, meio e final do período chuvoso).

As adubações de cobertura, do segundo ano em diante, são feitas após a colheita da palma com o resultado das análises de solo. A idéia é manter os níveis de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> estabilizados em 270 e 216 kg/ha respectivamente. Se necessário for, deve-se realizar 04 adubações intercaladas de 20 dias, sendo a primeira, no início do inverno, utilizando o adubo MAP (Fosfato Monoamônico, 400 kg/ha) como fonte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a segunda e a terceira adubações devem ser realizadas utilizando Uréia como fonte de N (duas doses de 250 kg/ha), por fim, já no final do inverno, a quarta adubação deve ser realizada utilizando-se esterco de curral (30 t/ha). Deve-se tomar muito cuidado com a acidez do solo em função das adubações com Uréia. Se o pH do solo começar a baixar, sugere-se que se faça a correção do solo com Calcário Calcítico ou Dolomítico e que a fonte de Nitrogênio seja substituída por Nitrato de Potássio (P. Felker, comunicação pessoal, 2007).

## Plantio

No sentido de incrementar a fotossíntese e, como consequência, a brotação, o enraizamento e a biomassa, dentro dos 30° de latitude norte ou sul, os cladódios deverão ser plantados com suas faces voltadas para o eixo leste - oeste (Nobel, 1994).

Na TCIP, a palma pode ser plantada de duas formas sempre levando em consideração o seu alinhamento em relação ao eixo do sol. Vários são os espaçamentos que podem ser aplicados entre as raquetes. A densidade de plantio a ser utilizada dependerá das condições de solo e clima (Nobel, 1994), assim como a presença ou não da Cochonilha Silvestre *Dactylopius opuntiae* (Zimmermann, H.G., Comunicação Pessoal, 2007).

### **Plantio com alinhamento bilateral dos cladódios (DOMINÓ) ou Plantio com superposição dos cladódios (BARALHO)**

Nos dois casos, em condições normais de solo e clima, serão utilizados 11 cladódios/m, dispostos um atrás do outro (**Fotografia N° 04**) ou um ao lado do outro (**Fotografia N° 05**) e distanciados de 09 cm, sendo enterrados à base de 50% dentro do sulco. Desta forma, serão utilizados, 60.000 cladódios (*Opuntia* sp.) e 80.000 cladódios (*Nopalea* sp.) por hectare respectivamente. Em casos de terrenos mais pesados (Argilosos), e em ambientes que chovem com mais intensidade, o plantio deverá ser feito em cima do sulco para se evitar problemas com podridões na base dos cladódios.



*Fotografia N° 04 – Plantio Bilateral*



*Fotografia N° 05 – Plantio com Superposição de Cladódios*

### **Plantio com superposição dupla de cladódios (BARALHO DUPLO)**

Neste caso, devemos considerar duas formas de disposição dos cladódios nos sulcos. Com sulcamento simples (**Fotografia N° 06**) e com sulcamento duplo (**Fotografia N° 07**). Em ambos os casos, deve-se utilizar 22 cladódios por metro linear de sulco, dispostos um ao lado do outro, de maneira sobreposta. Com sulcamento simples, nas duas faces do sulco e com sulcamento duplo, nas duas faces internas dos sulcos, sendo enterrados dentro do sulco à base de 50% com o auxílio de uma enxada. Serão utilizados, nos dois casos, 120.000 cladódios (*Opuntia* sp.) e 160.000 cladódios (*Nopalea* sp.).



*Fotografia Nº 06 – Plantio tipo Baralho Duplo com Sulcamento Simples*



*Fotografia Nº 07 - Plantio tipo Baralho Duplo com Sulcamento Duplo*



*Fotografia Nº 08 – Corte Entre o Cladódio Matriz e o Cladódio Primário*



*Fotografia Nº 09 – Corte no Cladódio Primário a Partir do 3º ou 4º ano*

## **Tratos culturais**

### *Extirpação das ervas invasoras (Limpas)*

Pelo menos três limpas com enxada ao ano são necessárias para evitar que as ervas concorram com a palma por sol e nutrientes diminuindo a sua produção. Em caráter experimental, aplicações com os herbicidas de pré-emergência (AMETRYNE, DIURON e TEBUTHIURON) assim como os herbicidas de

pós-emergência inicial (GLIFOSATO, SIMAZINE e ATRAZINE) surtiram efeito bastante significativo no controle das ervas invasoras e no custo de produção sem acarretar, portanto, prejuízos à palma e ao meio ambiente.

### *Principais pragas e doenças – Prevenção e controle*

No Brasil, ainda só há o inseticida ENGEOPLENO registrado para a cultura da palma, desta forma, fica difícil desenvolver algum tipo de ação de controle de pragas e doenças na palma sem que haja a intervenção das agências reguladoras.

As principais pragas que representam danos econômicos à cultura da palma no Semiárido brasileiro são as Cochonilhas (*Diaspis* sp. e *Dactylopius opuntiae*), Lagartas, Gafanhotos e Formigas. As principais doenças que representam danos econômicos à palma são as podridões causadas por fungos. Experimentalmente, aplicações com inseticidas (CONFIDOR, MALATHION, CIPERMETRINA, CLORPIRIFÓS, DECIS, ACTARA, CARBARIL, ENDOSULFAN E CARBOFURAN) e com os fungicidas (METILTIOFAN E CERCOBIM) surtiram efeito bastante significativo no controle das principais pragas e doenças da palma.

### *Colheita*

A palma deve ser cortada anualmente para manter-se sempre sadia. Do segundo ano em diante, logo após os períodos chuvosos, a palma deve ser cortada e diariamente ofertada ao rebanho mantendo o seu padrão de qualidade como ração.

Da primeira à terceira ou quarta colheita, o corte deve ser realizado, entre o cladódio matriz e os cladódios primários, na junta, com uma faca ou ferramenta de corte bem amolada e limpa para se evitar contaminações (Fotografia N° 08). Para isto, o produtor deverá ficar atento às condições de brotação do cladódio matriz. A partir daí, o corte deverá ser realizado deixando-se aproximadamente 05 cm da base dos cladódios primários junto ao cladódio matriz (Fotografia N° 09). Este procedimento provocará uma superbrotção dos cladódios matrizes que deverão ser cobertos com terra depois que os brotos estiverem crescidos para aumentar o enraizamento. Estes brotos, doravante, passarão a ser conduzidos como cladódios matrizes e, dessa forma, o processo de colheita se repetirá por mais de vinte anos quando o palmar deverá ser refeito. Procedendo desta maneira, o produtor rural estará reservando e oferecendo forragem energética suficiente e de excelente qualidade para que o seu rebanho seja mantido em perfeitas condições de nutrição, rompendo assim os ciclos secos comuns ao Semiárido brasileiro.

## RENDIMENTOS

A produtividade de um palmal está diretamente ligada ao Sistema de Produção que foi utilizado. Com a Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma - TCIP, onde o produtor rural segue à risca as orientações propostas pelo sistema de produção, produtividades anuais superiores a 400 toneladas por hectare podem facilmente ser conseguidas já a partir da primeira colheita.

## CONCLUSÃO

A Tecnologia do Cultivo Intensivo da Palma – TCIP apresenta-se como a mais eficiente alternativa de produção de forragem em larga escala para os pequenos módulos rurais situados na região semiárida.

## REFERÊNCIAS

- Gonzalez, C.L. and Everitt, J.H. (1990). Fertilizer effects on the quality and production of prickly pear cactus and wildlife value. In: Felker, P. (ed). Proceedings First Annual, Texas Prickly Pear Council. Texas Prickly Pear Co. Publishers, Kingsville, Texas.
- Felker, P. 1995. Forage and fodder production and utilization. In: Barbera, G., P. Inglese, and E. Pimienta-Barrios (Eds.), Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, pp. 144-154. Rome, Italy: FAO. 216 pp.
- Garcia de Cortazar, V. and P. S. Nobel. 1990. Worldwide environmental productivity indices and yield predictions for a CAM plant, *Opuntia ficus indica*, including effects of doubled CO<sub>2</sub> levels. *Agricultural and Forest Meteorology*, 49:261-279.
- Garcia de Cortazar, V. and P. S. Nobel. 1991. Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus indica* *Agricultural and Forest Meteorology*, 56:261-272.
- Garcia de Cortazar, V. and P. S. Nobel. 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus *Opuntia ficus indica*. *Journal American Society for Horticultural Science* 117: 558-562.
- Han, H and P. Felker, 1997. Field validation of water use efficiency of CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. *Journal of Arid Environments* 36: 133-148.
- Nobel, P. S., E. Garcia- Moya, and E. Quero. 1992. High annual productivity of certain agaves and cacti under cultivation. *Plant, Cell and Environment*. 15: 329-335.
- Nobel, P. S., 1994. Remarkable Agaves and Cacti. Oxford Univ. Press, New York, NY., 166pp.
- Zimmermann, H.G., 2007. Conclusions and Recommendations Regarding the Invasion of *Dactylopius opuntiae* on Cactus Pear in Paraíba and Pernambuco, Brazil.



# **MANCHA NEGRA “PSEUDOCERCOSPORA OPUNTIA”: UNA IMPORTANTE ENFERMEDAD EN PLANTACIONES DE OPUNTIAS (TUNAS) PARA FRUTA, FORRAJE Y NOPALITOS**

María Judith Ochoa

*Facultad de Agronomía- Univ. Nac. de Santiago del Estero, Centro Universitario  
Ciencias Biológicas y Agropecuarias- Univ. de Guadalajara, México.  
Email: Judith@unse.edu.ar, mariajudith8a@gmail.com*

## **ABSTRACT**

*Black Spot “Pseudocercospora opuntia”:* An important disease in cactus pear crops for fruit, forraje and nopalitos.

*The nopal (Opuntia spp) is one of the most important resource in the arid and semi-arid areas of Mexico. In Jalisco state there are more than 2400 ha cultivated for fruit and 1500 ha for Nopalito (tender cladodes). According to Méndez Gallegos, the diseases represent one of the biotic factors constraining the agronomic management of any crop. This disease began to be detected in 1990, it was determined the causal agent in 2006 and its incidence is maintained with a drastic increase. The objectives of the present work are: i) contribute to the control of the black spot of the nopal by selection, generation and multiplication of genotypes resistant or tolerant, through the use of conventional techniques and biotechnology; ii) to determine if there is variability in the causal agent in regard to their pathogenicity and tolerance in host species, selecting and multiplying nopal plants resistant or tolerant from evaluations of species, varieties and individuals with “apparent health” compared to «black spot of the Nopal»; iii) to increase the variability in the tolerance to the «black spot of the Nopal» using, somaclonal variations and induced mutagenesis; iv) to select and micropropagate seedlings coming from seed, resistant or tolerant toward the black spot; v) to adjust protocols of multiplication and micro propagation of the plant materials selected for their health. The progress of the study may be demonstrated by the collection of plants with «apparent health». These plants have been growing in the greenhouse. It was determined an extraction protocol and seed germination (genetic variability). Plants were planted in MS medium, where it was rescued the zygotic and somatic embryos, for subsequent evaluation of resistance. The pathogen was isolated, purified, tested the postulates of Koch. The next step is the determination of the pathogen variability in CRNG test failure (National Center for Genetic Resources) by molecular analysis.*

## RESUMEN

El nopal (*Opuntia spp*) es uno de los recursos más importantes de las zonas áridas y semiáridas de México. En el estado de Jalisco se cultivan más de 2400 ha para fruta (tuna) y 1500 ha para nopalito (cladodios tiernos). Según Méndez Gallegos las enfermedades representan uno de los factores bióticos limitantes en el manejo agronómico de cualquier cultivo.

Esta enfermedad se comenzó a detectar en 1990, se determinó el agente causal en el 2006 y su incidencia se mantiene con un incremento drástico. El objetivo del presente trabajo: Contribuir al control de la mancha negra del nopal mediante la selección, generación y multiplicación de genotipos resistentes o tolerantes, mediante el uso de técnicas convencionales y biotecnológicas.

Determinar si existe variabilidad en el agente causal en cuanto a su patogenicidad y tolerancia en especies hospederas, seleccionar y multiplicar plantas de nopal resistentes o tolerantes a partir de evaluaciones de especies, variedades e individuos con aparente sanidad frente a “Mancha Negra del Nopal”. Incrementar la variabilidad en la tolerancia a “Mancha Negra del Nopal” utilizando, variaciones somaclonales y mutagénesis inducida. Seleccionar y micropropagar plántulas provenientes de semilla, resistente o tolerantes hacia la mancha negra. Ajustar protocolos de multiplicación y micropropagación de los materiales vegetales seleccionados por su sanidad.

Respecto al avance del estudio, se han realizado las colectas de plantas con “aparente sanidad”, se han implantado en invernadero, se determinó protocolo de extracción y germinación de semillas (variabilidad genética), se sembró en medio MS, se rescataron los embriones cigóticos y somáticos, para posterior evaluación de resistencia. Se aisló el patógeno, purifico, se probaron los postulados de Koch y se está por determinar la variabilidad del patógeno en el CRNG (Centro Nacional de Recursos Genéticos) por análisis molecular.

## INTRODUCCIÓN

El interés del ser humano por los nopales data de miles de años. Su origen e historia están íntimamente relacionados con las antiguas civilizaciones mesoamericanas, como las culturas azteca, zapoteca, mixteca, entre otras. Existen evidencias arqueológicas que permiten afirmar que fueron las poblaciones indígenas asentadas en las zonas semiáridas de Mesoamérica las que iniciaron su cultivo de modo formal (Pimienta, 1990).

Las plantas del género *Opuntia* son nativas de varios ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú; en regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre por sobre los 5 °C a áreas de Canadá que en el invierno llegan a -40 °C (Nobel, 1999). Por esta razón, estas especies pueden ser un recurso genético de interés para zonas ecológicas muy diversas.

Ante el alto grado de perturbación ambiental, el nopal puede ser una alternativa potencial para captar parte del incremento de CO<sub>2</sub> ya que es una de las pocas especies que pueden establecerse con éxito en superficies deterioradas (Pimienta, 1997; Nobel y Bobich, 2002).

Dada la alta dispersión de estas especies, las estadísticas oficiales son escasas y no se dispone de información precisa sobre la superficie plantada de nopales y sus destinos: tuna, nopalito, forraje o producción de grana cochinilla (Barbera *et al* 1999).

El nopal (*Opuntia spp*) es uno de los recursos más importantes de las zonas áridas y semiáridas de México. En el estado de Jalisco se cultivan más de 2400 ha para la obtención de fruta (tuna) y una superficie superior a las 1500 ha para verdura (nopalito o cladodios tiernos); las áreas anteriores, en términos de la producción nacional, representan una participación alrededor del 3% y 2 %, respectivamente, cifras significativas cuando se pondera la producción nacional anual, superior a 190 000 tn de tuna y 600 000 tn de nopalito, Fig. 1 Enfermedades y su impacto en la producción del nopal

Según Méndez Gallegos *et al.* (2008) las enfermedades representan uno de los factores bióticos limitantes en el manejo agronómico de cualquier cultivo. En el caso particular del nopal, a pesar de la importancia social y económica que su cultivo y aprovechamiento representan en el medio rural, los trabajos de investigación científica a nivel nacional, con respecto a las enfermedades son reducidos, por lo que el conocimiento y la literatura que existe sobre el tema es escaso Osorio y Soto (1994). Dicha tendencia ha permanecido invariable a través de estos años. Como consecuencia de lo anterior, se presenta una confusión entre la sintomatología y los agentes causales, lo cual dificulta su completa identificación y por ende su control.



*Fig. 1: Superficie implantada de nopal en México, situación por estado para nopal y tuna*

El método más apropiado y económico para evitar este nivel de daño, es prevenir la infección de plantas. Por lo general, la diseminación y transmisión de las enfermedades, comienza desde la mala selección del material de propagación, el empleo de herramientas de trabajo no desinfectadas, deficiencia de elementos nutritivos y además por ciertas condiciones adversas al crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

La mayoría de las enfermedades en nopal se ven favorecidas por la presencia de humedad en el cladodio y sobre todo, por heridas causadas por insectos, roedores, aves así como de daños mecánicos que provoca el mismo hombre en su manejo. Según Méndez Gallegos et al., (2008), algunas de las principales causas por las que las enfermedades han proliferado en este género son:

- El método de propagación y multiplicación del nopal.
- La poca diversidad genética de la cual se inició la expansión del cultivo.
- El deficiente manejo agronómico de los huertos.
- El desconocimiento de síntomas (confusión de daños, sinonimia y agentes causales) y estrategias de control.

### **Mancha negra del nopal: Importancia y evolución**

Al igual que en otros cultivos, en el nopal (mayormente en el nopal verdura) existe un complejo de problemas fitosanitarios, los cuales pueden variar dependiendo la región, pero se consideran de mayor importancia económica al picudo de nopal (*Metamasius spinolae*), la cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae*) y la

mancha negra (*Pseudocercospora opuntiae*). Las plantaciones sin manejo sanitario pueden presentar pérdidas del orden del 70 al 100 %. La mancha negra es una enfermedad que causa una severa reducción del área fotosintética y eventualmente la caída total o parcial de las plantas. La vida productiva de una plantación puede reducirse hasta en un 50 % ó más del periodo normal de cultivo.

Esta enfermedad se comenzó a detectar desde 1990 (Portillo, Com. Per.), se determinó el agente causal en el 2006 (Quezada Salinas et al., 2006) y su incidencia se mantiene con un incremento drástico, al grado que plantaciones completas han sido devastadas. En Jalisco en los últimos cinco años, su presencia ha alcanzado hasta el 100% de infección en plantaciones comerciales, por lo que urge contar con materiales resistentes o al menos tolerantes, los cuales puedan ser ofrecidos a los productores para su cultivo convencional.

### **Mancha negra del nopal: Agente causal**

Quezada Salinas et al (2006) determinan que *Pseudocercospora opuntiae*, es el agente causal de la “Mancha Negra del Nopal” y *Colletotrichum gloeosporoides* está asociado a la misma como saprófito.

Ayala Escobar et al., (2006) establece que *P. opuntiae* es un ascomicete morfológicamente similar a otros miembros del género *Pseudocercospora* con conidios pigmentados y conidióforos, pero con la base secuencial de ADN de la región ITS diferente a ellos, que la clasifica en grupos (clusters) asociados con *Mycosphaerella*.

**Síntomas:** En esta enfermedad se detectaron dos tipos de síntomas diferentes. La mancha circular se inicia con la decoloración de la cutícula cambiando a un color claro con puntos pequeños de color olivo. Posteriormente las manchas se tornan café-oscuro y su diámetro de incrementa a 3-4 cm, presentando además un margen amarillo y la parte central se hunde. Luego la parte afectada se deseca permaneciendo visible el tejido leñoso que en muchas ocasiones se desprende dejando orificios que atraviesan la penca .

Se ha detectado otro síntoma, aunque menos frecuente, que se caracteriza por manchas indefinidas que pueden invadir el cladodio total o parcialmente en forma de mapa. (Fig. 2 y 3).



*Figura 2 y 3: Síntomas de “Mancha Negra del Nopal” en forma circular y de mapa.*

### **Condiciones de ambientales que inciden sobre la enfermedad**

Su incidencia más alta se ha observado en aquellos cladodios sombreados y ante la presencia de alta humedad relativa y temperaturas moderadas (17 o C) (Quezada Salinas et al., 2006). Los síntomas de mancha negra circular se presenta en plantas cultivadas en terrenos planos y en terrazas con baja humedad relativa y la mancha negra en forma de mapa predominan en parcelas localizadas en lomerío con temperaturas frescas y humedad relativa alta (Quezada Salinas et al., 2006). No obstante Rao et al. (1996) señalan que este patógeno está adaptado a zonas tropicales y subtropicales lo cual no coincide con las condiciones térmicas señaladas en el trabajo de Quezada Salinas et al. (2006).

### **OBJETIVOS**

“Contribuir al control de la mancha negra del nopal mediante la selección, generación y multiplicación de genotipos resistentes o tolerantes, mediante el uso de técnicas convencionales y biotecnológicas”.

- Determinar si existe variabilidad en el agente causal en cuanto a su patogenicidad y tolerancia en especies hospederas
- Seleccionar y multiplicar plantas de nopal resistentes o tolerantes a partir de evaluaciones de especies, variedades e individuos con aparente sanidad frente a “Mancha Negra del Nopal”.
- Incrementar la variabilidad en la tolerancia a “Mancha Negra del Nopal” utilizando semilla producida bajo polinización abierta y dirigida, variaciones somaclonales y mutagénesis inducida

- Ajustar protocolos de multiplicación y micropropagación de los materiales vegetales seleccionados por su sanidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Variabilidad en el hospedero

Se colectaron cladodios y frutos de plantas de diferentes especies de Opuntia, productoras de tuna (*Opuntia ficus-indica*, *O. streptacantha*) y nopalito (*Opuntia ficus-indica* y *O. Atropes*), y diferentes individuos dentro de cada variedad, al menos 2) en reservorios de huertas y traspatios, con aparente sanidad hacia “Mancha Negra del Nopal”. Fig 4 y 5



*Fig. 4: colecta de cladodios con “aparente sanidad” hacia mancha negra, plantación en invernadero, micropropagación y mantenimiento in vitro de los mismos.*

En las plantaciones para fruta se realizó el rescate de embriones de semillas Vélez G. et al (1996) se desinfectó el material vegetativo con hipoclorito de sodio (NaOCl) o blanqueador comercial que contiene un 6% de cloro activo, siguiendo la metodología propuesta por George, (1993). Es necesario realizar 3 ó 4 enjuagues con agua estéril para remover los residuos del desinfectante.

A los 3 ó 4 días de cultivo se observa si los explantes fueron desinfectados exitosamente. Detectar la aparición de microorganismos como bacterias y hongos (mohos y levaduras).

Se utilizará mutagénesis inducida sobre 2 especies, 2 variedades y dos individuos de buen comportamiento frente a la enfermedad para aumentar la variabilidad en la tolerancia a “Mancha Negra del Nopal”.

## REPRODUCCIÓN DE LA ENFERMEDAD Y VARIABILIDAD EN EL AGENTE CAUSAL

El agente causal fue aislado, identificado y purificado de muestras extraídas de Zapopan y Ojuelos (Jalisco, Mexico) de cladodios de *Opuntia ficus-indica* con los síntomas avanzados de la enfermedad se examinaron las lesiones bajo estereoscopio para evaluar la presencia de pseudoestromas de *Pseudocercospora* y se colocaron en medio NA Nopal agar. Luego de 30 días fueron establecidos en NA, (nopal Agar) PCA (.5% peptona, .25% extracto de levadura, .1% glucosa, 1.5 agar para 100mL) y Extracto de malta agar al 2% (MEA 2%). una vez que el hongo se desarrollo en MEA se colocaron en Agar agua para promover la formación de conidios Fig 8

Pruebas de patogenicidad: se estandarizo su aplicación, dependiendo del numero de conidios inoculando artificialmente por aspersión e inyección de conidios de acuerdo a la metodología propuesta por Quezada Salinas et al (2006). La inoculación se realizo en condiciones controladas o semi-controladas en invernadero procurando que los niveles de humedad relativa, agua libre sobre los tejidos, temperatura media mínima y máxima y luz 8 horas y calidad de la misma) estén dentro del rango considerado óptimo, se esperan los resultados de la misma. En lo que respecta al manejo del cultivo se regulará la cantidad de agua de riego, nutrición del cultivo (cantidad y calidad) y control de plagas para simular las condiciones medias de cultivo a campo. Sobre los genotipos seleccionados como tolerantes se manejarán las condiciones antes señaladas en niveles que favorezcan el desarrollo de la enfermedad para evaluar la interacción de los mismos con el ambiente biótico y abiótico (e.g exceso de humedad, desbalance N-K, etc.).



*Fig 5: Pruebas de Patogenicidad mediante inyección de conidios (Quezada Salinas et al 2006)*

**VARIABILIDAD DEL AGENTE CAUSAL:** se enviaron muestras de la cepa de *Pseudocercospora* pura al CNRG, Centro Nacional de Recursos Genéticos de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, para su análisis molecular.

## **INCREMENTO DE LOS GENOTIPOS TOLERANTES/ RESISTENTES A “MANCHA NEGRA DEL NOPAL”**

Los materiales sobresalientes por su tolerancia/resistencia a la “Mancha Negra del Nopal” se micropropagarán mediante el desarrollo de un protocolo *in vitro* para asegurar la homogeneidad certificada de los mismos, y así ofrecerlos a los agricultores como un control eficiente de esta enfermedad

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ayala-Escobar, V., Yañez-Morales, M.J.; Braun, U., Groenewald, J.Z. and Crous, P.W. 2006. *Pseudocercospora opuntiae* sp. Nov., the causal organism of cactus leaf spot in México. *Fungal Diversity* 21: 1-9
- Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta, E. 1999. Agroecología, cultivo y usos del nopal. *Estudio FAO Producción y Protección Vegetal*, 132. Roma
- Canales, C.R. 1983. Etiología, evaluación de daños y control de la pudrición negra del nopal (*Opuntia ficus indica*) en la sierra de Arteaga, Coah. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo. Coah. 90 pp
- Flores-Valdez, C. A. 1999. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. pp.97-105. *In:* Barbera, G., Inglese, P y Pimienta-Barrios, E, eds. Agroecología, Cultivo y Usos del nopal. *Estudio FAO Producción y Protección Vegetal*, 132. Roma.
- Flores-Valdez, C. 2003. Importancia del nopal. pp. 1-18. *In:* C. A. Flores Valdez, ed. Nopalitos y tunas, producción, comercialización, poscosecha e industrialización. 1ª Ed. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. México.
- George, E. 1993. Plant propagation by tissue culture. 2<sup>nd</sup> Edition. Exegetics. London
- Méndez Gallego, S., Talavera Magaña, D y Garcia, J .2008. Identificación y control de las principales enfermedades del nopal. VII Simposio-Taller Producción y Aprovechamiento del Nopal en el NE de México. Mina NL México
- Nobel, P.S. 1999. Biología ambiental. pp. 37-50. *In:* Barbera, G., Inglese, P y Pimienta, Eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. *Estudio FAO Producción y Protección Vegetal*, 132. Roma.
- Nobel, P. S. y Bobich, E.G. 2002. Environmental Biology. pp. 57-74. *In:* Nobel, P. S. ed. Cacti, Biology and uses. Ed. University of California Press. Los Angeles, California, Estados Unidos de América.
- Osorio, A.F y Soto A. 1994. Enfermedades del nopal tunero. Memorias sobre Aportaciones Técnicas y Experiencias de la Producción de Tuna en el Estado de Zacatecas. CECCAM, Morelos, Zacatecas 46-48 pp

- Pimienta, E. 1990 El nopal tunero. Universidad de Guadalajara, México.
- Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. *In: Cactáceas, Suculentas mexicanas.* CVS
- Rao, H.S., Moses A.S. and Sing G.H. 1996. Some new species of *Pseudocercospora* from India. *Mycol Res.* 100 (9) 1071-1074
- Velez-Gutierrez, C., and B. Rodriguez- Garay. 1996 Microscopic Analisis of polyembryony in *Opuntia ficus-indica*. *J.PACD.* 1:39-48.

# **PRODUCTIVITY, NUTRIENT CONTENT AND COLD HARDINESS OF FORAGE CLONES AND PROGENIES OF OPUNTIA IN MENDOZA, ARGENTINA AND ECONOMIC ANALYSIS OF CACTUS INCLUSION IN RUMINANT DIETS**

Juan C. Guevara<sup>a</sup>, Eduardo G. Grünwaldt<sup>ab</sup> Josefina M. Grünwaldt and Marta N. Paez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA)

<sup>b</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA)  
Avda. A. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, Mendoza, Argentina  
E-mail: [jguevara@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:jguevara@mendoza-conicet.gob.ar) (J.C. Guevara)

## **ABSTRACT**

*This paper reports the findings of field studies on forage cactus clones and progenies conducted in the north central Mendoza plain, mid-western Argentina. Economic analysis of the use of cactus for replacing corn in small ruminant diets is also included. The major limitation to cultivation of cactus in some areas of Mendoza is cold winter temperatures. Mean productivity for a 3-year-old plantation of three *O. ficus-indica* accessions was 4,125 kg DM ha<sup>-1</sup>, with 294 mm rainfall, equivalent to a rain-use efficiency (RUE) of 14.0. The response of progenies from the cross *O. ficus indica* x *O. lindheimerii* Engelm. to fertilization at the highest application rate was a near 4-fold increase over the biomass of the zero fertilization treatment. Progeny 42 produced 40 ton DM ha<sup>-1</sup> in 4 years with a total rainfall of 625 mm, the greatest production recorded to date for such a low rainfall. All studied *Opuntia* forage clones have high IVDMD and NDF contents but are of low quality considering their low CP content. High doses of fertilizer almost doubled the mean CP content of cladodes from the mentioned cross when it was compared with the treatment in which no fertilizer was added (7.8 and 4.3 g/100g DM, respectively). *O. spinulifera* appears to be the most promising species for extremely cold winter areas. During the winter of 2009, frost damage in cladodes of progenies 64, 150 and 42 was significantly lower than in those of *O. ficus-indica*. Progenies 46, 80, 83,*

89, 94 and *O. ellisiana* had zero frost damage. Plants affected by frost were significantly fewer in progenies 42, 97, 85, 150, and 64 than in those of *O. ficus-indica*. The other five progenies suffered no frost damage. The cactus/corn cost relationship indicates the possibility of replacing corn with cactus in small ruminant diets.

## INTRODUCTION

Plantations of drought-tolerant and water-efficient fodder shrubs, especially *Opuntia* species, have been established as buffer feed reserves as a strategy to mitigate the effects of drought on animal production systems of various arid and semiarid areas of the world. In this strategy the buffer reserve was aimed not only as “drought insurance” for inter-annual drought but also to bridge over a recurrent annual period of feed scarcity (Le Houérou, 1991; Le Houérou et al., 1991).

*Opuntia* species have the ability to withstand prolonged drought, high temperatures, as well as wind and water erosion. This aptitude, plus a range of economic uses, makes them ideal for agricultural development in areas affected by the world’s two biggest environmental problems: desertification and climate change (Nefzaoui and El Mourid, 2007).

The major limitation to cactus cultivation in some areas of Mendoza, Argentina, is cold winter temperatures. Under different climatic conditions, the thermal limit for frost-sensitive species such as *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. is indicated by a mean daily minimum temperature in the coldest month (*m*) of 1.5 to 2.0 °C (Le Houérou, 1995).

The aim of this paper was to report results of field studies on forage cactus clones and progenies of carried out in the north central Mendoza plain, mid-western Argentina. Also it included economic analysis of the use of cactus for replacing conventional forage in small ruminant diets.

## STUDY SITE

Studies were conducted at El Divisadero Cattle and Range Experiment Station (33° 29’ 26” S, 67° 58’ 27” W). The daily mean annual minimum and maximum temperatures range respectively from -3.8 to 15.6 °C and 14.2 to 33.0 °C. Mean annual rainfall (R) is 293.1 mm (SD=112.8) with nearly 80% occurring during the growing season: October–March (records of IADIZA, not published). Potential evapotranspiration (PET), estimated according to Le Houérou (1989), is 1,057 mm. From the bioclimatic point of view (Le Houérou, 1999), the site

was classified as arid ( $0.15 < R/PET < 0.33$ ) with extremely cold winters ( $-5 < m < -3$ ). Soils are Torripsamments with greater silt content in interdunal depressions (Masotta and Berra, 1994).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Above-ground biomass productivity

#### *Opuntia forage clones*

The *Opuntia* forage clones evaluated by Guevara et al. (2000) were: *O. ficus-indica*, Accession 'Cuenca', proceeding from plants obtained from Mexico; *O. ficus-indica*, Acc. 'San Juan', collected in Barreal, San Juan, Argentina; *O. ficus-indica*, Acc. 'San Rafael', collected in San Rafael, Mendoza; *O. robusta* Wendl., obtained from Judith Ochoa's collection in Santiago del Estero, Argentina; *O. paraguayensis* K. Schum., collected in San Carlos, Mendoza; and *O. spinulifera* Salm-Dyck f. *nacuniana* Le Houér. f. *nov.* (Figure 1), originated from plants obtained from Mexico. The collection was established at two places, 5 km apart, with the same soil characteristics: a plain and a sand dune (10–15% slope, with north exposure). The clones were planted using single cladodes with 3-m between-row spacing and 1-m inter-row spacing. The results corresponding to the dune plantation come from unweeded plots. It has been shown (Le Houérou, 1994) that eliminating competition with native range species for water and nutrients increases production and rain-use efficiency (RUE) by a factor of 2–3. Consequently, it can be assumed that if the plots in this experiment had been weeded under a mean annual rainfall of 294 mm, yields would have been at least twice as high, i.e. 4,125 kg for *O. ficus-indica* accessions, equivalent to a RUE of 14.0 (Table 1).

These yield and RUE values are close to those obtainable in arid regions under mean annual rainfalls of 200 to 400 mm, i.e. 3 to 9 t DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 15 to 22.5 kg DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively (Le Houérou, 1996).

*Table 1. Mean above-ground biomass production of Opuntia forage clones for a 3-year-old plantation established on a dune in Mendoza plain.*

Clone	Production (ton dry matter ha <sup>-1</sup> )
<i>O. paraguayensis</i>	1,689 <sup>a</sup>
<i>O. robusta</i>	2,178 <sup>ab</sup>
<i>O. ficus-indica</i> ('Cuenca')	3,733 <sup>bc</sup>
<i>O. ficus-indica</i> ('San Rafael')	4,088 <sup>bc</sup>
<i>O. spinulifera</i>	4,400 <sup>c</sup>
<i>O. ficus-indica</i> ('San Juan')	4,555 <sup>c</sup>

Figures with different superscript letters in the column are significantly different ( $P < 0.05$ ) using Tukey's HSD test.

*Progenies from the cross Opuntia ficus-indica 1281 x O. lindheimerii Engelm. 1250*

Trials involving these progenies covered a period of four years with a total rainfall of 625 mm. The influence of N fertilization on growth and crude protein (CP) content of ten progenies was evaluated by Guevara et al. (2011). Treatments were: a) control without fertilization; b) application a low quantity of fertilizer: 30 kg N, 30 kg P, and 30 kg K ha<sup>-1</sup> every two years; c) annual application of 100 kg N, 50 kg P and 100 kg K ha<sup>-1</sup>. The spacing used was 5 x 3 m (about 667 plants/ha).

In Table 2 it is shown that there were significant differences among means of fertilizer treatments. Mean yield of dry matter (DM) per hectare was significantly higher at the highest doses of fertilizer than those for low doses or control treatment, except for progeny 89 that showed no differences among the three treatments. Progenies 85, 83, 94 and 150 were the most productive under high fertilization (Figures 2 to 5). The response to fertilization at the highest application rate was a near 4-fold increase over the biomass of the zero fertilization treatment. The effect of fertilization on biomass production increase has also been reported by De Kock (2001) and Santos et al. (2006).

**Table 2.** Mean yield of ton dry matter ha<sup>-1</sup> according to fertilizer doses after four growing seasons in the Mendoza plain and rain-use efficiency (RUE).

Progeny	Fertilizer doses			RUE (kg dry matter ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> ) for high dose
	Control	Low	High	
42	2.4 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	9.1 <sup>b</sup>	14.6
46	1.4 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	6.9 <sup>b</sup>	11.0
64	1.5 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	6.9 <sup>b</sup>	11.1
80	2.2 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	7.0 <sup>b</sup>	11.2
83	3.4 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	9.9 <sup>b</sup>	15.9
85	1.3 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	11.2 <sup>b</sup>	17.9
89	2.5 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	8.4
94	1.8 <sup>a</sup>	3.1 <sup>a</sup>	9.8 <sup>b</sup>	15.6
97	1.8 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	9.0 <sup>b</sup>	14.4
150	3.0 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	9.5 <sup>b</sup>	15.2

Figures with superscript different letters in column or in the same row are significantly different (P<0.05) using LSD Fisher

Another trial was performed with progeny 42 (Figure 6) to determine biomass production per hectare (Guevara et al., 2011). It had 3 replications with each of them having 6 rows of 8 plants per row at 1.5 x 1.5 m spacing and an annual fertilization of 100 kg N, 50 kg P, and 50 kg K per hectare with the purpose to achieve maximum productivity. This progeny produced 40 ton DM ha<sup>-1</sup> in 4 years, the greatest DM production recorded to date for such a low rainfall.

### Nutrient content

Nutrient content was determined for the *Opuntia* forage clones cited in 1.1. for three age classes (Guevara et al., 2004). Age class 1 corresponded to one-growing-season cladodes (about 1-year old) and was represented by the terminal cladode; age classes 2 and 3 corresponded to two- and three-growing-season cladodes, i.e., about 2 and 3 years old, respectively. Mean nutrient content (g/100g DM) for all age classes combined were: DM 9.1; organic matter (OM) 84.4; *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) 78.9; *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) 77.4; CP 4.0; acid detergent fibre (ADF) 14.7 and neutral detergent fibre (NDF) 23.8. Di Marco (2012) indicated that regardless of the methodology used to assess forage quality, forage is considered to be of high quality when IVDMD is approximately 70 g/100 g, NDF is less than 50 g/100 g DM and CP is over 15 g/100 g DM. According to this, all studied *Opuntia* forage clones have

high IVDMD and NDF contents. They have low quality considering their low content of CP, similar to the mean of 21 *Opuntia* accessions (3.8 g/100g DM) obtained by Arroquy and Ochoa (2005).

High doses of fertilizer almost doubled the mean CP content of cladodes from the cross *O. ficus indica* x *O. lindheimerii* Engelm. when it was compared with the treatment in which no fertilizer was added (7.8 and 4.3 g/100g DM, respectively). Other studies found that CP content increased under the effect of *Opuntia*'s fertilizer treatment (González, 1989; Felker et al., 2006).

## **Cold hardiness**

### *Opuntia forage clones*

Frost resistance of *Opuntia* forage clones was evaluated for different plant ages after freezes of -16 and -17 °C (Guevara et al., 2000). Young cladodes from 9-month-old plants had damage higher than 85%. The 3-year-old plants exhibited mean frost damage that ranged from 0.3% in *O. paraguayensis* to 34% in *O. ficus-indica* (San Juan accession). *O. spinulifera*, with frost damage lower than most of the *O. ficus-indica* accessions, appears to be the most promising species for forage production in areas with extremely cold winters due to its high dry biomass production and a CP content of 6.5 g/100g DM in cladodes less than 1-year-old.

*Opuntia ficus-indica*, *O. ellisiana* Griffiths and progenies from the cross *O. ficus-indica* 1281 x *O. lindheimerii* 1250

Frost damage was visually estimated by counting the cladodes per plant that suffered frost damage and related this number to the total cladodes of each plant. Also, the number of plants of each progeny and species that suffered frost damage was register.

Total plants affected by frost during 2009 winter were significantly fewer in progenies 42, 97, 85, 150, and 64 than in those of *O. ficus-indica*. The others suffered no frost damage. Frost damage in all cladodes of progenies 64, 150 and 42 was significantly lower than in those of *O. ficus-indica*; progenies 46, 80, 83, 89, 94 and *O. ellisiana* had zero frost damage (Guevara et al., 2011). This result is in agreement with the frost damage estimates for the winter of 2007, when the minimum temperatures dropped to -9 °C on two occasions (Felker et al., 2009) in which the frost damage in *O. ficus-indica* reached 15.7% and was higher than in the other progenies. Considering the total damage (plants x cladodes) under a mild winter climate (320 hours below 0 °C and absolute minimum temperatures

between  $-4.7$  and  $-7.1$  °C), *O. ficus indica* was affected by these temperatures in about 10%, whereas progenies suffered damage between 0 and 0.4 %.

*Economic analysis of replacing conventional forages with cactus in small ruminant diets*

Costa et al. (2012) evaluated the performance and nutrient digestibility of feedlot Santa Inês sheep fed with increasing levels (0, 25, 50, 75, 100% DM basis) of *O. ficus indica* as a replacement for corn. The zero level represented 28% of corn in the experimental diets. Percentage of other diet ingredients was constant at all replacement levels. The possible benefits of the practice cited by these authors were analyzed using own data on production and costs of cactus and corn.

Establishment cost of cactus for 200 goats and dependable rain ( $P=0.8$ ) in the Experimental field of the Centro Científico Tecnológico CONICET- Mendoza ( $32^{\circ} 53' W$ ,  $68^{\circ} 52' S$ ), in July 2012 currency, was calculated for three alternatives referred to two fence types –metal and electrified wire- and without fence (Guevara et al., 2003). These costs were: metal fence: U\$S 855 ha<sup>-1</sup>; electrified fence: U\$S 547 ha<sup>-1</sup>; and without fence: U\$S 342 ha<sup>-1</sup>.

Corn production cost under irrigation in Mendoza (12 ton MS ha<sup>-1</sup>): U\$S 0.062 kg<sup>-1</sup>. Cost of purchased corn: U\$S 0.175 kg<sup>-1</sup>.

Productivity of *O. ficus-indica* in a 7-year-old plantation in Mendoza Province (Figure 7) was 12,594 kg DM ha<sup>-1</sup>, composed of the contribution of 3,351, 5,380, 3,863 kg DM ha<sup>-1</sup>, from 1-, 2- and 3-year-old cladodes, respectively. The cactus/corn cost relationship was determined on the basis of the use of fence or lack of it at the cactus planting site, the biomass contribution according to the age of cladodes harvested, and price of corn purchased in the market. Table 3 shows the economic feasibility of replacing corn with cactus in different percentages, taking into account the price of purchased corn and the cost of cactus for the situations previously described.

In all three alternatives, except for metal fence and 1-year-old cladodes, replacement of corn with cactus implies a decrease in diet cost. In the situation without fence and using 1+2+3-year old cactus cladodes, replacing 25, 50, 75 and 100% of corn in the diet would result in savings of U\$S 1.04, 2.07, 3.11 and 4.14, respectively, for every 100 kg of ration.

*Table 3. Cost of cactus plus corn (U\$S) for the purchased corn price, cactus cost of 1-year, 1+2 year and 1+2+3-year-old cladodes and the three fence alternatives.*

Replacement level (%)					
Ingredient (% DM)	0	25	50	75	100
Cactus	0	7,0	14,0	21,0	28,0
Corn	28,0	21,0	14,0	7,0	0
Cactus + corn cost (U\$S)					
Metal fence					
1	4.90	5.46	6.02	6.58	7.14
1+2	4.90	4.36	3.82	3.28	2.74
1+2+3	4.90	4.11	3.32	2.53	1.74
Electrified fence					
1	4.90	4.82	4.73	4.65	4.56
1+2	4.90	4.12	3.33	2.55	1.76
1+2+3	4.90	3.98	3.05	2.13	1.20
Without fence					
1	4.90	4.39	3.88	3.37	2.86
1+2	4.90	3.95	3.00	2.04	1.09
1+2+3	4.90	3.86	2.83	1.79	0.76

## CONCLUSIONS

The future of arid and semiarid regions depends on the development of sustainable agronomic systems and the implementation of suitable crops. Cactus can meet these requirements and act as strategic food reserves to mitigate the effects of drought on livestock production systems of the above regions. Cactus plantations could be successfully developed in most of the arid and semi-arid regions of Argentina, provided frost-tolerant species, clones or progenies were used. The study identified *Opuntia* forage clones and progenies from the cross *Opuntia ficus-indica* 1281 x *O. lindheimerii* 1250 of high productivity and frost hardiness. *Opuntia* forage clones have high IVDMD and NDF and low CP contents. The cactus/corn cost relationship indicates the possibility of replacing corn with cactus in small ruminant diets.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors thank Nélida Horak for assisting with the English version.

## REFERENCES

- Arroquy JI, Ochoa J. Estudio exploratorio del valor nutritivo de especies de *Opuntia* en Santiago del Estero (Argentina). Aprovechamiento integral de la tuna. Cactusnet Número Especial 2005; 10: 9-11.
- Costa RG, Treviño IH, de Medeiros GR, Medeiros AN, Pinto TF, de Oliveira RL. Effects of replacing corn with cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. Small Rumin Res 2012; 102: 13-17.
- De Kock GC. The use of *Opuntia* as a fodder source in arid areas of southern Africa. In: Mondragón-Jacobo C, Pérez-González S. (Eds.), Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. FAO, Rome, Italy. 2001; pp. 101-105.
- Di Marco O. Estimación de la calidad de los forrajes. 2012 <http://www.ergomix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/estimacion-calidad-forrajes-t4297/p0.htm>
- Felker P, Bunch RA, Borchert DM, Guevara JC. Potential global adaptivity of spineless, progeny of *Opuntia ficus-indica* 1281 x *O. lindheimerii* 1250 as forage cultivars adapted to USDA cold hardiness zones 7 and 8. Acta Hort 2009; 811: 333-342.
- Felker P, Paterson A, Jenderek MM. Forage potential of *Opuntia* clones maintained by the USDA, National Plant Germplasm System (NPGS) collection. Crop Sci 2006; 46: 2161-2168.
- González CL. Potential of fertilization to improve nutritive value of prickly pear cactus (*Opuntia lindheimerii* Engelm.). J Arid Environ 1989; 16: 87-94.
- Guevara JC, Felker P, Balzarini MG, Paez SA, Estevez OR, Paez MN, Antúnez JC. Productivity, cold hardiness and forage quality of spineless progeny of the *Opuntia ficus-indica* 1281 x *O. lindheimerii* 1250 cross in Mendoza plain, Argentina. J Prof Assoc Cactus Develop 2011; 13: 48-62.
- Guevara JC, Gonnet JM, Estevez OR. Frost hardiness and production of *Opuntia* forage clones in the Mendoza plain, Argentina. J. Arid Environ 2000; 46: 199-207.
- Guevara JC, Silva Colomer JH, Estevez OR. Nutrient content of *Opuntia* forage clones in the Mendoza plain, Argentina. J Prof Assoc Cactus Develop 2004; 6: 62-77.
- Guevara JC, Silva Colomer JH, Estevez OR, Paez JA. Simulation of the economic feasibility of fodder shrub plantation as a supplement for goat production in the north-eastern plain of Mendoza, Argentina. J Arid Environ 2003; 53: 85-98.
- Le Houérou HN. 1989. Classification éoclimatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. Ecol Medit 1989; 15: 95-144.
- Le Houérou HN. Feeding shrubs to sheep in the Mediterranean arid zone: intake performance and feed value, In: Gaston A, Kernick M, Le Houérou HN. (Eds.), Proc. Fourth Int. Range. Congr. CIRAD (SCIST), Montpellier, France, 1991; pp. 639-644.
- Le Houérou HN. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Opt Médit, Serie B, N° 10; 1995.
- Le Houérou HN. The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. J Arid Environ 1996; 33: 135-159.
- Le Houérou HN. Estudios e investigaciones ecológicas de las zonas áridas y semiáridas de Argentina. IADIZA, Mendoza 1999; 228 pp.

Le Houérou HN, Correal E, Lailhacar S. New man-made agro-sylvo-pastoral production systems for the isoclimatic Mediterranean arid zone, In: Gaston A, Kernick M, Le Houérou HN. (Eds.), Proc Fourth Int Range Congr CIRAD (SCIST), Montpellier, France, 1991; pp. 383-388.

Masotta HT, Berra AB. Relaciones suelo-paisaje en el campo experimental El Divisadero, Santa Rosa, Mendoza. *Multequina* 1994; 3: 89-97.

Nefzaoui A, El Mourid M. Cash from cactus. *ICARDA Caravan* 2007; 24: 7-9.

Santos MVE, Dubeux Jr. JCB, Melo JN, dos Santos DC, Farias I, Lira MA. *Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in northeast Brazil.* *Acta Hort (ISHS)* 2006; 728: 189-192 [http://www.actahort.org/books/728/728\\_26.htm](http://www.actahort.org/books/728/728_26.htm)



Figure 1. *O. spinulifera*  
Salm-Dyck f. *nacuniana*  
Le Houér. f. *nov*



Figure 2. Progeny 85



Figure 3. Progeny 83



Figure 4. Progeny 94



Figure 5. Progeny 150



Figure 6. Progeny 42



*Figure 7. O. ficus-indica plantation in CCT- CONICET, Mendoza, Argentina*



# CRÍA DE GRANA COCHINILLA DEL NOPAL

Liberato Portillo y Ana Lilia Viguera

Universidad de Guadalajara, Cuerpo Académico en Biotecnología  
de Zonas Áridas.  
km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Nextipac-Zapopan,  
Jalisco 45101, México.  
portillo@cencar.udg.mx

## ABSTRACT

*Cochineals (Dactylopius spp) are insects thriving on Opuntia cactus pear species of particular interest, mainly for two important uses, firstly, they present carminic acid in their bodies, which is used worldwide as a pigment due to its high quality colorings properties for food, drugs, cosmetics and other applications; secondly, some cochineals have been used as biological control agents against invasive cactus. Dactylopius coccus Costa (cultivated or fine cochineal) is the main commercially reared species to produce the pigment; meanwhile D. opuntiae (Cockerell) (wild cochineal) is the most used species for biological control. Fine cochineal rearing is increasing through the production (currently more than 3500 ton/year) that takes place in several countries to cover the also increasing worldwide demand of this useful pigment. At this point is convenient to highlight that this production comes from fine cochineal species (D. coccus, not from the wild ones like D. opuntiae). This paper summarizes the main points involved in cochineal rearing, covering the biology and morphology of the insect, its host plants, natural enemies, as well its production and market. Further information can be found at [www.granacochinilla.go.to](http://www.granacochinilla.go.to).*

## INTRODUCCIÓN

De entre los diversos usos directos e indirectos a los que se destinan los nopales (*Opuntia* spp) de interés comercial o etnobotánico, resalta uno por su particularidad de involucrar un factor biótico, representado por un insecto plaga del nopal, en este caso una plaga que produce un pigmento con amplia demanda artística e industrial, ya que es usado sin restricciones (Goche y col., 2012) en alimentos, fármacos, cosméticos, textil, entre otras. Existen pocos insectos de utilidad agroindustrial para el hombre, la grana cochinilla del nopal es uno de tales insectos. Su nombre científico es *Dactylopius coccus* Costa y se le conoce comúnmente con los nombres de grana, grana nocheztlí (Villaseñor,

2010), grana del carmín, grana cochinilla, cochinilla fina, cochinilla del nopal, cochinilla del carmín o simplemente cochinilla. Durante la colonización de América, la cría de este insecto se realizaba en Oaxaca (Wright, 1963) y según Dahlgren (1963) también se producía en otras regiones como Guerrero y Puebla, en esta época sus formas de cría fueron estudiadas científicamente, los métodos de cosecha fueron perfeccionados, se estableció un mercado firme y el producto se estandarizó mediante graduaciones establecidas (Brana, 1964). Después de la independencia de México del dominio español, la cría de grana cochinilla adquirió más importancia, pero entre los años de 1805 y 1818 su producción había comenzado a decaer, debido entre otras causas a la adulteración por los productores e intermediarios, además la aparición de colorantes sintéticos hacia los años 1854 a 1884, marcó su desplazamiento total (MacGregor, 1975).

En la actualidad la tendencia mundial de consumir productos libres de aditivos químicos y sobre todo por los constantes reportes de alergias y otros padecimientos, inclusive cáncer, han hecho que los pigmentos naturales vuelvan a ser preferidos en sustitución de los de origen químico. Por lo que ahora la reactivación de la grana cochinilla como pigmento está soportada por el creciente interés hacia su principio activo colorante, el ácido carmínico, de hecho la producción mundial de este insecto rebasó las 1000 ton por año en 2001 (Portillo y Viguera, 2001) y actualmente es superior a las 3,500 ton. Además cabe resaltar que el principio colorante de la grana cochinilla tiene atributos adicionales, los cuales apenas comienzan a difundirse y estudiarse científicamente, tal es el caso de su uso como agente contra infecciones de diversa índole, debido a su capacidad de inhibir a los microbios (García-Gil y col., 2010). Esto se debe a que la gran diversidad de pigmentos cumple funciones específicas dentro de la naturaleza, ya que algunos pueden actuar como inhibidores o inductores de crecimiento, atrayentes, disuasivos, etcétera.

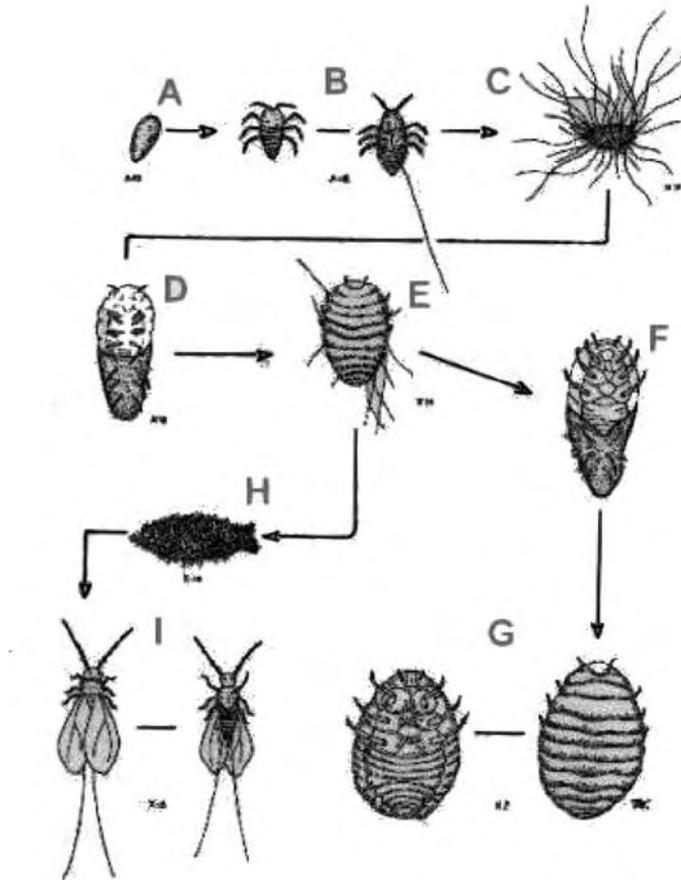
## **BIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA**

La grana cochinilla se denominaba en la época Prehispánica como *nocheztli*, término náhuatl que significa «sangre de nopal», el cual servía para designar al insecto y al colorante que produce (Wright, 1963), desde entonces su clasificación ha sido continuamente modificada; Linneo la llamó *Coccus cacti* en 1758, más tarde Burmeister en 1939 la describió como *Pseudococcus cacti*, pero en 1835, Costa ya la había clasificado como *Dactylopius coccus* (Piña, 1977) cuyo nombre se ha mantenido hasta nuestros días.

Los indígenas mexicanos reconocieron dos tipos de cochinillas, una denominada grana cultivada o fina y otra llamada cochinilla silvestre o corriente (Brana, 1964), el término náhuatl de ésta última es ixquimilihuiqui (Piña, 1977). En la actualidad la grana cultivada o fina está clasificada técnicamente como *D. coccus* y aquella que se considera cochinilla silvestre o corriente es en realidad un grupo conformado del resto de las especies de *Dactylopius* (Portillo, 1993), que de acuerdo a De Lotto (1974) son ocho especies que corresponden a los siguientes taxa: *D. austrinus* De Lotto 1974, *D. ceylonicus* (Green) 1876, *D. confertus* De Lotto 1974, *D. confusus* (Cockerell) 1893, *D. opuntiae* (Cockerell) 1896, *D. salmianus* De Lotto 1974, *D. tomentosus* (Lamarck) 1801 y *D. zimmermanni* De Lotto 1974. Portillo y Viguera (2002a) mencionaron que el número de especies de *Dactylopius* asciende a 10, ya que Ben-Dov y Marotta (2001) reasignaron a *Coccus bassi* como *Dactylopius bassi*.

El origen de *D. coccus* siempre ha sido objeto de controversia, pero a raíz de nuevos trabajos de investigación se acepta que su ambiente ecológico nativo, con todas sus plantas hospederas y enemigos naturales, ocurre en Norteamérica (Griffith, 2004; Portillo, 2005; Novoa, 2006; Portillo y Viguera, 2006).

En varios insectos se observa que la hembra y el macho son morfológicamente diferentes, esto se conoce como dimorfismo sexual. Montiel en 1995 realizó un trabajo sobre morfología y biología de la grana cochinilla, en el cual destaca el dimorfismo sexual que presenta este insecto, se debe a que las hembras tienen metamorfosis hemimetábola (incompleta), en tanto los machos son de metamorfosis holometábola (completa), y que por consiguiente los estados inmaduros de estos últimos deben denominarse larvas, en lugar de ninfas como corresponde en el caso de las hembras. Los machos presentan alas en su instar adulto, son móviles y de menor tamaño; en tanto que las hembras son ápteras, inmóviles y de mayor tamaño (alrededor de 6 mm), de forma oval y están cubiertas de una cera a manera de talco que se desprende con facilidad al soplar. Marín y Cisneros (1977) reportaron que la hembra pasa por los instares de huevo, ninfa y adulto, mientras que el macho presenta los instares de huevo, ninfa, pupa y adulto (Figura 1). Ambos presentan dos estados ninfales muy similares previos al adulto.



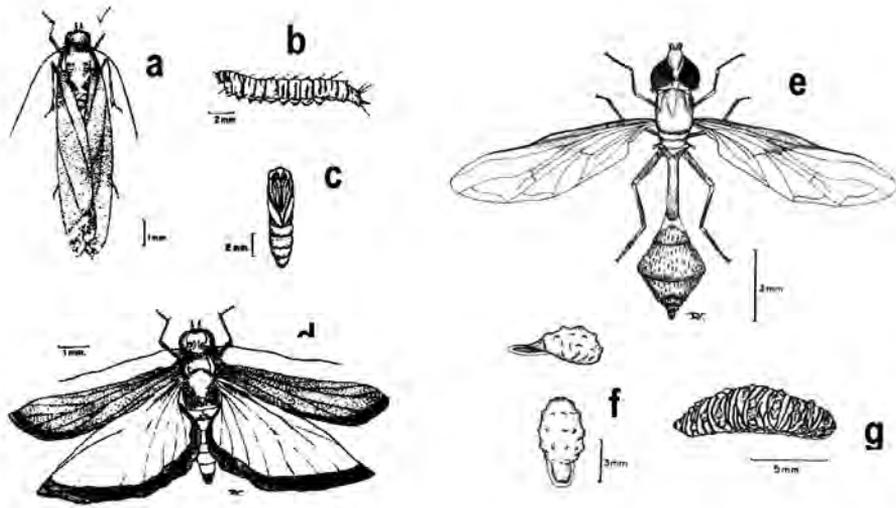
**Figura 1. Ciclo biológico de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa).**  
A) huevo, B) vista dorsal y ventral de ninfa I migrante, C) ninfa I establecida, D) muda a ninfa II, E) ninfa II, F) muda a hembra adulta, G) vista ventral y dorsal de hembra adulta, H) capullo de macho, I) vista dorsal y ventral de macho adulto. Tomado de Portillo (1992).

La hembra, que es la que se utiliza para extraer el pigmento, tiene forma ovalada, mide en promedio 6.24 mm de largo por 4.71 mm de ancho, pero aumenta de tamaño cuando está próxima a ovipositar. La duración del ciclo biológico desde la fase de huevo hasta adulto es variable ya que puede ser desde 90 hasta 103 (Marín y Cisneros, 1977) ó 128 días (Condeña, 1997), variabilidad en función de la temperatura y otros factores, por lo que puede alargarse en climas fríos o reducirse en climas cálidos. Por otro lado, el macho forma un capullo o pupa y al emerger de él presenta dos pares de alas y la cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados, segmentos que no se aprecian a simple vista en la hembra. Mide ca. 2.2 mm de ancho por 4.8 mm de expansión alar (Marín y Cisneros, 1977).

La cría de la grana cochinilla se realiza de diversas formas de acuerdo a los factores abióticos de cada región, que en interacción con los bióticos, son todo un reto para escalar la coccidocultura a un nivel comercialmente atractivo. El clima en su conjunto es uno de los principales factores a sortear, por otro lado, los factores bióticos representan un problema a solucionar. Sobre éstos últimos se tiene en primer instancia a la cochinilla silvestre (*Dactylopius* spp.), misma que compite con la grana cochinilla fina (*D. coccus*) por el hospedero. La primera además, es muy agresiva como parásito de las nopaleras, tanto así, que ha sido utilizada exitosamente como controlador biológico en Sudáfrica y otras partes del mundo. Otro factor biótico con el cual se enfrenta el coccidocultor, lo conforman los numerosos y diversos depredadores de las cochinillas (**Cuadro 1**), especialmente en México, los cuales si no son manejados de una manera integral, merman considerablemente la población de grana cochinilla y por ende el rendimiento. Desafortunadamente no existe un método específico que sea eficaz para eliminar a los depredadores, por lo que sólo se puede hacer un manejo y control de los mismos; si se pretende combatir con insecticidas se debe de tener en cuenta que la grana cochinilla también es un insecto y cualquier aplicación de estos productos causará mayores pérdidas. Se recomienda tener cuidado con los contenedores que sirven para la inoculación (infestación) de la grana cochinilla, revisar que no tengan arañas depredadoras; seleccionar el pie de cría que servirá para inocular y revisar en la medida de lo posible que tampoco contengan larvas de depredadores ni cochinilla silvestre u otro competidor; colocar trampas para capturar los adultos y con esto disminuir la reproducción y propagación.

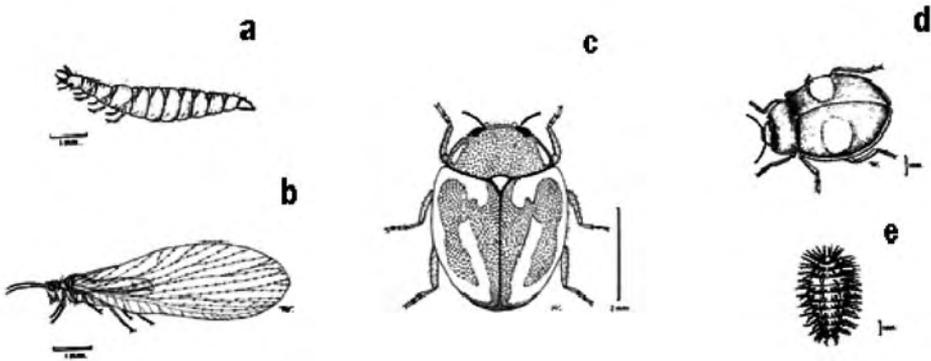
*Cuadro 1. Insectos depredadores de la grana cochinilla.*

Grupo taxonómico	Nombre común	Figuras
Lepidoptera: Pyralidae <i>Laetilia coccidivora</i> Comstock	«gusano telero»	2a, b, c y d
Diptera: Syrphidae <i>Eosalpingogaster cochenillivora</i> Guerin-Meneville	«gusano tambor»	2e, f y g
Neuroptera: Hemerobidae <i>Sympherobius amicus</i> Fitch	«gusano aguja»	3a y b
Coleoptera: Coccinellidae <i>Hyperaspis trifurcata</i> Schaeffer <i>Chilochorus cacti</i> L	«catarinita»	3c 3d y e
Otra larva no identificada	Desconocido	n.a.



*Figura 2. Principales entomófagos de la grana cochinilla (Dactylopius coccus Costa).*

“Gusano telero”: a) adulto con alas en reposo, b) larva, c) pupa y d) adulto en expansión alar.  
“Gusano tambor”: e) adulto con expansión alar, f) pupas y g) larva.



*Figura 3. Entomófagos de la grana cochinilla (Dactylopius coccus Costa) de importancia media.*

“Gusano aguja”: a) larva y b) adulto. “Catarinitas”: c) adulto del género *Hyperaspis*, d) adulto y e) larva del género *Chilochorus*.

La decisión de criar grana cochinilla a cielo abierto debe ser tomada de acuerdo a las condiciones de cada lugar, ya que los principales factores a considerar de una región pueden no ser los mismos para otras zonas. El resto de los factores abióticos parecen tener menor impacto, ya que regularmente los lugares para desarrollar la cría de la grana cochinilla son seleccionados previamente y donde tales factores

permiten la cría del insecto. La opción más conveniente es buscar el balance entre los factores abióticos y la producción a cielo abierto de grana cochinilla (factores bióticos), que permita acceder a niveles cualitativa y cuantitativamente aceptables.

Por otro lado, es conveniente destacar que las plantas hospederas de la grana cochinilla son exclusivamente cactáceas, la especie más utilizada para su cría es *Opuntia ficus-indica*, con sus formas espinosas y glabras (sin espinas), las cuales en realidad forman un complejo que en la literatura disponible aparecen como especies independientes (Kiesling, 1998), todas ellas originarias de México (Griffith, 2004). Se ha observado que los nopales hospederos que presentan espinas, brindan mayor protección al insecto contra factores abióticos como la lluvia. Al parecer en este mismo sentido funciona el tomento que tienen algunas especies como *Opuntia atropes*, *O. jaliscana* y *O. tomentosa* (Vigueras y Portillo, 1997).

### **Producción y comercialización**

En México se han empleado principalmente dos formas de cría de grana cochinilla, la primera en planta establecida, utilizada por algunos campesinos a un nivel familiar, y la segunda en cladodio (penca) cortado para proteger al insecto en cobertizos. Tradicionalmente, dependiendo de la época estacional, los cobertizos se elaboraban con materiales como: carrizo, petates de palma, cubiertas de zacatillo y hojas de plátano y palma (Alzate y Ramírez, 1777), pero en la actualidad la forma de cría de este insecto se ha diversificado con el uso de nuevos materiales como lo son los plásticos y mallas. Los principales factores a considerar son la disponibilidad del insecto vivo, la factibilidad de transporte con las debidas precauciones, la eficiencia del método de infestación y la planta hospedera adecuada, pero siempre de acuerdo al clima, temperatura, presencia de depredadores, disponibilidad del hospedero y otros factores abióticos propios de cada región. Recientemente la forma más utilizada para producir grana cochinilla es llevarla en invernaderos de 1,356 m<sup>2</sup> con capacidad de 432,000 pencas (Escalante, 2010).

Las formas de llevar a cabo la cosecha de la grana cochinilla son muy diversas, pero las bases son las mismas, implica separarlo de la planta hospedera, ya sea en directo de la planta o a partir de pencas separadas del nopal. En cualquier caso la idea es no aplastar al insecto con los instrumentos de cosecha (cucharas, cepillos, raspadores, etcétera), lo cual está en función de las formas de realizar la cría del insecto y de las características fenotípicas de las plantas hospederas. Por

manejo poscosecha se entiende la forma de matar y secar al insecto después de ser desprendido del hospedero; presenta tres etapas: sacrificio, secado o deshidratado y clasificación.

Los precios promedio anuales de la grana cochinilla seca entre 1975 y 1979 estuvieron entre \$18.80 y \$21.20 dólares por kg. En los años de 1981 y 1982 ante una mayor oferta los precios declinaron a \$9.80 y \$9.40 dólares respectivamente. A partir de 1983 los precios se incrementaron en un 67% con respecto a 1982. Ante la gran demanda de importadores y de productores de carmín, debido a la posibilidad de un buen mercado, los precios se incrementaron en 1984 y llegaron a un nivel máximo en 1985 de \$120.00 dólares por kg, para después descender hasta \$45.00 y \$17.00 dólares por la baja en la demanda. El carmín se cotizó en esas mismas fechas entre \$457.93 y \$453.55 dólares americanos por kg y a finales de 1985 descendió a \$312.95 dólares el kg. En 1989 la grana cochinilla mantuvo su precio entre \$25.00 y \$30.00 dólares por kg, con rangos de hasta \$35.00 dólares e inclusive mayores para la grana cochinilla de primera calidad. En 1990 se cotizó en \$34.00 dólares por kg; 1989 fue un buen año para el carmín donde alcanzó un precio que estuvo entre \$160.00 y \$187.00 por kg (con contenido de ácido carmínico de 52% a 55%), en relación a los colorantes sintéticos que se cotizaron entre \$88.00 y \$100.00 dólares por kg. En septiembre de 1997 la grana cochinilla osciló entre \$ 45.00 y \$ 90.00 dólares por kg, entre 1998 y 1999 la fluctuación de los precios estuvo entre \$ 35.00 y \$ 21.00 dólares y para el 2003 al 2008 se cotizó entre \$ 12.00 y \$ 15.00 dólares. En los años siguientes tuvo de nuevo un incremento por arriba de los \$80.00 dólares por kg, pero actualmente fluctúa entre los \$19.00 y \$40.00 dólares; además la tendencia es valorar los productos de la grana cochinilla por su contenido porcentual de ácido carmínico. Más información sobre este tema se puede obtener del portal [www.granacochinilla.go.to](http://www.granacochinilla.go.to).

Aunque muchas veces la demanda de la grana cochinilla parece ofrecer una base sólida para iniciar la cría de grana cochinilla, es conveniente conocer el momento actual que vive el mercado internacional, pero sobre todo la situación regional particular.

## LITERATURA CITADA

Alzate y Ramírez J. Memoria en que se trata del insecto grana o cochinilla, de su naturaleza y serie de su vida, como también del método para propagarla y reducirla al estado en que forma uno de los ramos más útiles del comercio. En: La Naturaleza. Soc. Mex. Hist. Nat. 6 1777; 1882-1884: 97-151.

- Brana D. «Cochineal: Aboriginal Dyestuff from Nueva España». En: Memorias del XXXVI Congreso Internacional de Americanistas. Department of Geography. The University of Texas, EUA 1964; 77-91.
- Ben-Dov Y, Marota S. Taxonomy and family placement of *Coccus bassi* Targioni Tozzetti, 1867 (Hemiptera: Coccoidea). *Phytoparasitica* 2001; 29(2): 169-170.
- Comstock J. An introduction to entomology. 9th Ed. Publishing Associates. EUA 1972; 1064p.
- Condeña AF. Manejo integral de la tuna y cochinilla, para los valles interandinos de la sierra peruana. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Programa de Frutales y Elaboración de Licores. Ayacucho, Perú 1997; 38-41.
- Dahlgren B. La grana cochinilla. Ed. Porrúa. México, DF 1963; 203 p.
- De Lotto G. On the status and identity of the cochineal insects (Homóptera: Coccoidea: Dactylopiidae). *J Ent Soc Sth Afr* 1974; 37(1): 167-193.
- Escalante, MA. Producción intensiva de grana cochinilla en Morelos, México. En: Portillo L, Viguera AL (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento de la Grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México 2010; 155-162.
- García-Gil F, Lanz-Mendoza H, Hernández-Hernández F. Fisiología de Dactylopiidae: Los mecanismos de respuesta inmune de la cochinilla del carmín: *Dactylopius coccus* Costa. En: Portillo L, Viguera AL (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento de la Grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México 2010; 33-42.
- Goche D, Viguera AL, Portillo L, Llanderal C. Use of *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Coccoidea) pigments in the detection of larvae and pupae of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Neotrop Entomol* 2012; 41: 249-251.
- Griffith P. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *Amer J Bot* 2004; 91 (11): 1915-1921.
- Kiesling R. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). *J. Prof Assoc Cact Develop* 1998; 3: 50-59.
- MacGregor R. La grana o cochinilla del nopal usada como colorante desde el México antiguo hasta nuestros días. *Rev Cact Suc Mex* 1975; 21(4): 93-97.
- Marín, R. y F. Cisneros. 1977. Biología y morfología de la cochinilla del carmín, *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera:Dactylopiidae). *Rev. Per. Ent.* 20(1): 115-120.
- Montiel RL. Morfología de *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera:Dactylopiidae), y su biología y reproducción en dos fotoperiodos. Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados. México 1995; 106 p.
- Novoa S. Sobre el origen de la tuna en el Perú. Algunos alcances. *Zonas Áridas* 2006; 10: 174-181.
- Piña I. La grana o cochinilla del nopal. Monografías LANFI. México, DF 1977; 1: 54 p.
- Portillo L. Infestación óptima de cladodios aislados del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. con grana cochinilla *Dactylopius coccus* Costa. Tesis profesional, Fac. de Agronomía, Universidad de Guadalajara 1992; 57 p.
- Portillo L. Producción de cochinilla del nopal con tres densidades diferentes de población. *Nakari* 1993; 5(2): 25-34.

- Portillo L. Origen de *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae): ¿Norte o Sudamérica?. Dugesiana 2005; 12(1): 1-8.
- Portillo L, Viguera AL. The genus *Dactylopius* (Homoptera: Dactylopiidae) and its hosts in Jalisco, México. Bool Zool agr Bachic Ser II 2001; 33(3): 249-251.
- Portillo L, Viguera AL. La grana cochinilla y sus parientes silvestres en México: Un caso pendiente de estudio. En: Portillo L, Viguera AL (eds.). Memoria del II Congreso Internacional de Grana Cochinilla y Colorantes Naturales y II Reunión Internacional del Grupo de Trabajo en Cochinilla, Cactusnet-FAO. Universidad de Guadalajara, México 2002; 80-82.
- Portillo L, Viguera AL. A review on the cochineal species in Mexico, hosts and natural enemies. Acta Hort 2006; 728: 249-255.
- Rodríguez-Leyva, E, Lomeli-Flores JR y Vanegas-Rico JM. Enemigos naturales de la grana cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae). En: Portillo L, Viguera AL (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento de la Grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México 2010; 101-112.
- Viguera AL, Portillo L. Cultivo de la grana o cochinilla del nopal. En: Valles SC, Rodríguez PL. (eds.). Suculentas mexicanas/Cactáceas. México, DF 1997; 97-99.
- Villaseñor UFR. La grana cochinilla: Tesoro de Nueva España. En: Portillo L, Viguera AL (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento de la Grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México 2010; 3-9.
- Wright N. A thousand years of cochineal. A lost but traditional Mexican industry on its way back. Amer Dyes Rep 1963; 52(17): 53-62.

# **CACTUS COMO FUENTE DE SUSTANCIAS PROMOTORAS DE LA SALUD**

Mónica A. Nazareno

*Laboratorio de Antioxidantes y Procesos Oxidativos. CITSE  
(CONICET). Facultad de Agronomía y Agroindustrias.  
Universidad Nacional de Santiago del Estero  
RN 9, Km 1125. Villa El Zanjón. CP 4206 - Santiago del Estero.  
Argentina  
nazareno@unse.edu.ar; manazar2004@yahoo.com*

## **ABSTRACT**

*Cacti are very significant natural resources in arid and semiarid regions. They can be considered as multipurpose plants because not only provide fodder for livestock and human food but also they are good sources of medicines. These plants can be exploited in an integral manner since their fruits, stems or cladodes, seeds and flowers can be used as a source of bioactive compounds. The different parts of the plant have been traditionally used for medicinal purposes in several countries, particularly in Latin America. Traditional and popular uses of cactus products for curative and therapeutic purposes are diverse. These properties, recognized by the ancient pre-Columbian civilizations, have gained great interest among the scientific community in recent years. Numerous investigations have revealed that cactus products are constituted by phytochemicals that can be considered natural medicines and to increase the added value of cactus products. Fiber, hydrocolloids, pigments, minerals and vitamins are some of the components found in cactus cladodes and fruits. Also, flowers and seeds have also bioactive constituents of nutraceutical interest. Despite significant progress has been made worldwide to scientifically demonstrate the functional and medicinal properties of cactus, it is still necessary to promote them and to encourage applications in pharmaceutical and cosmetic industries. It is also important to gain competitiveness in consumer preferences and market positioning against other traditional foods recognized as healthy. This crop is a very promising factor to promote local development through projects devoted to increase the added value of natural products, using them as functional foods, nutraceuticals and cosmetics.*

## **INTRODUCCION**

Las cactáceas pueden ser consideradas plantas multipropósito ya que, no sólo proporcionan forraje para el ganado y alimento para el hombre sino que

también, son fuentes de medicinas. Estas especies vegetales han desarrollado una adaptación fenológica, fisiológica y estructural favorable para su crecimiento en zonas áridas y semiáridas donde el agua es el principal factor limitante para la mayoría de las plantas.

Si bien es originario del continente americano, se encuentra actualmente distribuido en todo el mundo. Efectivamente, las distintas partes de la planta han sido destinadas tradicionalmente a fines medicinales en varios países y en particular en Latinoamérica. Los usos tradicionales y populares de productos de cactus con fines curativos y propósitos terapéuticos son muy diversos. Estas propiedades, reconocidas por las antiguas civilizaciones precolombinas, han ganado gran interés entre la comunidad científica en los últimos años. Numerosas investigaciones han revelado que las cactáceas poseen un alto contenido de diversos compuestos químicos que pueden ser considerados fitoterápicos naturales y que le otorgan un valor agregado a los productos de cactus. Estas plantas pueden ser aprovechadas en forma integral dado que las frutas, los cladodios, las semillas y las flores pueden ser utilizados como fuente de fitoquímicos activos. Fibras, hidrocoloides, pigmentos, minerales y vitaminas son algunos de los componentes encontrados en cladodios y frutas de cactus. Asimismo, flores y semillas también poseen sustancias bioactivas de interés nutracéutico.

## CLADODIOS

Numerosos factores afectan la composición de los cladodios (Stintzing y Carle, 2005), entre ellos se deben considerar las condiciones edáficas, edad de la planta, época del año. Los principales componentes de los cladodios son biopolímeros conteniendo carbohidratos que consisten en una mezcla de mucílagos y pectinas (Karawya et al., 1980). Dicha fracción de polisacáridos tiene la capacidad de retener agua. En general, los cladodios son ricos en fibra (18% b.s.) y también en minerales. El contenido de cenizas puede variar entre 19 a 23 % b.s., mientras que el contenido de proteínas entre 4 y 10 % b.s. El contenido lipídico es bajo.

Tradicionalmente, los cladodios han contribuido considerablemente a la dieta humana en varios países, especialmente en los latinoamericanos, y siguen siendo usados aún como agentes terapéuticos en la medicina popular. Varias especies de cactáceas y en particular *Opuntia fuliginosa* y *Opuntia streptacantha*, han sido usadas para el tratamiento de gastritis, fatiga y daño hepático así como también para mejorar la digestión e incrementar los procesos de detoxificación general. También se ha informado acerca de efectos positivos de los cladodios en hiperglicemia, acidosis y arteriosclerosis. Los cladodios de *Opuntia ficus-indica*

son usados en la medicina popular tradicional de muchos países por su actividad cicatrizante. En la medicina popular en Sicilia, Italia, los cladodios de *Opuntia ficus-indica* eran usados para el tratamiento de la úlcera gástrica. Investigadores científicos de Italia estudiaron el efecto de cladodios liofilizados en experimentos sobre úlceras inducidas por suministro de etanol en ratas. Se confirmó la acción protectora y este efecto fue atribuido a la presencia del mucílago (Galati et al., 2002).

También hay estudios científicos publicados que informan que el consumo de nopalitos o cladodios jóvenes tiernos reducen la obesidad y la glicemia en sangre. Se ha informado que después de 30 días de administración diaria de 1g/kg de cladodios liofilizados de *Opuntia ficus-indica* en ratas, se redujeron marcadamente sus niveles de colesterol, LDL y triglicéridos. Se han realizado ensayos con extractos de cladodio de *Opuntia streptacantha* Lem. y se ha informado que ejercen acción antiviral frente a ADN virus como herpes y ARN virus como VIH-1 e influenza tipo A (gripe A). El principio activo fue localizado en el tejido externo no cuticular. El extracto obtenido del parénquima actuó tanto en forma preventiva como post-infecciosa. Se demostró que la administración de extractos de tallos de *Opuntia streptacantha* a ratones, caballos y humanos inhibió la replicación intracelular de varios ADN y ARN virus (Ahmad et al., 1996).

## Frutos

Muchas especies de cactus producen frutos comestibles. Los frutos de *Opuntia*, conocidos como tunas, son bayas de forma ovalada, con un peso promedio de 100-250 g de pulpa jugosa que contiene numerosas semillas pequeñas y duras (100-400 por fruto). Las tunas, además de ser ricas en nutrientes como azúcares, vitaminas y aminoácidos, poseen compuestos antioxidantes como polifenoles y betalaínas (Moßhammer et al., 2006, Kuti, 2004). Las betalaínas son pigmentos nitrogenados que le otorgan a estos frutos una gran variedad de colores además de propiedades funcionales. La evolución de los pigmentos durante la maduración de los frutos en la planta fue informada por Coria Cayupan et al, 2010. Los frutos de cactáceas presentan valores superiores de actividad antioxidante que muchas frutas tradicionales, atribuida a la presencia de vitamina C, carotenoides, flavonoides, y betalaínas.

En general, el aumento en el consumo de frutas y verduras está asociado con la prevención de varias enfermedades humanas. El daño oxidativo es un factor importante de riesgo para varias enfermedades incluyendo cáncer y enfermedades cardíacas. Se ha demostrado científicamente que el consumo regular de tunas

produce efectos benéficos en la salud. La suplementación de la dieta con estas frutas disminuye el estrés oxidativo en humanos saludables (Tesoriere et al., 2005, Budinsky et al., 2001) afectando positivamente el equilibrio redox y disminuyendo el daño oxidativo de los lípidos.

Estudios recientes sugieren que los extractos de frutas de cactus inhiben la proliferación *in vitro* de líneas celulares cancerosas de cuello uterino, ovario y vejiga, también suprimen el crecimiento en modelos *in vivo* de tumores ováricos en ratones. Las investigaciones confirmaron que los extractos de frutas de cactus inhibieron el crecimiento de diferentes células cancerígenas tanto en ensayos *in vitro* como *in vivo*. Se ha sugerido que las propiedades anticancerígenas se deben en parte al efecto antioxidante (Zou et al., 2005). Entre los constituyentes bioactivos de los extractos de cactus se encuentra el flavonoide quercetina que podría ser uno de los compuestos responsables de la actividad anticarcinogénica y de los efectos de inducción de la apoptosis.

Tanto el jugo como el polvo de frutas o cladodios de *O. ficus-indica* var. Saboten han demostrado acción preventiva frente a lesiones estomacales en ratas por incremento de la producción de mucosa y la restauración de la arquitectura normal de la mucosa. El efecto protector fue asignado a la acción amortiguadora de pH de los hidrocoloides constituyentes de los cladodios distribuidos sobre la mucosa gástrica y al incremento en la producción de mucosa por aumento en el número de células secretorias. La acción hipoglucemiante en sangre de los productos de cactus se ha documentado en varios estudios. La evidencia experimental así mismo sugiere que los cladodios reducen los niveles de colesterol en humanos y modifican la composición de lipoproteínas. Numerosos estudios informan acerca de las acciones analgésicas y antiinflamatorias del género *Opuntia* usando tanto extractos de las frutas como de cladodios, así como los fitosteroles extraídos de fruta y tallo. Se identificó a  $\beta$ -sitosterol como el principio activo antiinflamatorio de los extractos de tallos. También se logró la reducción de lesiones gástricas en ratas por el uso de polvo extraídos de tallo y fruta. Algunas investigaciones sugieren que los extractos de cactus poseen acción anti-inflamatoria ejerciendo también un efecto protector frente a lesiones gástricas inducidas por ácido acético.

## **Semillas**

La tuna contiene muchas semillas de cubierta dura que representan el 10-15% del peso de la pulpa. Después del procesamiento de las tunas para la preparación de jugos y mermelada, se descartan normalmente grandes cantidades de semillas. Los frutos contienen un gran número de semillas, aunque su contenido de aceite es relativamente bajo. De hecho, el aceite de constituye el 7-15% del peso

de la semilla entera. Además de ser ricas en lípidos y tocoferoles, las semillas contienen polifenoles y fitosteroles. Además de los lípidos, las semillas acumulan proantocianidinas (Nieto, 1987). El componente principal de la cubierta de la semilla o endospermo es el D-xilano (Habibi et al., 2002). El contenido de ácido palmítico varía entre 11,4 y 15,9%, considerablemente menor que la de aceite de algodón, mientras que el contenido de ácido linoleico varió entre 61,4 y 68,9%. El ácido  $\alpha$ -linolénico de todas las especies fue de menos de 1%. El contenido en ácido oleico oscilaba entre 12,4 y 16,5%. Los ácidos grasos insaturados constituyen cerca del 80% de todos los ácidos grasos (Ennouri et al., 2005). Por lo tanto, aunque el contenido de aceite de la semilla es relativamente baja, la composición de ácidos grasos indica que tiene potencial como aceite para el mercado de productos de la salud (Labuschagne y Hugo, 2010). Las semillas se muelen o prensan para producir aceite. Este aceite tiene numerosos usos en el mercado de productos cosméticos y se vende a un precio muy alto.

## Flores

Las flores acumulan flavonoides, compuestos fenólicos antioxidantes y también betalaínas (Piatelli y Imperato, 1969; Clark et al, 1980;. Ahmed et al, 2005).

La composición química de flores de *Opuntia ficus-indica* y *Opuntia stricta* en distintas etapa de floración han sido estudiados por Ammar et al. (2012). Se han determinado las actividades antioxidante, antibacteriana y antifúngica de los extractos de flores. El contenido fenólico varía notablemente con la etapa de floración, los niveles máximos de estos principios activos se detectaron durante la etapa posterior floración. De Leo et al. (2010) han informado el perfil químico del extracto de flores de *O. ficus-indica*. La composición de la fracción volátil de tres especies de *Opuntia* (*Opuntia lindheimeri*, macrohiza *Opuntia* *Opuntia* y *microdaisys*) obtenido de la destilación acuosa también han sido informados por Bergaoui et al. (2007)

Por su parte, en la medicina folklórica en Italia las flores se usan, para lograr un efecto diurético. Las infusiones que se preparan de los pétalos se aplican también para tratar problemas intestinales. También son reconocidas en algunos países las propiedades de las infusiones de flores secas para tratar problemas prostáticos y para prevenir el cáncer de próstata.

## Usos Cosméticos

Es interesante destacar que el uso de productos de cactus como cosméticos está aún más desarrollado que sus aplicaciones medicinales. Champú, geles de baño

y otros productos cosméticos son manufacturados y comercializados en varios países de América, Africa y Europa. Productos conteniendo el aceite de semillas de frutos de tuna son promocionados para la prevención del envejecimiento de la piel siendo su valor en el mercado superior al del aceite de almendras. Por otra parte, el pigmento rojo carmín, producido por la cochinilla, un insecto que crece sobre los cladodios de los cactus ha sido reconocido por la OMS como hipoalergénico y está ampliamente usado en agroindustrias para la elaboración de lápices labiales y rubor. Este pigmento extraído de cochinilla tiene como principal componente al ácido carmínico y tiene propiedades antioxidantes por lo que contribuiría a la preservación del productos que lo contienen frente al deterioro oxidativo

*Tabla 1. Constituyentes bioactivos en las diferentes partes de la planta de cactus*

Parte de la Planta	Componentes Bioactivos	Principal compuesto identificado	Referencia
Frutas	Betalainas	Betaxantinas (Indicaxantina) Betacianinas (Betanina, Isobetanina)	Castellanos-Santiago y Yahia, 2008
	Polifenoles	Ácido Ferúlico, glicósidos de isoramnetina	Galati et al., 2003
	Vitamina C	Ácido ascórbico	Galati et al., 2003
	Fibra		Diaz Medina et al., 2007
	Mucílago		Matsuhira et al., 2006
	Minerales	K, Ca, Mg	Diaz Medina et al., 2007
	Tocoferoles	$\delta$ -Tocoferol	Ramadan y Mörsel, 2003a
	Fitosteroles	$\beta$ -sitosterol	Ramadan y Mörsel, 2003a
Piel de la Fruta	Polisacáridos	Derivados ricos en Arabinano	Habibi et al., 2004a, Habibi et al., 2004b, Habibi et al., 2005a
	Lípidos	Lípidos Insaturados	Ramadan y Mörsel, 2003b

Cladodios o paletas	Mucílago y Pectinas	Polisacáridos	Trachtenberg y Mayer, 1981, Karawya et al., 1980 Sepúlveda et al., 2007, Madjdoub et al., 2001
	Fibra Dietaria	Fibra Dietaria Insoluble	Ayadi et al., 2009
	Clorofilas	Clorofila a	Ayadi et al., 2009
	Minerales	K, Ca, Mg	Ayadi et al., 2009
	Flavonoides	Kaempferol, Glicósidos de isoramnetina	Valente et al., 2010
	Compuestos Fenólicos	Ácidos gálico, cumárico, 3,4-dihidroxibenzoico, 4-hidroxibenzoico, ferúlico, y salicílico, isoquercetina, isoramnetina-3-O-glucósido, nicotiflorina, narcisina y rutina	Guevara-Figueroa et al., 2010
Semillas	Lípidos	Lípidos Poliinsaturados (Ácido Linoleico) y Monoinsaturados (Ácido oleico)	Ennouri et al., 2005; Labuschagne y Hugo, 2010
	Fitosteroles	$\beta$ -sitosterol	Ramadan y Mörsel, 2003a
	Tocoferoles	$\gamma$ -Tocoferol	Ramadan y Mörsel, 2003a
	Polisacáridos	Derivados ricos en Arabinano	Habibi et al., 2005b
Flores	Flavonoides	Quercetina, glicósidos de isoramnetina y kaempferol	Clark et al., 1980, Ahmed et al. 2005, De Leo et al., 2010
	Betalainas	betanina, filocactina	Piatelli y Imperato, 1969
Raíces	Flavonoides		Alimi et al, 2010

## **Alimentos Funcionales y Nutraceuticos**

En los últimos años ha surgido una tendencia global hacia el uso de sustancias bioactivas presentes en frutas, hortalizas, aceites y hierbas en forma de nutraceuticos y alimentos funcionales. Las preferencias de los consumidores tienen actualmente una marcada tendencia hacia los alimentos naturales y más específicamente a productos reducidos en su contenido calórico, grasas y colesterol, aunque ricos en fibras, minerales, vitaminas y antioxidantes y carentes de colorantes sintéticos.

Los antioxidantes naturales pueden ser usados en la industria alimentaria y, además, existen evidencias de que estas sustancias pueden ejercer efectos benéficos en el organismo humano. Esta demanda condujo al concepto de alimentos funcionales, es decir, aquellos que no sólo son fuente de nutrientes sino también productos benéficos para la salud. Las propiedades de las especies de cactáceas se corresponden con este concepto. En forma paralela a la creciente demanda de nutracéuticos, se ha incrementado el esfuerzo para desarrollar productos naturales para la prevención y el tratamiento de enfermedades. Numerosos productos de alto valor agregado tales como alimentos saludables pueden ser elaborados a partir de la planta de cactus tales como jugos, mermeladas, dulces, caramelos, licores y jarabes. Una gran variedad de alimentos funcionales, nutracéuticos y cosméticos elaborados con materias primas relacionadas a las cactáceas están actualmente disponibles en el mercado global. El gran número de nutrientes potencialmente activos y sus propiedades multifuncionales hacen de los frutos y cladodios de los cactus, perfectos candidatos para la elaboración de alimentos saludables y de suplementos dietarios. Algunos constituyentes pueden ser extraídos y usados industrialmente como aditivos en la preparación de alimentos o en los sectores cosméticos y farmacéuticos. La pectinas presentes en la frutas pueden ser usadas como aditivos alimentarios o cosmético como agente gelificante y más aun considerando su bajo nivel calórico. Los mucílagos, polisacáridos complejos, poseen una alta capacidad para retener agua y por lo tanto pueden servir como agentes espesantes o emulsificantes para formar coloides viscosos o gelatinosos. También se ha demostrado el uso de los pigmentos extraídos de las cactáceas, las betalainas, como colorantes alimentarios de origen natural que puede reemplazar a los sintéticos, de cuestionada inocuidad. Por su parte, las fibras poseen reconocidas propiedades saludables tales como control de obesidad, diabetes y colesterol. Las fibras solubles que incluyen mucílagos, gomas, pectinas y hemicelulosas, ha sido asociadas a la reducción del nivel de glucosa y colesterol en sangre y regularizar el tránsito intestinal.

Es por lo antes mencionado que las cactáceas pueden considerarse cultivos multipropósito ya que ofrecen la posibilidad de aprovechar y beneficiarse en forma integral de las distintas partes de planta. En efecto, esta planta es capaz de proveer no solo alimento fresco sino también productos elaborados manteniendo sus propiedades funcionales y medicinales. Las cactáceas representan una fuente promisoría de materias primas necesarias para las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

## Conclusiones

A pesar de los importantes avances que se han realizado en todo el mundo para demostrar científicamente las propiedades funcionales y medicinales de las cactáceas, sigue siendo necesario promover su divulgación y realizar esfuerzos tendientes a la transferencia tecnológica para estas sean aprovechadas y explotadas más eficientemente a nivel de las industrias farmacéuticas y cosméticas. También resulta importante ganar competitividad y posicionamiento en el mercado frente a otros alimentos tradicionales reconocidos como saludable y aceptados en las preferencias de los consumidores. Las cactáceas son recursos naturales muy significativos en regiones áridas y semiáridas donde la población se encuentra instalada en una economía de subsistencia. Por este motivo, este cultivo es un factor muy promisorio para promover el desarrollo local mediante emprendimientos destinados a incrementar el valor agregado de los productos de cactus en forma de alimentos funcionales, nutraceuticos y cosméticos.

## Referencias

- Ahmad, A., Davies, J., Randall, S. and Skinner, G.R.B. 1996. Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral Research*, 30, 75-85.
- Ahmed, M. S., El Tanbouly, N. D., Islam, W. T., Sleem, A. A., El Senousy, A. S. Antiinflammatory flavonoids from *Opuntia dillenii* (Ker-Gawl) Haw. Flowers growing in Egypt. *Phytotherapy Research* 2005, 19, 807-809.
- Alimi, H., Hfaiedha, N., Bouonia, Z., Hfaiedha, M., Saklyb, M., Zourgui, L., Rhouma, K. B. Antioxidant and antiulcerogenic activities of *Opuntia ficus indica* f. *inermis* root extract in rats. *Phytomedicine* 2010, 17, 1120-1126.
- Ayadi, M. A., Abdelmaksoud, W., Ennouri, M., Attia, H. Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber: Effect on dough characteristics and cake making. *Industrial Crops and Products* 2009, 30, 40-47.
- Castellanos-Santiago, E.; Yahia, E.M. Identification and Quantification of Betalains from the Fruits of 10 Mexican Prickly Pear Cultivars by High-Performance Liquid Chromatography and Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 5758-5764.
- Clark, W.D., Brown, G.K., Mays, R.L. Flower flavonoids of *Opuntia* subgenus *Cylindropuntia*. *Phytochem.* 1980, 19 (9), 2042-2043.
- Coria-Cayupán, Y.S., Ochoa, M.J. and Nazareno, M. A. Health-Promoting Substances and Antioxidant Properties of *Opuntia* sp. Fruits. Changes in bioactive-compound contents during ripening process. *Food Chem.* 2011, 126, 514-519.
- De Leo, M., Bruzual De Abreu, M., Pawlowska, A. M., Cioni, P.L., Braca, A. Profiling the chemical content of *Opuntia ficus-indica* flowers by HPLC-PDA-ESI-MS and GC/EIMS analyses. *Phytochemistry Letters* 2010, 3, 48-52.

- Díaz Medina, E.M., Rodríguez Rodríguez E.M., Díaz Romero, C. Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. *Food Chem.* 2007, 103, 38–45.
- Ennouri, M., Bourret, E. Mondolot, L. and Attia, H. Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. *Food Chem.* 2005, 93, 431–437.
- Galati, E.M., Mondello, M.R. Lauriano, E.R. Taviano, M.F. Galluzzo, M. and Miceli, N. 2005. *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit Juice Protects Liver from Carbon Tetrachloride induced Injury. *Phytotherapy Research*, 19, p. 796–800. Guevara-Figueroa, T., Jiménez-Islas, H., Reyes-Escogido, M., Mortensen, A., Laursen, B. B., Lin, L.W.; De León-Rodríguez, A., Fomsgaard, I. S., Barba de la Rosa, A. P. Proximate composition, phenolic acids, and flavonoids characterization of commercial and wild nopal (*Opuntia spp.*). *J. Food Compos. Anal.* 2010, 23, 525–532.
- Galati, E.M., Pergolizzi, S., Miceli, N., Monforte, M.T. and Tripodo M.M. Study on the increment of the production of gastric mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. *Cladodes. J. Ethnopharmacol.* 2002, 83, 229–233.
- Galati, E.M.; Mondello, M.R., Giuffrida, D.; Dugo, G.; Miceli, N.; Pergolizzi, S., Taviano, M.F. Chemical Characterization and Biological Effects of Sicilian *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Fruit juice: antioxidant and antiulcerogenic Activity. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 4903–4908.
- Habibi, Y., Heyraud, A., Mahrouz, M., Vignon, M.R. Structural features of pectic polysaccharides from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Research* 2004a, 339, 1119–1127.
- Habibi, Y., Mahrouz, M., Marais M.F., Vignon, M.R. An arabinogalactan from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Research* 2004b, 339, 1201–1205.
- Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M.R. Arabinan-rich polysaccharides isolated and characterized from the endosperm of the seed of *Opuntia ficus indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Research* 2005b, 60, 319–329.
- Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M.R. Isolation and structural characterization of protopectin from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Polymers* 2005a, 60, 205–213.
- Karawya, M.S., Wassel, G.M., Baghdadi, H.H., Ammar, N.M., Mucilages and pectins of *Opuntia*, *Tamarindus* and *Cydonia*. *Planta Medica (Suppl.)*, 1980, 68–75.
- Kuti J.O. Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chem.* 2004, 85, 527–533.
- Labuschagne, M.T., Hugo, A., Oil Content and Fatty Acid Composition of Cactus Pear Seed Compared with Cotton and Grape Seed. *J. Food Biochem.* 2010, 34, 93–100.
- Madjdoub, H., Roudesli, S., Picton, L., Le Cerf, D., Muller, G., Grisel, M. Prickly pear nopals pectin from *Opuntia ficus indica*. Physicochemical study in dilute and semidilute solutions. *Carbohydrate Polymers* 2001, 46, 69–79.
- Matsuhira, B., Lillo, L.E., Sáenz, C., Urzúa., Zárate, O. Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus indica*. *Carbohydrate Polymers* 2006, 63, 263–267.

- Moßhammer, M.R., Stintzing, F.C. and Carle, R. Cactus pear fruits (*Opuntia* spp.): a review on processing technologies and current uses. *J. Profess. Assoc. Cactus Develop.* 2006, 8, 1-25.
- Piattelli, M., Imperato, F. Betacyanins of the family Cactaceae. *Phytochem.* 1969, 9, 8, 1503-1507.
- Ramadan, M.F., Mörsel, J.T. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Food Chem.* 2003, 83, 339–345.
- Ramadan, M.F., Mörsel, J.T. Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chem.* 2003, 83, 447–456.
- Sepúlveda, E., Saenz, C., Aliaga E., Aceituno C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *Journal of Arid Environments* 2007, 68, 534-545.
- Stintzing, F.C. y Carle, R., Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol. Nutr. Food Res.* 2005, 49, 175-194.
- Tesoriere, L., Butera, D.L., Allegra, M., Fazzari, M. and Livrea, M.A. Distribution of betalain pigments in red blood cells after consumption of cactus pear fruits and increased resistance of the cells to ex vivo induced oxidative hemolysis in humans. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 1266–1270.
- Trachtenberg, S., Mayer, A.M., Composition and properties of *Opuntia ficus-indica* mucilage. *Phytochem.* 1981, 20, 2665-2668.
- Valente, L.M.M., da Paixão, D., do Nascimento, A.C., dos Santos, P.F.P., Scheinvar, L.A., Moura, M.R.L., Tinoco, L.W., Gomes, L.N.F., da Silva J.F.M. Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). *Food Chem.* 2010, 123, 1127-1131.
- Zou, D.M., Brewer, M., Garcia, F., Feugang, J.M., Wang, J., Zang, R., Liu H., and Zou C.P. Cactus Pear - a Natural Product in Cancer Chemoprevention. *Nutrition Journal* 2005, 4, 25-29.



# **NOPALITOS: ALIMENTO ALTERNATIVO PARA EL NORTE DE ARGENTINA**

Lelia Lozano

*Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales.  
Av. Bolivia 5150- 4400 Salta-Argentina. llozano@unsa.edu.ar*

## **ABSTRACT: NOPALITOS: ALTERNATIVE FOOD FOR THE NORTH OF ARGENTINE.**

*The prickly pear is one of the most established food traditions of Mexico. This plant has been an essential part of the diet of the Mexican population for hundreds of years, having different uses that go from painting up to medicine. To livestock it works as border and fodder. The industry uses its attributes for paint and to cure. Its major usefulness is culinary aspects as a healthy vegetable. This cactus offers very excellent qualities for the producers. One of them is its adaptability to diverse climates, besides being recognized as a plant to improve the environment on demanding important quantities of CO<sub>2</sub> and liberating oxygen. The nopalitos (young tender cladodes) preferred in the kitchen are spineless, do not have acidic flavor and segregate little mucilage. Nopalitos contribute to the human body minerals as iron, which forms a part of the blood; calcium, necessary for the formation of bones and teeth; in minor quantity: aluminum, magnesium, sulfates and phosphates. As for vitamins and amino acids, it provides: Retinol (A), Thiamine (B1), Niacin (B2) and Ascorbic acid (C); Lysine, Isoleucine, Threonine, Valine, Leucine, Tryptophan and Methionine (amino acids). For its abundant fiber, of soluble type, it contributes to the better functioning of the intestines and helps the digestion in the human body. In addition, it acts like absorbent of fat, biliary substances, cholesterol and glucose, showing functional properties. For the above mentioned characteristics, we propose the culture of prickly pear cactus as a vegetable in arid and semiarid zones of the Salta Province.*

*Key words: culture, consumption, young buds, nutrition, prevention, drought.*

## **INTRODUCCIÓN**

El Nopal o planta de tuna es una cactácea, endémica de América. Existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuáles se encuentran en México, quién cuenta con una superficie aproximada de 10.000 ha de plantaciones especializadas en Nopal para consumo humano. El nopal puede ser un cultivo alternativo para zonas con

problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos, o en lugares donde hay deficiencia de agua para los cultivos tradicionales, siendo este el caso de diversos Estados de la Republica Mexicana.

Los «nopales» pertenecen al género llamado *Opuntia*. Estas plantas fueron utilizadas desde épocas prehispánicas, existiendo evidencias del nopal utilizado en México que datan de hace 7.000 años en semillas, cáscaras de tuna y fibras de pencas de nopal fosilizadas, encontradas en excavaciones realizadas en Tehuacan, Puebla (Ramos Ríos y Quintana, 2004).

El cultivo de Tuna en Argentina, es un cultivo tradicional que se realiza en zonas de secano del Noroeste Argentino. Forma parte de la economía de subsistencia de familias de la región, junto con la cría de cabras y la producción de otros cultivos. Se estima que hay 10.000 hectáreas de tunales extensivos destinados principalmente a la producción de forraje, cuya fruta como producto secundario, se destina a la elaboración de arrope. Según Álvarez Parma y Gallo (2011), la producción de fruta fresca se destina especialmente a los mercados locales y al Mercado Central de Buenos Aires.

Según Ochoa (1997a), en Argentina el cultivo de la tuna está extendido principalmente en la región del NOA, tradicionalmente en pequeñas plantaciones. El cultivo tecnificado ha aumentado en los últimos años y actualmente existen cerca de 2.000 hectáreas (Ochoa, 2003 b). Esta área se suma a las 200.000 has de tuna silvestre explotada en localidades rurales (Ochoa y Uhart, 2004 c), donde se obtienen rendimientos, entre 8 y 12 toneladas de tunas por hectárea en zonas de secano. El 39 % de las plantaciones nacionales están en Tucumán, 22 % en Catamarca, 14 % en Santiago del Estero, 12 % en La Rioja, 10 % en Salta, 2 % en Córdoba y 1 % en Mendoza.

El uso hortícola de la planta de tuna, una de las innumerables aplicaciones de esta especie desde épocas prehispánicas, consiste en el consumo humano de los jóvenes brotes (cladodios) frescos o industrializados. La ingesta de los “nopalitos” está circunscripta a México y a países donde la inmigración mexicana es importante como Estados Unidos. (Flores Hernández et al, 2008). Numerosos estudios revelan la rica composición química del cladodio que ligadas a sus atributos medicinales, justifican su consumo (Rodríguez Félix y Cantwell, 1988; Landero Esquivel y Cruz Sáenz, 2006.; Sáenz et al., 2006; Guzmán Loayza y Cháves, 2007) (Tabla N° 1)

*Tabla N° 1 Composición química proximal de cladodios de nopal amarillo. Expresado en base húmeda. (Fuente: Guzmán Loayza y Cháves, 2007)*

Componente	Cladodio	
	De 1 mes de edad (aprox.)	De 1 año de edad (aprox.)
Humedad %	92,57	94,33
Proteína (x 6,25) %	0,94	0,48
Grasa %	0,17	0,11
Fibra %	0,30	1,06
Cenizas %	0,08	1,60
Carbohidratos %	5,96	2,43
Vitamina C (mg/100g*)	37,27	23,11
Ca %	0,042	0,339
Na %	0,0018	0,0183
K %	0,00098	0,145
Fe %	0,0792	0,322

\* Los resultados se dan en mg de ácido ascórbico / 100g de penca fresca

Guzmán Loayza y Cháves (2007) aconsejan el consumo de cladodios de un mes de edad por su riqueza en agua, vitamina C, carbohidratos, proteínas, Ca y fibra.

Falasca et al (2011), afirman que el cultivo de la tuna en Argentina, deberá relegarse a áreas marginales por heladas y por humedad, donde resulta costoso implantar cultivos tradicionales entre las cuales se citan a las provincias del NOA. Los mismos autores sostienen que la escasez de humedad podría modificarse mediante la implementación de riego cada 15 días. Luna Vázquez (2001), recomienda el uso de micro túneles para morigerar el efecto de las bajas temperaturas y producir nopalitos en invierno.

Por los antecedentes mencionados, o sea, por la existencia de áreas marginales por humedad y por heladas en Salta (Falasca et al , 2011) donde se pueden implantar cultivos de plantas de tuna para la producción de jóvenes cladodios, por la existencia de esta cactácea y por el valor nutritivo y nutracéutico de los nopalitos (Rodríguez Félix y Cantwell, 1988; Landero Esquivel y Cruz Sáenz, 2006.; Sáenz et al., 2006; Guzmán Loayza y Cháves, 2007), es que en se comenzó a trabajar en su producción y a evaluar su aceptación como ingrediente de distintas preparaciones culinarias en el valle de Lerma.

## PROYECTOS DE EXTENSIÓN

Proyectos de Extensión con participación de estudiantes realizados por la Cátedra de Horticultura de la Escuela de Agronomía, Facultad de Cs. Naturales de la Universidad Nacional de Salta.

«Introducción del Nopal Verdura como hortaliza alternativa en huertas familiares del Valle de Lerma». Resol. C. E: N° 001/06.

«Difusión de la producción y el consumo del nopalito (*Opuntia* spp) en huertas del Valle de Lerma”. Resol. R- N. 0657-07.

“Promoción del consumo de las hortalizas con énfasis en el nopalito (*Opuntia* spp) en grupos de edad escolar” Resol. R-N- 0282-08.

«Capacitación sobre elaboración de conservas de hortalizas, incluido el nopalito» Resolución R-N° 0477-09

«La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) y el nopalito (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) nuevas hortalizas con propiedades funcionales en las huertas y comedores salteños) Res. R- N° 0935-10

De los proyectos antes mencionados surgieron:

Las cartillas «Introducción del Nopal Verdura como hortaliza alternativa en huertas familiares del Valle de Lerma» (Lozano et al 2007 a) y «La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) y el nopalito (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) nuevas hortalizas con propiedades funcionales en las huertas y comedores salteños (Lozano et al 2010 d)

El trabajo «Difusión de la producción y el consumo del nopalito (*Opuntia* spp) en huertas del Valle de Lerma” (Lozano et al, 2008b), se presentó en las XIV Jornadas Nacionales de Extensión Rural y VI del Mercosur realizadas en Tucumán entre al 8 y el 10 de Octubre de 2008.

Presentación en el “Tercer Congreso Andino de Gastronomía” Alimentos Autóctonos de América celebrado en Salta el 9 y 10 de noviembre de 2009 con la Disertación “Introducción del Nopalito Como Hortaliza Alternativa en la Cocina Salteña” (Lozano, 2009 c)

Presentación en “II Jornadas Interdisciplinarias de Estudios y Prácticas Andinas” celebradas en la ciudad de Salta Aprobado por Resolución: R-CDNAT-2011-396 los días 25, 26 y 27 de Octubre de 2011 con la disertación “Introducción del Nopalito Como Hortaliza Alternativa en la Cocina Salteña” (Lozano, 2011f)

Los resultados de las pruebas de degustación realizadas en los colegios beneficiarios de los proyectos de extensión y en la Universidad Nacional de Salta pueden observarse los Gráficos N° 1, 2 y 3 y nos permiten concluir que hay una buena

aceptabilidad de las preparaciones realizadas con nopalitos, aclarando que las mismas fueron elaboradas por cocineros no profesionales.



Gráfico No 1: Porcentaje de aceptabilidad de nopalitos en almíbar (Fuente: Lozano et al 2008b)

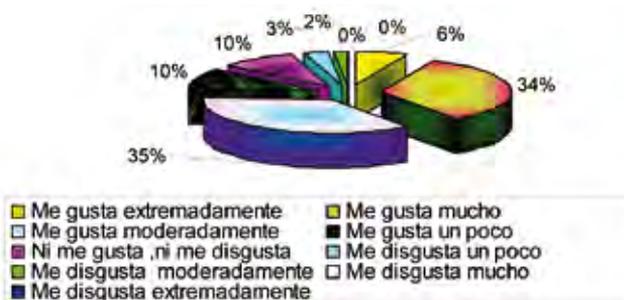


Gráfico No 2: Porcentaje de aceptabilidad de ensalada de nopalitos (Fuente: Lozano et al 2008b)



Gráfico No 3: Porcentaje de aceptabilidad de nopalitos en escabeche (Fuente: Lozano et al 2008b)

## TESIS DE GRADO EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Alumnos de la Carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta, realizaron sus tesis de grado trabajando con nopalitos con mi dirección:

Carina Alarcón. «Efecto de la fertilización con estiércol de oveja en la producción de nopalitos (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) jóvenes brotes de la planta de tuna en el valle de Lerma, provincia de Salta

Fabrizio Soldini. «Efecto de la fertilización con estiércol bovino en la producción de jóvenes brotes (nopalitos) de la planta de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) en el valle de Lerma, provincia de Salta

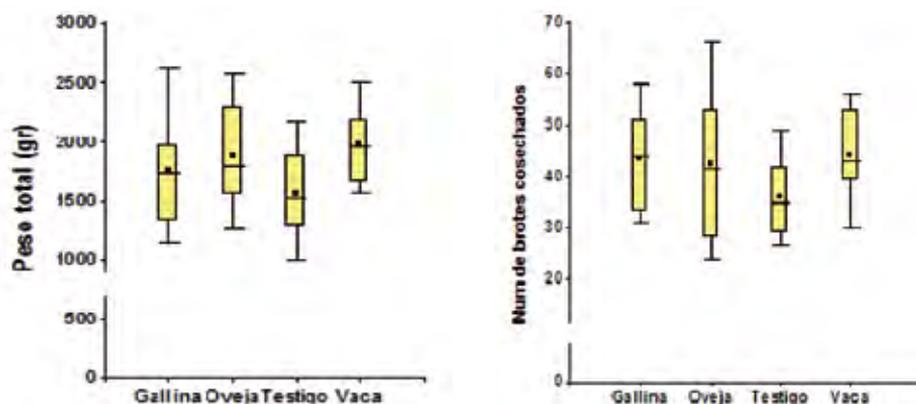
Ramiro Juan Flores «Comparación del rendimiento de nopalitos (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) en parcelas fertilizadas con estiércol de gallinas, vacas y cabras en el valle de Lerma, Provincia de Salta».

Ramiro Rocha «Producción de jóvenes brotes (nopalitos) de tuna (*Opuntia ficus-indica*) utilizando fracciones mínimas».

Los resultados de estos trabajos de fertilización pueden resumirse indicando la importancia de la aplicación de estiércoles en la producción de nopalitos en el valle de Lerma como puede observarse en los Gráficos N° 4 y 5.

## TESIS DE GRADO EN LA CARRERA DE NUTRICIÓN

Los nopalitos cosechados de los ensayos, fueron utilizados por alumnas de nutrición, quienes realizaron sus tesis de grado, dirigidas por docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta y cuyos resultados pueden observarse en el Gráfico N° 6. El alto porcentaje de aceptabilidad de los postres dietéticos indica que es factible la incorporación del nopalito en la elaboración de postres dietéticos hipocalóricos. (Ruiz y Vale, 2011)



Gráficos N° 4 y 5. Peso total y número total de brotes (nopalitos) cosechados/parcela en respuesta al estiércol utilizado como abono en una parcela experimental del Valle de Lerma, provincia de Salta, Argentina. (Fuente: Lozano et al, 2010 e)

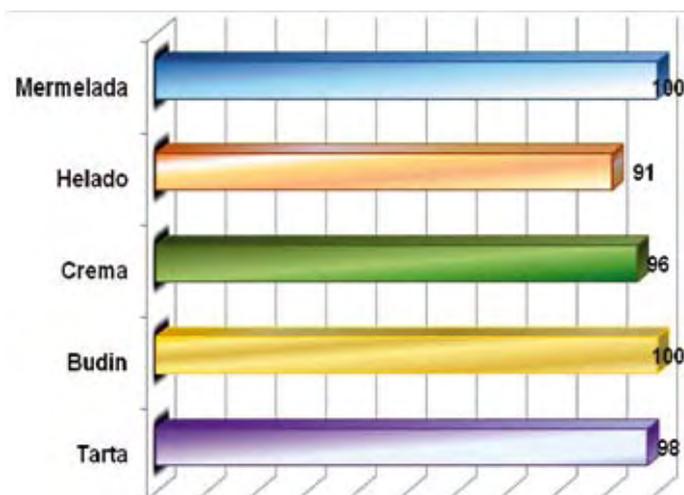


Gráfico N° 6: Porcentajes de aceptabilidad de postres dietéticos elaborados con nopalitos (Fuente: Ruiz y Vale, 2011)

Castillo y Estrada, (2011) concluyen que es factible elaborar harina de nopal y utilizarla como ingrediente no tradicional fuente potencial de fibra alimentaria y calcio en la formulación de productos alimenticios como lo son los alfajores, cuyo porcentaje de aceptabilidad es del 100%.

## CONCLUSIÓN

Desde el año 2006 hasta el 2012, se han llevado a cabo numerosas actividades docentes, de investigación y de extensión que tuvieron como objetivo hacer conocer el uso hortícola de la planta de tuna en la Provincia de Salta, Argentina. El objetivo se cumplió parcialmente, queda aún mucho por hacer y para eso seguimos trabajando.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Parma, Belén y H. Gallo 2007. Análisis de Factibilidad del cultivo de la Tuna en la localidad de Icaño, departamento La Paz. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo. Gobierno de la Provincia de Catamarca. 39 pp.
- Castillo, S. y L. Estrada 2011 Deshidratación de nopal (*Opuntia ficus indica* (L) Mill): caracterización física, química, microbiológica y formulación de alfajores. Tesis de Grado Universidad Nacional de Salta. 127p
- Falasca, S.; M. A. Bernabé y C. Lamas 2011. Aptitud agroclimática de áreas áridas y semiáridas de Argentina para el cultivo de tuna (*Opuntia ficus indica*) como fuente de bioetanol. Revista Quebracho 19:66-74
- Flores-Hernández, A; G.F. Acosta Rodríguez, B. Murillo Amador; R. Trejo Calzada y J.G. Arreola Avila 2008. "Evaluación preliminar de la reserva de Nopal (*Opuntia* spp) en la región Laguna Chihuahua", Revista Chapingo Serie Zonas Aridas 5: 191-198.
- Guzmán Loayza, D. y J. Chávez 2007 Estudio Bromatológico del cladodio de nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. Rev. Soc. Quím. Perú 73: 41-45
- Landero Esquivel, F. y Cruz Sáenz, E. 2006. Adaptación del Nopal (*Opuntia ficus -indica* L. Mill.) para la producción de Nopal Verdura en la comunidad Buena Vista del Sur, Dirimba, Cardozo. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal pp. 1-9.
- Lozano, L.; P. Ortín; M. Visuara; E. Sotola; M.E. Núñez; M. Racedo; H. Terceros; W. Segovia; S. Olgún y C. Quiroga 2007a Cartilla del Proyecto de Extensión "Introducción del Nopalito (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) como hortaliza alternativa en huertas del valle de Lerma, 2006-2007" SEU .UNSA.
- Lozano, L.; P. Ortín y M. Visuara 2008 d "Difusión de la producción y el consumo del nopalito (*Opuntia* spp) en huertas del valle de Lerma." XIV Jornadas Nacionales de Extensión Rural y VI del MERCOSUR".
- Lozano, L. 2009 c. Disertación "Introducción del Nopalito Como Hortaliza Alternativa en la Cocina Salteña" "Tercer Congreso Andino de Gastronomía" Alimentos Autóctonos de América.
- Lozano, L.; P. Ortín; M. Visuara; A. Balboa; F. Benicio; M.A. Condorí; G. Galleguillos; S. López; N. López; G. Soldini; R. Colán y V. Santillán 2010 d Cartilla del Proyecto de Extensión «La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) y el nopalito (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) nuevas hortalizas con propiedades funcionales en las huertas y comedores salteños) SEU.UNSA

- Lozano, L.; R.Palavecino; A. Tálamo y P. Ortín 2010e The effect of the organic fertilization on green cladodes (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) yield in Lerma's valley, Salta, Argentina. Second Year. Abstract in The VII International Congress on Cactus Pear & Cochineal .Agadir Morocco, 2010.
- Lozano, L. 2011 f disertación en II Jornadas Interdisciplinarias de Estudios y Prácticas Andinas "Introducción del Nopalito Como Hortaliza Alternativa en la Cocin Salteña"
- Luna Vázquez, J. 2001 Producción intensiva del nopal de verdura. Folleto para productores Nº 28. Campo Experimental Palma de la Cruz. México
- Ochoa, J. 1997a. "Aspects of *Opuntia* cultivation and post-harvest handling in South America". International Workshop on Promotion of minor fruits crops: Cactus pear. University of Sassari, Sassari, Italy and FAO. Roma.
- Ochoa, J. 2003b. "Principales características de las distintas variedades de tuna (*Opuntia* spp.) de la República Argentina". In: Inglese, P. y Nefzaoui, A. eds. Cactusnet Newsletter. FAO International Technical Cooperation Network on Cactus pear. Número especial. Roma.
- Ochoa, J. y S. Uhart. 2004c. "Nitrogen availability and fruit yield generation in tuna (*Opuntia ficus-indica*): IV. Effects on fruit yield on dry matter partitioning to reproductive sinks". In: Memorias. X Congreso Nacional y VIII Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Chapingo, México. p 65-76
- Ramos Rios, J. y V. Quintana M. 2004 Manejo General del Cultivo de Nopal. Manual del Participante. Colegio de Posgraduados. Mexico 81 p.
- Rodríguez Félix, A. y M. Cantwell 1988 Developmental changes in the composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos).Plant Food for Human Nutrition 38:83-93
- Ruiz, G. y C. Vale 2011 Aceptabilidad de postres dietéticos hipocalóricos a base de nopalitos. Tesis de Grado Universidad Nacional de Salta. 125p
- Sáenz, C. Berger H., Corrales García J., Galletti L., García de Cortázar V., Higuera I., Mondragón C., Rodríguez A., Sepúlveda E., y M. Varnero 2006 "Utilización Agroindustrial del Nopal" Boletín de Servicios Agrícolas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO 162. Roma, Italia. Editor Cadmo Rosell



# **LA CRÍA DEL BINOMIO TUNA COCHINILLA EN SALTA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**

Silvia Patricia Ortín<sup>1</sup>; Mario Gonzáles<sup>1</sup>; Guillermo Palacios<sup>1</sup>, Sebastián Fresco Dracich<sup>1</sup>, Lelia Lozano<sup>1</sup> y María Elena Toncovich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Fruticultura, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias. Avenida Bolivia 5.150. CP 4400 Salta. Argentina. [silviapatricia\\_ortin@yahoo.com.ar](mailto:silviapatricia_ortin@yahoo.com.ar)

## **ABSTRACT**

*The north of Argentina has agroecological conditions suitable for the breeding of the binomial tuna-cochineal. The project objectives were to evaluate the handling of cladodes and cochineal that increase yields carminic acid and allow the producers' formation in the cultivation of cochineal tuna binomial. Tests were carried out with cut cladodes placed at different heights from the ground. The cochineal weight obtained for cladode and carminic acid yield was evaluated. Trainings were carried out in the management of tuna and cochineal in the locality of Aguas Negras. The fresh cochineal weights by cladodes were 3 g, similar to those found in Mexico and Peru and the cochineal quality was premium, according ITINTEC. The workshops were developed with extensive community involvement. Sheds were installed in family scale and producers were trained in cochineal harvesting, sacrifice and drying*

## **INTRODUCCIÓN**

La grana cochinilla es un insecto parásito de la tuna, alimentándose de la savia de las pencas; de ellas se obtiene el colorante natural rojo carmín, inocuos al hombre, que se utiliza para pigmentar una amplia gama de productos (Ortín *et al.*, 2008).

La cría de la grana cochinilla involucra necesariamente el cultivo de la tuna, ya que no es posible establecer la cría de este insecto sin el soporte del hospedero; la producción de este binomio tuna-cochinilla se puede llevar a cabo a campo o se lo puede realizar bajo cubierta, ya sea en condiciones controladas o semicontroladas. Teniendo en cuenta que el rendimiento será distinto en ambos casos, siendo menor a campo, ya que existen factores que condicionan la producción de la cochinilla,

como ser: la insolación o luminosidad, el viento, la lluvia y la temperatura. En cambio la producción llevada a cabo bajo cubierta, estos factores adversos pueden ser controlados, logrando así aumentar los rendimientos (Campos- Figueroa y Llanderal- Cazares, 2.003). El cultivo bajo cubierta se recomienda cuando se dispone de poco material hospedero, si la cría del insecto no puede realizarse en planta establecida, si se requiere incrementar la colonia de cochinilla, o cuando ésta se quiere proteger de los factores abióticos (Vigueras y Portillo, 2.005).

Las actividades de investigación y extensión sobre la grana cochinilla se comenzó a desarrollar a partir del año 2007, ensayando fundamentalmente por la escasez del pie de cría, la producción de grana cochinilla bajo condiciones semicontroladas.

## **UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL VALLE DE LERMA**

La ciudad de Salta se encuentra ubicada en el Valle de Lerma, provincia de Salta, Argentina a 24° 47' LS y 65°25' LW a 1173 msnm (Bianchi y Yáñez, 1992).

La provincia localizada en una zona subtropical, posee clima cálido, pero por las diferencias en su relieve encontramos variaciones bastante marcadas en sus distintas regiones. La orientación de sus cordones montañosos influye en la distribución de las precipitaciones. Es el caso del Valle de Lerma en donde se encuentra inmersa la ciudad de Salta Capital, donde los promedios anuales de precipitaciones alcanzan los 1000 mm. En general, los promedios de temperaturas en época estival superan los 20°C, y en época invernal, las medias son inferiores a los 14°C

## **LIMPIEZA DEL PIE DE CRÍA Y ENSAYOS DE ALTURA DE COLOCACIÓN DE LAS PENCAS**

Este ensayo se efectuó en Campo Castañares, Salta, Argentina, en el año 2007. Se cerró un espacio de 12 m<sup>2</sup>, con plástico de 100 micrones. Se utilizó 100 pencas uniformes de tuna (*Opuntia ficus-indica*), de dos años, lavadas y cepilladas, colgadas mediante ganchos en tres niveles diferentes (1,50 m, 1,00 m y 0,50 m). El pie de cría para la infestación se obtuvo de Coronel Moldes (Figura 1). Se infestó con hembras oviplenias en nidos de sobres de papel de 10 cm de largo, donde se colocaron 10 hembras, durante 15 días. Luego se retiraron los nidos. Se cosechó desprendiendo las hembras de las pencas usando una cuchara de metal. Se contó el número y se pesó las hembras por paleta con una balanza de precisión para obtener el peso fresco, luego se las mataron en estufa. Para obtener el peso seco se dividió por 3,3.

La duración del ciclo fue de 120 días. El peso promedio entre el nivel superior (0,10 g), medio (0,8 g) e inferior fue similar. El número de hembras por pencas fue en promedio de 4,79 en el nivel superior y 3,07 en el nivel medio (Tabla 1). Se observó el 54,5 % de las pencas con algunas ninfas muertas y sin presencia de hembras en los dos niveles analizados. La distribución de las cochinillas fue uniforme en ambos lados de las paletas, debido a que estuvieron protegidas de la incidencia de la luz directa del sol, ya que estos insectos son fotófobos.

Méndez (2001) menciona que la duración total del ciclo de desarrollo de la grana cochinilla tiene una variación que puede oscilar entre 60 y 150 días.

El número de hembras por penca fue similar en los tres niveles (Cuadro 1) debido a la gran variabilidad existente en los datos analizados ( $H = 0,4$ ;  $p = 0,78$ ).

Del total de pencas infestadas, se observó que luego de retirar los sobres, algunas pencas no registraban infestación, mientras en otras, se encontraron ninfas prendidas, pero que no completaron su desarrollo.

También algunas paletas sufrieron un ataque de la bacteria *Pectobacterium carotovorum subs. carotovorum*, que produjo una licuación de los tejidos llevando la misma a la muerte de las cochinillas por no tener tejido vivo de que alimentarse. Tal causa hizo que nivel de prendimiento de hembras por paleta (Tabla 2) y el rendimiento de las mismas no fueran los esperados (Ortín et al., 2008).

## **OBTENCIÓN DE ÁCIDO CARMÍNICO DE LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA**

Para analizar el rendimiento en peso fresco y seco, y la concentración de ácido carmínico en los distintos niveles de infestación, similares a lo realizado en el año 2007 (Ortín et al., 2008), se cosecharon todas las cochinillas, eligiendo como momento óptimo cuando se encontraban oviplenas, que correspondía a la mayor concentración de ácido carmínico en su cuerpo, antes que realicen la postura (Figura 2).

Se desprendieron a las hembras adultas, en forma manual, usando una cuchara de metal y una bandeja de plástico para recoger a las cochinillas.

Luego fueron pesadas en una balanza de precisión con 0,01 g de aproximación, y se obtuvo el peso fresco. Para obtener el rendimiento de cochinilla seca se dividió la cosecha entre 3,3 (COLCA APX, 1987). Se las sacrificó con agua caliente, a una temperatura de. Se secaron en forma natural y artificial.

El secado natural se realizó a la sombra para evitar la caída de eventuales lluvias, que en épocas estivales pueden ser torrenciales. El tiempo de secado fue de 20

días hasta la obtención de un peso constante. El secado artificial se efectuó en una estufa graduada a 65°C por 3 días durante 4 horas cada día, la temperatura no se elevó más para evitar daños en el ácido carmínico que se encuentra en las cochinillas.

Para el caso de la grana cochinilla fue fundamental determinar la cantidad de ácido carmínico en el insecto, ya que como materia prima colorante no solo define la calidad, sino también el precio, el cuál se ajusta de acuerdo al porcentaje del pigmento presente (Portillo y Viguera, 2005).

La obtención del ácido carmínico se realizó con el método Soxhlet de destilación continua que se fundamenta en las siguientes etapas:

- i. Se tomó el peso de los balones vacíos.
- ii. Se colocó el solvente en un balón.
- iii. Las cochinillas secas fueron molidas en un mortero para la posterior destilación. Se pesó 5 g de la cochinilla molida con una balanza analítica de precisión
- iv. Luego de pesadas se colocaron en un papel de filtro y se introdujeron en un cartucho de cartón y se llevaron al destilador para comenzar el proceso;
- v. Se realizaron 6 repeticiones para cada nivel por lo que se usaron 6 destiladores, se utilizó como solvente el diclorometano (fórmula química:  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ; PM: 84,93 g y punto de ebullición: 40°C). el tiempo de destilación para cada muestra fue de 12 horas (Figura 3).
- vi. Se llevó a ebullición el solvente que se evaporó hasta una condensación a reflujo.
- vii. El condensado vuelco en un recipiente que contiene un cartucho poroso con las muestras de cochinillas.
- viii. Ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo mediante el efecto sifón, el solvente regresa con el material extraído al balón.
- ix. Se realizó este proceso la cantidad de veces que fue necesario hasta que la muestra quedó agotada. Lo extraído se concentró en el balón del solvente. De esta forma se realizaron todas las extracciones de manera automática, con el mismo solvente que se evaporó y condensó llegando siempre de manera pura al material (Núñez, 2008). Después de transcurrido el tiempo de destilación, comenzó

- la recuperación de solvente que consiste en dejar funcionando el equipo sin que reinicie automáticamente el proceso es decir sin que se produzca ninguna sifonada y extraer el solvente recuperado.
- x. Para evitar que el producto obtenido se quemara se extrajo la muestra con 10 ml de solvente, el solvente restante fue volatilizado completamente en una estufa a 65°C.
  - xi. Se pesaron los balones con el ácido carmínico y se calcularon diferencias y porcentajes. Con estos valores se determinó el porcentaje de ácido carmínico de los tres niveles de infestación.
  - xii. Posteriormente se compararon los resultados de la ubicación de los cladodios en distintos niveles mediante una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de comparación de medias con un nivel de significancia de 0,01 a 0,05.

Se obtuvo el peso fresco promedio de cochinillas por cladodio, que fue (Cuadro 4) utilizando nidos de 10 hembras para la infestación en el nivel superior, medio e inferior respectivamente.

Los pesos de las cochinillas en fresco por cladodio fueron similares en los tres niveles (Nivel 1: 7,91 g; Nivel 2: 8,35 g y Nivel 3: 8,84 g) ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en peso. Resultados similares se observaron en el peso en seco, entre los distintos niveles de infestación (Tabla 3).

Estos valores fueron similares a los obtenidos en ensayos de cría (Aldama y Llanderal-Cázares, 2003), mediante el sistema de penca cortada, en los cuales obtuvieron 8,62 g; 9,89 g y 12,27 g, según utilizaron 10, 15 y 20 hembras para la infestación respectivamente. Pero fueron significativamente superiores a los observados por Ortín et al. (2008) para los mismos niveles.

Los diferentes tipos de secado no se diferenciaron en la cantidad de ácido carmínico obtenido (Tabla 4) entre los tres niveles de infestación ( $p=0,16054$ )

Los porcentajes de ácido carmínico obtenidos en el Nivel 1 con secado artificial cumplen con los estándares de calidad requeridos por el ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica de Normas Técnicas) en Perú, que requiere un mínimo de 17,5 a 19,0 % de ácido para la cochinilla de primera calidad, y que han permanecido constantes por mucho tiempo. Sin embargo en los últimos cinco años se ha observado que los requerimientos tienden a elevarse, en particular en términos de porcentajes de ácido carmínico.

En tanto los estándares de calidad para la cochinilla según estudios de mercado de la fundación de Bolivia, indican como mínimo un 20 a 21 % de ácido carmínico, con preferencia un 20 a 23 % de ácido carmínico. Por supuesto, el producto debe estar limpio, libre de contaminación de elementos pesados y empacados adecuadamente (Flores-Flores y Tekelenburg, 1.995).

## **EL CULTIVO DEL BINOMIO TUNA COCHINILLA EN AGUA NEGRA, DPTO. DE CHICOANA, PROVINCIA DE SALTA**

La gestión de un artesano de reconocida trayectoria en el medio, el Sr. Francisco Cruz, inició la formulación de un proyecto de extensión sobre el cultivo del binomio tuna cochinilla. Seguidamente se contacto con la presidenta de la Asociación de Pequeños Productores de Agua Negra (LS: 25° 09' 12" y LO: 65° 41' 36"), quebrada de Escoipe, donde se desarrolló el proyecto y se identificaron los productores de la comunidad interesados en participar del proyecto. Se efectuó una reunión con los productores y habitantes, para explicarles el proyecto y se firmaron 20 actas de compromiso. Se recorrió los potreros de dos productores que ofrecieron sus predios para instalar una parcela de tuna y el cobertizo para la producción de cochinilla.

Se comenzó las actividades con la realización de un taller teórico práctico de teñido con grana cochinilla que incluyó temas tales como preparación de la grana cochinilla para el teñido; el uso de distintos mordientes; conceptos de premordentado y postmordentado. Los asistentes al taller realizaron una práctica de teñido de lana con distintos mordientes. Otras capacitaciones efectuadas en el marco de este proyecto fueron:

- i. Descripción de la grana cochinilla. Su ciclo productivo. Condiciones climáticas para su desarrollo. Duración del ciclo productivo. Producción esperada por ciclo.
- ii. El cultivo de la tuna. Descripción de la planta. Usos. Marcos de plantación. Elección de los cladodios adecuados para la cría de la cochinilla.
- iii. Cosecha de la cochinilla. Momento oportuno. Destino: recría o producción. Postcosecha. Almacenamiento. Cálculo del peso en seco
- iv. Taller de teñidos: recopilación de las experiencias de la comunidad en el uso de distintos vegetales y animales para los teñidos. Diseños para distintos productos

Se implantaron dos parcelas de tunas en dos productores y los mismos productores construyeron o adecuaron un lugar para la cría de cochinilla. Se repartió asimismo en dos oportunidades pie de cría de cochinilla y paletas de tuna entre los participantes a los talleres. En el último taller, muchos productores manifestaron interés en iniciar la producción del binomio tuna cochinilla.

En cuanto al desarrollo del proyecto, la comunidad se encuentra receptiva para continuar con capacitación permanente en el cultivo del binomio de la tuna – cochinilla. El cultivo del binomio tuna cochinilla es un complemento de las otras actividades productivas de los participantes. Se interesaron por este cultivo pobladores de otras comunidades como El Sunchal y El Nogalar, que participaron de algunas de las capacitaciones dadas.



*Figura 1. Paletas con el pie de cría usado en la primera infestación*

*Tabla 1. Peso fresco promedio y número de hembras en cada nivel del ensayo.*

Variables	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Peso fresco promedio (g)	0,1 ± 0,28	0,8 ± 0,16	0,1 ± 0,35
Peso fresco total (g)	3,83	2,64	3,47
Peso seco total (g)	1,16	0,80	1,05
Nº de Hembras	4,8 ± 10,70	3,1 ± 5,24	4,6 ± 12,56

*Tabla 2. Pencas con infestación en los tres niveles del ensayo.*

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Nº de pencas	33	34	33
Nº de pencas sin hembras	12	15	14
Nº de pencas con bacterias	9	3	4



*Figura 2. Hembra con un punto de color marrón castaño en su extremo posterior lista para la cosecha.*



*Figura 3. Equipo Soxhlet de destilación continua*

*Tabla 3. Peso fresco y seco total de hembras ovíparas y peso fresco y seco promedio de hembras ovíparas por cladodio.*

Variable	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Peso fresco total (g)	261,18	283,92	291,77
Peso seco total (g)	84,75	86,93	118,71
Peso fresco por cladodio (g)	7,91	8,35	8,84
Peso seco por cladodio (g)	2,40	2,61	2,68

**Tabla 4. Cuantificación del ácido carmínico con dos métodos de secado en los distintos niveles.**

Niveles	Acido Carmínico en peso (g)		Acido Carmínico en %	
	Secado Natural	Secado Artificial	Secado Natural	Secado Artificial
Nivel 1	0,82 a	0,84 a	17,46 a	17,53 a
Nivel 2	0,85 a	0,84 a	17,00 a	16,93 a
Nivel 3	0,82 a	0,84 a	16,46 a	16,86 a

## REFERENCIAS

- Aldama-Aguilera C y Llanderal-Cázares C. Grana cochinilla: Comparación de métodos de producción en penca cortada. 2003 *Agrociencia* 37: 11-19. [http:// www.colpos.mx/agracien/Bimestral/2003/ENE-feb/Art.-2.pdf](http://www.colpos.mx/agracien/Bimestral/2003/ENE-feb/Art.-2.pdf).
- Bianchi A y Yáñez C. 1992. Las precipitaciones en el noroeste argentino. Impreso en INTA EEA Salta. 383 p.
- Campos-Figueroa M y Llanderal-Cázares C. Producción de grana cochinilla *Dactylopius coccus* (Homoptera: Dactylopiidae) en invernadero. 2003. *Agrociencia* 37 (2): 149-155.
- Colca APX. Manual plantones de tuna infestados con cochinilla. Arequipa. Perú. 1987. 38 p.
- Flores-Flores V y Tekelenburg A. Producción de colorante Dacti (*Dactilopiusscoccus* Costa). pp. 174-193. In: Estudio FAO producción y protección vegetal. Barbera G, Inglese P y Pimienta Barrios E (eds.). 1999. Roma, Italia. 132p.
- Méndez G S J. Cultivo y manejo de la grana cochinilla. In: Producción de Grana Cochinilla. Llanderal C y Nieto R (eds.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 2001. pp: 69-77
- Nuñez C. Extracción con equipo soxhlet. 2008. <http://www.cenunez.com.ar>.
- Ortín S P, Gonzáles M, Lozano I. y Vinocur R. Producción de grana cochinilla en penca cortada y teñido de lana utilizando distintos mordientes. pp: 98 – 100. In: Grana Cochinilla y Colorantes Naturales. Eds.: Llanderal, C., D. H. Zetina, A. L. Viguera y L. Portillo. Colegio de Postgraduados. 2008. México. 124 p.
- Portillo L y Viguera A. Cría de grana cochinilla. 2005. Universidad de Guadalajara, México.



# **TRES CALIDADES DE COCHINILLA: DACTYLOPIUS COCCUS COSTA EN EL PERÚ (2008-2011)**

Sally Molero y Alfredo Herrera

CHR. HANSEN S.A. Calle Los Plateros 270, Urbanización el  
Artesano ATE, LIMA, PERÚ. smolbreg@hotmail.com

## **ABSTRACT**

*Peru is the world's largest producer of natural dyes from cochineal and its natural products such as natural dying E120. Peru is politically divided into 24 departments, and 15 of them are cochineal producers. The cochineal price practiced by the dying industry varies according to its carminic acid concentration. This concentration ranges from 18% to 22%, and the highest carminic acid concentration receives the best payment by the industry. Cochineal samples from major producing Departments of Peru were evaluated. Marked differences at the morphological and taste occurred, as well as the percentage of the cochineal carminic acid. Thus, we classified carmine cochineal into three groups: High Quality (greater than 21% of carminic acid) whose sole representative is Arequipa; medium quality (20% - 20.75%) where most of the departments of Peru fall within this category; and Low Quality (18% -19.97%) was found in the Ayacucho Department, which in the 90's was the first domestic producer. This work shows the urgent need to train farmers on harvesting and post-harvest cochineal.*

## **INTRODUCCIÓN**

La cochinilla fina es un hemíptero parásito de la tuna *Opuntia ficus indica* y de otras especies de *Nopalea* y *Opuntia* (Ferris, 1955). Tiene importancia en la industria debido a su contenido de ácido carmínico (De Lotto, 1974) por lo que ha sido utilizado durante siglos en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética, textil y cerámica, para darle a los productos una atractiva presentación (Chattopadhyay *et al.* 2008). Perú es el primer productor mundial de cochinilla fina y sus derivados (colorante natural E120). La cadena productiva de la cochinilla evolucionó de forma positiva, desde los 90, cuando se exportaba principalmente materia prima hasta hoy, donde el 95% del total tiene valor agregado exportándose como carmín y ácido carmínico, cubriéndose así la creciente demanda de colorantes naturales en el mundo (ADEX, 2011).

Perú está dividido políticamente en 24 departamentos, de los cuales 15 son productores de cochinilla: Ancash, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Ica, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima, Moquegua, Piura, y Tacna. Habiendo sido Ayacucho el mayor productor antes de los noventa (Díaz & Quispe, 1989), en los últimos años sin embargo se han establecido plantaciones comerciales en la costa del Perú, así en la actualidad Arequipa es el departamento con mayor producción de cochinilla (Flores, 2010 & ADEX. 2011).

Chr. Hansen S.A., empresa mundial de biotecnología cuya sede en Perú es productora de colorantes naturales extraídos de cochinilla, adquiere este recurso de los diferentes departamentos productores de Perú. Una vez compradas las cochinillas, principalmente de 10 departamentos, éstas pasan por un control de calidad, donde se determina: su humedad, cenizas, viscosidad, porcentaje de piedras o cochinilla adulterada, porcentaje de cochinilla de segunda, porcentaje de ácido carmínico, etc. El precio de la cochinilla está directamente relacionado a su calidad, específicamente a la cantidad de ácido carmínico que ésta contenga, es por ello que el presente estudio clasifica a las cochinillas basándose en ésta última característica por ser la más importante a nivel comercial y tener directa relación con los productores primarios y/o acopiadores.

Se conoce de manera general que la calidad de la cochinilla no es la misma en todos los departamentos del Perú, pero a la fecha no ha habido ningún estudio que muestre cuál es esa variación, ni el porqué de ella. El presente estudio tiene por finalidad exponer la variabilidad existente en la calidad de la cochinilla en el Perú y determinar los posibles factores que han influido en dicha variación.

Se han evaluado muestras de cochinillas de todos los departamentos productores del Perú, el estudio abarca 4 años desde el 2008 hasta el 2011, en los cuales se ha observado se mantiene la misma tendencia por departamento. Se ha estudiado la cochinilla de dos formas, una en su presentación de cuerpo entero (hembras oviplenas secas) y otra en versión cochinilla molida, ambos fueron contrastados con su contenido de ácido carmínico encontrándose patrones similares en ambas formas para un rango de porcentaje de ácido carmínico y observándose una tendencia similar por departamento a lo largo de los 4 años evaluados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales**

Muestras de cochinilla de todos los departamentos productores del Perú. Licuadora, Balanza, Cocina, Vasos de precipitación, Ácido clorhídrico, Agua destilada, Fiolas, Espectrofotómetro. Cuadros estadísticos. Programa Excel, DIVAS. Cámara Fotográfica Canon 16Mpx.

### **Metodología**

#### *Porcentaje de Ácido Carmínico*

Para ello las muestras son licuadas por medio minuto, se toma entre 0.20 y 0.30 gramos de este polvo licuado de cochinilla, al cual se le agrega 30ml de HCl 2N, para la digestión de proteínas, se calienta el contenido, se deja precipitar por 10 minutos y se vuelve a digerir los restante, ésta vez con 1.5ml de HCl 2N, se completa el volumen hasta 1L y se lee la absorbancia de ésta muestra en un rango de 0.65 a 0.75nm. Con ello se determina el porcentaje de ácido carmínico y completamos nuestros registros.

#### *Comparación de cochinillas*

Se colocaron muestras de cochinillas enteras donde se compararon colores, olores, tamaños y licuadas donde se compararon colores, olores, granulación fina o gruesa. Se colocaron las respectivas muestras una al lado de otra sobre cartulinas blancas A4 y fueron fotografiadas.

#### *Elaboración de Mapas*

Se utilizó el programa Divas para la elaboración de los mapas del Perú donde se muestra la variabilidad en la calidad de la cochinilla a lo largo del Perú, Divas sirvió sólo para colorear y poner nombre a las regiones, los datos ahí mostrados fueron obtenidos en Excel, basándose en promedios a lo largo de los 4 años 2008 – 2011, y promedios por departamento.

Para fines de este estudio, sólo se tuvieron en cuenta a proveedores constantes de cochinilla (2008-2011) y con la certeza de que su materia prima proviene de determinada zona. Los otros proveedores que rara vez venden cochinilla a Chr. Hansen no fueron tomados en cuenta para las estadísticas, tampoco aquellos acopiadores que comprar cochinilla de diferentes zonas del país y las mezclan.

## RESULTADOS

Se encontró similitud entre las cochinillas provenientes de un mismo lugar, tanto en el aspecto morfológico, olor y color de las cochinillas enteras y molidas, así mismo en el porcentaje de ácido carmínico y éstas semejanzas se mantuvieron a lo largo de los 4 año aquí evaluados.

Al comparar cochinillas provenientes de diferentes departamentos del Perú, se observó grupos similares entre algunos departamentos pero también una marcada diferencia al contrastarse con cochinillas procedentes de otros departamentos. De acuerdo a las características evaluadas, como color, tamaño, forma, granulación fina o gruesa de las cochinillas tanto enteras como licuadas, se encontraron tres grupos bien diferenciados. Cada uno de estos grupos coincide con pertenecer a un rango de valores de porcentaje de ácido carmínico, debido a ello las clasificamos en tres calidades: baja, mediana y alta (Fig.1).





Figura 1

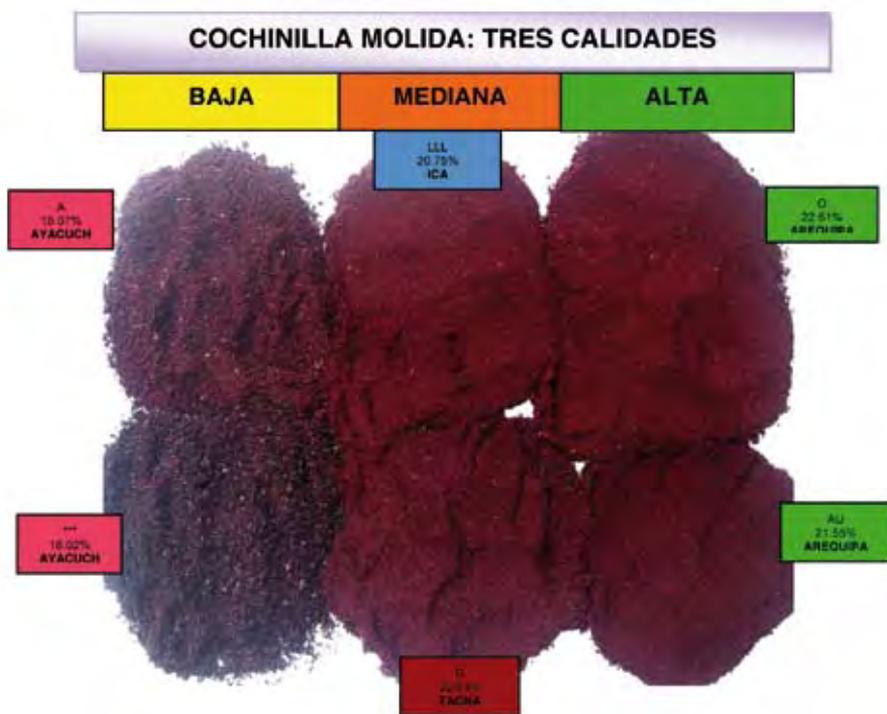


Figura 2

### Cochinillas de baja calidad

Son pobres en contenido de ácido carmínico (18.0% – 19.97%). Los departamentos que tienen cochinilla de baja calidad son: **Trujillo** (19.42%), **Ayacucho** (19.59%), **Apurímac** (19.73%), **Ancash** (19.90%). Figuras 3 y 4. La característica más resaltante en este grupo es el color rosáceo (más del 80%) que presentan las cochinillas enteras y su forma se aleja de la forma ovoide común que tiene cualquier cochinilla (Fig. 1). Su tamaño varía entre pequeño y

mediado. Al licuarlas, éstas no se desintegran fácilmente por lo que se obtiene un polvo grumoso, de granulación gruesa, tosca, poco homogénea y en su mayoría provista de pajas y otros restos orgánicos. La coloración del producto licuado varía desde rojo claro, vino, hasta marrón, casi negro. El olor es neutro similar a Opuntia (Trujillo) o intensamente desagradable.

### **Cochinillas de mediana calidad**

Su concentración de ácido carmínico va desde 20.00% hasta 20.75%. Los departamentos que tienen cochinilla de mediana calidad son: **Lima** (20.39%), **Ica** (20.24%), **Cuzco** (20,56%), **Huancavelica** (20,52%), Tacna (20,43%), **Moquegua** (20.17%) éste último sólo vendió cochinillas a Chr. Hansen el 2011. Fig. 3 y 4. Su tamaño varía entre mediano y grande, y no son grumosas ni rosáceas, sino oscuras o plateadas. La cochinilla molida posee un olor similar al cacao, unos más intensos que otros. Su coloración varía en tonos rojizos claros y oscuros y el grano es fino y homogéneo, en algunos casos hay presencia de restos orgánicos, pero no en tanta cantidad como en las cochinillas de baja calidad.

### **Cochinillas de alta calidad:**

El porcentaje de ácido carmínico es superior a 21.00%. El único departamento en el Perú cuyo promedio reúne estas condiciones es **Arequipa** (desde 21.00 hasta 22.8%). Sin embargo es importante resaltar que existe un productor en **Lima** cuya cochinilla es tan buena como la de Arequipa, lo particular es que éste escapa a todos los patrones antes mencionados, su aspecto y olor son similares a los de cochinillas de baja calidad, pero su porcentaje de ácido carmínico en promedio en estos 4 años ha sido 21.11%. La cochinilla de alta calidad se caracteriza por ser de tamaño grande o mediano, en su mayoría son plateadas debido a que conservan su coccerina. La cochinilla molida de alta calidad tiene olor muy agradable, intenso a cacao horneado, mientras más puro se hace este color la calidad es mejor, el grano es sumamente fino, éstas cochinillas se deshacen al contacto con las cuchillas de la licuadora. Su coloración es rojiza clara o rojizo vino.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Basándose estrictamente en el tamaño, la cochinilla ha sido tradicionalmente clasificada en primera (0.3– 0.7mm), segunda (0.1 – 0.2 mm) y tercera o polvillo (< 0.1mm). Sin embargo, el tamaño no necesariamente determina su calidad (% ác. carmínico), ya que existen cochinillas de segunda que llegan a tener

porcentajes de ác. carmínico tan altos como una de primera (18%) y porque dentro de lo que se conoce como cochinilla de primera existen las grandes (> 0.6mm), medianas (0.4– 0.6mm) y pequeña (0.3–0.4mm). Por ello además del tamaño es necesario tener en cuenta el olor, color, textura, apariencia y porcentaje de ácido carmínico. En el presente estudio se evaluaron dichas características en cochinillas provenientes de todos los departamentos del Perú y se elaboraron los mapas basados en las zonas de producción más importantes del país.

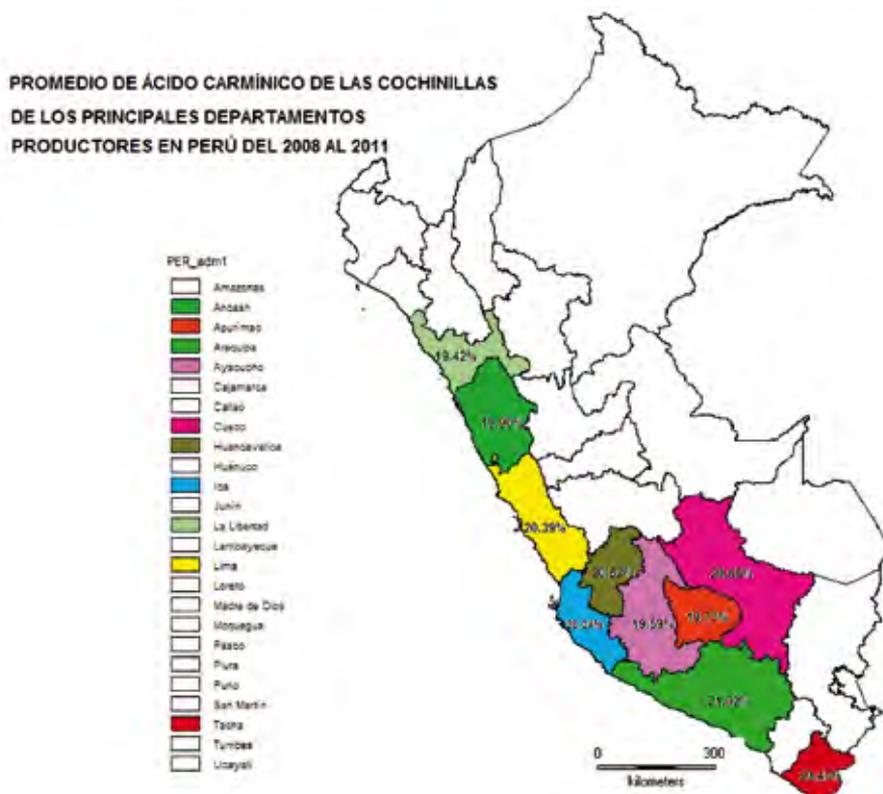
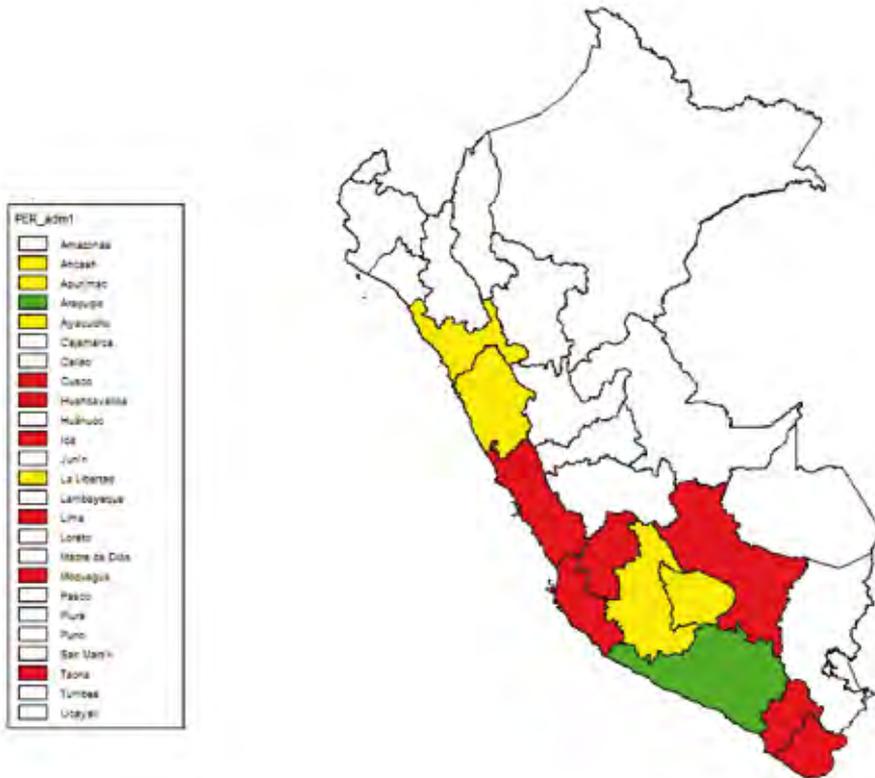


Figura 3



*Figura 4 Tres calidades de cochinilla: Baja, Mediana y Alta*

Se mencionó que la cochinilla de baja calidad presenta cochinillas rosáceas, éstas fueron separadas del grupo total y se analizaron por separado encontrándose lo siguiente: muestra completa (19.25%), cochinillas rosáceas (18.01%) cochinillas oscuras (22.2%), por lo tanto la presencia de este tipo de cochinilla (rosácea) hace que disminuya la calidad de la misma, esto se debe a que las cochinillas no han sido secadas apropiadamente. También es usual encontrar cochinillas de segunda, muchas veces el agricultor las cosecha antes de tiempo, y ello también disminuye la calidad, de esta manera: muestra completa (20.19 %), de primera (20.59%) y segunda (10.4%). Por tanto se tiene que capacitar al agricultor, en este y otros aspectos del manejo de la grana, para que mejore la calidad de su producto y por ende sus ingresos económicos.

El olor a cacao es propio de una buena cochinilla, y mientras más intenso y agradable el olor, mejor es ésta, dicha característica la comparten las cochinillas de mediana y alta calidad que han sido apropiadamente secadas, por lo mismo al licuarla se desintegra rápidamente y el polvo es fino y homogéneo.

El nivel de tecnología empleado en la producción de cochinilla y tuna es bajo en Ayacucho, intermedio en Lima y alto en Arequipa (Solid Perú, 2008), estos datos coinciden con la clasificación que ahí brindamos de cochinilla de baja calidad (Ayacucho), Mediana Calidad (Lima) y Alta Calidad (Arequipa), por lo tanto hay una relación directa del manejo de la cochinilla con la calidad que tendrá el producto final. Éste caso es similar para todos los otros departamentos en el Perú que tienen condiciones similares a Ayacucho o Lima, es decir los departamentos que tienen cochinilla de baja calidad son aquellos donde no existe riego ni tecnología para su desarrollo, la producción es prácticamente silvestre y sólo se recolecta la cochinilla y se vende. Los departamentos que proveen cochinilla de mediana calidad (la mayoría en el Perú) tienen una tecnología mediana, podan, riegan y cultivan en épocas específicas, pero falta impulsar un mayor desarrollo y acabar con la informalidad del negocio. Arequipa no sólo es el primer productor del Perú, sino el que provee cochinilla de calidad superior a cualquiera.

Para poder cambiar los datos actuales donde sólo 1 de los 15 departamentos productores del Perú produce grana de alta calidad los gobiernos regionales, estatales y el sector privado deben de impulsar la mejora tecnológica, así como la capacitación a los agricultores, de cada uno de los departamentos del Perú, en temas de ciclo de vida de la cochinilla de acuerdo a las zonas específicas donde crece incluyendo la calidad de la planta hospedadora (Monge et al., 1990), riego, poda, cosecha, pos cosecha, etc. que repercuten en la cantidad de ácido carmínico (Rodríguez et al., 2005).

## LITERATURA CITADA

- ADEX. 2006. Boletín N° 42. Boletín Semanal de ADEX (Asociación de Exportadores del Perú). <http://www.adexperu.org.pe>. 01 de Marzo del 2011.
- Chattopadhyay, P., Chatterjee, S. & Sen, S. 2008. Biotechnological potential of natural food grade biocolorants. *Afr. J. Biotechnol.* 7 (17): 2972-2985.
- De Lotto, G. 1974. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). *J. Ent. Sth. Afr.* 37 (1):167-193.
- Díaz, J. & Quispe, L. 1989. Algunos aspectos sobre la bioecología de la cochinilla del cactus (*Dactylopius coccus* Costa). *Revista del INIAA: Investigación agrícola en marcha.* 1(2): 8-11.
- Ferris, G. F. 1955. Atlas of the scale insects of North America: the families Aclerididae, Asterolecaniidae, Conchaspidae, Dactylopiidae and Lacciferidae. III. Stanford University Press, Palo Alto, California. 233 pp.
- Flores, V. I. 2010. Tuna Prodigio Olvidado. *Agronoticias* N° 354: 30-35.

- Monge, R., Monge, D. & Villaroel, R. 1990. Un método para explotación intensiva de la cochinilla del carmín en cladodios de uno a tres años. En: Resúmenes del XXXIII CNE Cusco. Nº.51.
- Rodríguez, L., Faúndez, E., Seymour., Escobar, C., Espinoza, L., Petroutsa, M., Ayres, A. & Niemeyer, H. 2005. Factores bióticos y concentración de Acido carmínico en la cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) (Homóptera: Dactylopiidae). Agric. Tec. 65(3): 323-329.
- Solid Perú, 2008. Conociendo la cadena productiva de Tuna y Cochinilla en Ayacucho. 144pp.

# PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS DE LAS OPUNTIAS EN ARGENTINA, MEXICO Y BRASIL

Lobos, Enrique<sup>1</sup>; Deise M. Passos da Silva<sup>2</sup>, Jaime Mena Covarruvias<sup>3</sup>, G. Logarzo<sup>4</sup> y L. Varone<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía y Agroindustrias-UNSE. Av. Belgrano 1912-4200 Santiago del Estero-Argentina. ealobos@gmx.net

<sup>2</sup> Instituto Agronômico de Pernambuco-IPA/ Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário – SEAGRI/ DIPAP. Av. Gal San Martin, 1371, Bongi, CEP 50761-000 Recife, Pernambuco, Brasil. deise.passos@ipa.br

<sup>3</sup> Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 20.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo, C.P. 98500. Calera, Zac. MÉXICO. jmena@zacatecas.inifap.gob.mx

<sup>4</sup> Fundación para el Estudio de Especies Invasivas. Bolívar 1559 (B1686EFA), Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. glogarzo@speedy.com.ar

Palabras Claves: *Cactoblastis cactorum*, *Dactylopius opuntiae*, *Diaspis echinocacti*, *Melitara (Olycella) nephelepasa*, *Metamasius (Cactophagus) spinolae*, *Moneilema spp*, control de plagas.

## INTRODUCCIÓN

Distintas especies de Cactaceas estan distribuidas en el extenso continente americano. Algunas de ellas han sido intensamente aprovechadas como alimento animal y humano. En este sentido *Opuntia ficus-indica*, es la de mayor importancia entre las Cactaceas cultivadas. Ha sido difundida en este continente por la cultura incaica y las corrientes colonizadoras españolas. Actualmente encontramos representantes de esta familia desde Canada hasta Argentina. Más de cien especies de insectos se conocen como huéspedes de este grupo; aunque no todos requieren alguna medida de control (Zimmermann and Granata, 2000). Entre ellos se destacan *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera:Pyralidae); *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) denominada cochinilla del carmin o Silvestre, *Diaspis echinocacti* Bouché, (Hemiptera: Diaspididae), *Melitara (Olycella) nephelepasa* (Dyar) (Lepidoptera: Pyralidae); *Metamasius (Cactophagus) spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae), *Moneilema spp* (Coleoptera: Curculionidae). Diferentes tecnologías de control se han desarrollado para proteger los cultivos y cactaceas silvestres de estas plagas: algunos métodos implican la eliminación de partes de la planta dañada y que tienen la plaga en su interior, o de los desoves del insecto. En otros casos, los

*insecticidas son aplicados para prevenir o controlar la plaga. En los últimos años se están probando el uso de las feromonas para controlar a *C. cactorum* y *M. spinolae*.*

*En las próximas secciones ilustraremos la situación de los problemas insectiles de las cactáceas en Argentina, Nordeste de Brasil y Mexico.*

## **SITUACIÓN DE LAS PLAGAS DE LAS OPUNTIA EN ARGENTINA: RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE *C. CACTORUM*.**

En Argentina, los esfuerzos de control están orientados a combatir las poblaciones de *C. cactorum*, principalmente. Si bien es posible encontrar en algunos casos *Diaspis echinocacti* (Bouché); cuya presencia demanda mínimas prácticas para prevenir su daño. Es por ello, que se han conducido distintos estudios para conocer aspectos relacionados con la biología, el comportamiento y control de *C. cactorum*, que se presentan en los siguientes párrafos. Si bien puede haber factores locales, que determinen una variación en el ciclo biológico y ecología de la plaga, los comentarios generales pueden considerarse válidos para la mayor parte de las regiones donde este insecto es una plaga económica.

*C. cactorum*, presenta tres generaciones en el norte de Argentina. Los primeros adultos comienzan a emerger de las pupas invernantes y los últimos se observan en el mes de abril: La primera generación comienza a fines de agosto; la siguiente en el mes de diciembre y el pico de verano que se extiende desde febrero hasta marzo (Logarzo, G y Varone, L. no publicado). Los desoves en forma de bastón, están constituidos por 60 a 120 huevos superpuestos (Figura 1a). El período embrional varía con la temperatura y requiere unos 40 días al inicio de la primavera y unas tres semanas en pleno verano.

La totalidad de las larvas nacidas ingresan ordenadamente al cladodio, mostrando sus hábitos gregarios y crípticos. La penetración ocurre en unas 30 horas desde su eclosión, por un único orificio y en un sector próximo a la areola en la que se colocó el desove. El grupo de larvas se alimenta desde el interior de los órganos de la planta. Salen de este orificio solo para defecar, formando un círculo con los desechos, alrededor del punto de entrada. En la medida que ocurre el crecimiento larval, originan nuevos puntos de salida con ese mismo propósito. Las larvas recién nacidas miden 1,5 mm de largo y presentan una coloración blanca; mientras que las maduras llegan a medir 25-30 mm y son color naranja brillante con bandas negras (Figura 1b). Las orugas permanecen dentro de los cladodios por casi dos meses en el verano y por cuatro meses en el invierno. Al

final del estadio larval salen para empupar en el suelo, protegidas por las pencas secas o en putrefacción, o restos vegetales, en la base de la planta. (Zimmermann and Granata, 2000; Lobos, 2005).

La población de *Cactoblastis* esta expuesta a un conjunto de factores bióticos y abióticos que afectan negativamente a los huevos, larvas y pupas. Se ha encontrado a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitando desoves. En tanto que las larvas fueron parasitadas por *Apanteles opuntiarum* (Hymenoptera: Braconidae), *Podogaster* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Epicoronimyia mundelli* (Diptera: Tachinidae), *Pseuchaeta* sp. (Diptera: Tachinidae) (Logarzo, G y Varone, L. no publicado). Se han observado hormigas predando los desoves, los cuales también sufren el desprendimiento de la planta por efecto de los vientos que corren normalmente en los meses de agosto y septiembre. En este sentido, el seguimiento de la oviposición en plantaciones comerciales en Santiago del Estero se ha detectado la caída de más del 45% de los desoves marcados en muestreos realizados en el mes de septiembre.

En base a las observaciones realizadas sobre la bioecología y comportamiento de la plaga y considerando las herramientas de control disponibles para plagas agrícolas, se han podido desarrollar algunos procedimientos orientados a la prevención y supresión de *C. cactorum*.

- i. **Eliminación de los cladodios dañados:** Esta tarea tiene la doble función de eliminar las paletas que tienen daño y generar una estructura más fuerte de planta. Esta operación se debe hacer antes de finalizado el invierno y después de detectadas las nuevas perforaciones, de aquellos desoves que no fueron eliminados. Durante la primavera y verano, es necesario revisar la plantación en busca de los cladodios dañados. Las paletas eliminadas pueden ser utilizadas para el alimento del ganado, enterradas o bien colocadas en un pozo y cubiertas con alguna malla que permita escapar a los parasitoides de las larvas y pupas del material recolectado. Esta tarea es laboriosa y costosa; particularmente en plantaciones donde no se ha realizado un manejo adecuado de la plaga, desde años anteriores.
- ii. **Eliminación de los desoves:** Los desoves de *C. cactorum* son fáciles de reconocer y eliminar manualmente o con una escobilla de ramas, para el caso que se encuentren muy altos o en lugares poco accesibles de la planta. Las larvas que nacen de los desoves caídos en el suelo no pueden cumplir con su comportamiento normal

como aquellas que se mantienen sobre el cladodio, y finalmente mueren. De ser posible, los huevos eliminados se pueden colocar en un recipiente para su eliminación final por enterramiento o incineración. Esta tarea se ve facilitada por el largo período embrional que tiene el insecto. Para la primera generación, es posible recorrer la plantación cada 15 días y en tres oportunidades, una vez que se han detectado los primeros desoves. Para las siguientes dos generaciones, con mayor temperatura, las colectas deben realizarse cada 10 días. Si bien esta tarea puede resultar engorrosa y costosa, su eficacia es muy alta y con personal entrenado, se realiza mas facil y rapidamente, disminuyendo las erogaciones efectuadas. En la experiencia práctica, se ha visto una excelente recuperación de las plantaciones en las que se eliminaron los desoves en las tres generaciones y en años sucesivos.

- iii. **Control químico:** Si bien en la actualidad el cultivo de la tuna no tiene insecticidas registrados para su protección contra las plagas, a fin de desarrollar esta técnica, se han probado diferentes insecticidas, dosis y momentos de aplicación. Los conocimientos adquiridos pueden ser la base para futuras gestiones de registro en el marco de los cultivos desprotegidos que puede reconocer el Servicio Nacional de Sanidad de cada país. La aplicación de insecticidas se ha orientado en dos momentos y con dos propósitos diferentes: en primera instancia sería para prevenir el ingreso de las larvas cladodio y en el segundo momento el objetivo es controlar las larvas que ya ingresaron en la paleta. Del conjunto de insecticidas disponibles y con los antecedentes de control químico de Sudáfrica principalmente, se seleccionaron, entre otros: Carbaril (SEVIN 85% WP), 100 gr/hl y Spinosad (Tracer 48% SC) 30 cc/hl y Deltametrina (DECIS 10% EC), 10cc/hl que resultaron con muy buen nivel de eficacia, Tanto para prevenir el ingreso de las larvas neonatas, como para controlar aquellas que ingresaron por lo menos diez días después de nacidas (Lobos, E. 2005, Lobos et al., 2000, 2007). Para la aplicación de los insecticidas resulta fundamental agregar coadyuvantes que faciliten el depósito y cobertura de los principios activos sobre la superficie cerosa de los cladodios. Los mejores resultados se obtuvieron con el agregado de a base de un concentrado soluble de alcohol graso monoramificado etoxilado (Ecorizospray 48%), en concentración del 0.05%. Si

bien el control químico no es común en los sistemas productivos de los pequeños productores, puede resultar viable en grandes extensiones y en cultivos altamente tecnificados o con en regiones con alto costo de mano de obra.

- iv. **Control etológico:** La feromona de *C. cactorum* es 54% de (Z,E) -9,12 tetradecadien-1-ol acetato, 42% de (Z,E) -9,12 tetradecadien-1-ol y 4% (Z,E) -9,12 tetradecen-1-ol acetato (Heath, R. et al. 2006) y solo está disponible para fines experimentales o monitoreos oficiales en América del Norte. Al contar con emisores de feromona de esta plaga, se trabajó en cultivos comerciales de tuna en Santiago del Estero-Argentina para evaluar la efectividad de la técnica del trapeo masivo, para prevenir el daño de la plaga. Los resultados preliminares de la colocación de 20 trampas/ha, mostraron una excelente respuesta en la disminución de los cladodios dañados, comparando con los niveles de infestación naturales, ocurridos en las áreas sin trampas, las que el número de cladodios dañados fue tres veces mayor.
- v. **Control biológico:** Se nombraron anteriormente enemigos naturales presentes en las plantaciones de tuna atacando larvas y huevos. Normalmente el parasitismo o la predación no son suficientes para evitar el daño de la plaga y no se conocen experiencias orientadas a la utilización del control biológico de esta plaga.

Existen un conjunto de conocimientos sobre la bioecología, y comportamiento de *C. cactorum*, que son el fundamento de las medidas recomendadas y recomendables para prevenir el daño de la plaga y contar con un cultivo más longevo y productivo. Los mismos se pueden combinar optimamente en un programa de manejo integrado de plagas, con efectos favorables para el productor y los consumidores de los frutos, paletas, sean frescos o procesados.



*Figura 1: C. cactorum: a) desove b) último estadio larval, previo a la pupación*

## **PRAGAS DA PALMA FORRAGEIRA NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL E PROSPECÇÃO DE CONTROLE**

O semiárido brasileiro compreende uma área de 11,39% do territorial nacional e aproximadamente 60% da região Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). Abriga uma vegetação xerófila, denominada caatinga, sob condições de escassez ou irregularidades pluviométricas e diferenciações térmicas (Silva et al., 2010).

A palma forrageira representada pela *Opuntia ficus indica* (L.) Mill, com as cultivares Gigante, Redonda e Clone IPA-20, e *Nopalea cochenillifera* Salm Dick, conhecida como Miúda ou Doce (Santos et al., 2006), ocupa aproximadamente 600 mil hectares, sendo a maior reserva de forragem do mundo (Silva et al., 2010). Sua principal utilização no Brasil é como forragem, servindo de alimento de subsistência dos rebanhos bovino, caprino e ovino, especialmente em períodos de seca.

Dentre os fatores limitantes, os hemípteros fitófagos representados pelas cochonilhas *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896 (Hemiptera: Dactylopiidae) conhecida no Brasil como cochonilha do carmim ou cochonilha de sangue, e *Diaspis echinocacti* Bouché, 1833 (Hemiptera: Diaspididae) denominada de escamas, mofo ou lêndeas da palma, são consideradas as principais pragas de importância econômica da cultura.

### **Dactylopius opuntiae Cockerell**

É atualmente praga-chave da cultura, principalmente nos estados de Pernambuco e da Paraíba (Lacerda et al., 2011). Com perdas de mais de 100 mil hectares, com um déficit na produção de leite em torno de 80% (Lopes et al., 2010; Gorch-Lira & Lira, 2011). São facilmente reconhecidas no campo, pela semelhança a

flocos de algodão. Os adultos apresentam acentuado dimorfismo sexual (Figura 2a,2b). As fêmeas apresentam forma ovalada, são ápteras, ápodas e sedentárias, de coloração marrom avermelhado devido à concentração de ácido carmínico em sua hemolinfa. O ciclo biológico é de 77 dias para as fêmeas e de 43 dias para os machos Flores-Hernández et al.(2006). No entanto, Warumby et al. (1998) detectaram em condições climáticas de Pernambuco, que o ciclo reduziu para 35 dias no período de verão e de 45 dias nos meses mais frios. Recentemente, (Silva et al., 2012) realizaram a flutuação populacional de *D. opuntiae* no município de Serra Talhada, sertão de Pernambuco, constatando que a dispersão de uma área colonizada para uma outra sadia levou cerca de 30 dias, atingindo 24% das plantas.

A fase de ninfas caminhanter é uma das mais importantes, visto que representa o período dispersivo da praga, onde medidas de controle precisam ser rapidamente adotadas para se evitar a disseminação para novas áreas (Figura 2c). Sabe-se, que atualmente existem cerca de 60 municípios infestados em todo o estado de Pernambuco.

Diversas ações de controle vêm sendo recomendadas para *D. opuntiae*. Dentre essas, a que mais se destaca é a seleção e implantação de variedades resistentes. Diversos genótipos de palma forrageira vêm sendo estudados pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, desde 2001. Foram avaliados mais de 1000 acessos procedentes do Banco de Germoplasma do IPA, em condições de competição de campo, onde permitiram identificar sete genótipos resistentes, (IPA-200013/F13, IPA-200015/F15, IPA-200016/Orelha de elefante Mexicana, IPA-200174/Orelha de elefante Africana, IPA-200206/Orelha de Onça, IPA-200205/IPA-Sertânia e IPA-10004/Miúda). Todos apresentaram ausência total de incidência da praga durante 14 meses em campo (Santos et al. 2006). Resultados semelhantes foram obtidos por Batista et al. (2007) e Lopes et al. (2007). Em laboratório, clones procedentes de cultivo in vitro confirmaram a resistência dos genótipos Miúda e O. Elefante Mexicana (Silva et al., 2007). A partir desses resultados, o governo do estado implementou um programa de distribuição de cladódios resistentes, em propriedades rurais, totalizando cerca de 169 Unidades Técnicas Demonstrativas - UTDs, e um total de 7.250 toneladas para os genótipos Miúda e O. Elefante Mexicana (Figura 3).

O uso de produtos biodegradáveis também contribui significativamente para minimizar populações de *D. opuntiae*, sendo recomendados em função dos resultados de pesquisa, os extratos a base de Nim, *Azadirachata indica* A. Juss, detergente neutro, sabões e óleos minerais. A tabela 1 mostra a eficiência desses

produtos, com destaque para o nim a 2%, quando obteve um percentual de mortalidade de 100%, aos 57 dias da aplicação (Lacerda et al. 2011).

Quanto aos inimigos naturais de *D. opuntiae*, existem relativamente poucos representantes nativos que contribuem significativamente para o controle dessa praga. Dentre esses, *Zagreus bimaculosus* Mulsant (Coleoptera:Coccinellida), *Coccidophilus citricola* Brèthes (Coleoptera, Coccinellidae), *Salpingogaster conopida Philippi* (Diptera, Syrphidae), *Exochomus* sp (Coleoptera, Coccinellidae) (Lima, et al., 2011), e algumas formigas dos gêneros *Crematogaster victima* Fr. Smith, 1858 e *Dorymyrmex thoracicus* Gallardo, 1916. Alguns fungos entomopatogênicos vêm ocorrendo em campo sobre colônias da cochonilha, porém *Fusarium proliferatum* (Matsush.) é a espécie mais abundante e eficaz no controle natural dessa cochonilha, o que contribui expressivamente na supressão populacional dessa praga (Silva et al., 2012).

*Tabela 1 - Número e porcentagem de colônias mortas de Dactylopius opuntiae em palma forrageira pulverizada com produtos alternativos (Recife, PE).*

TRATAMENTOS	DIAS APÓS INFESTAÇÃO			
	36 dias	43 dias número / (%)	50 dias número / (%)	57 dias número / (%)
Testemunha	0,00 ± 0,00	0,12 ± 0,12 c	0,75 ± 0,31 b	0,75 ± 0,49 c
		(4,16 ± 4,16)	(25,00 ± 10,44)	(25,00 ± 16,36)
Óleo mineral 2%	0,00 ± 0,00	0,87 ± 0,35 abc	2,25 ± 0,25 a	2,75 ± 0,16 ab
		(29,16 ± 11,68)	(75,00 ± 8,33)	(91,66 ± 5,45)
Óleo mineral + sal 2%	0,00 ± 0,00	1,62 ± 0,42 b	2,50 ± 0,26 a	2,37 ± 0,37 ab
		(54,16 ± 13,99)	(83,33 ± 8,90)	(79,16 ± 12,5)
Sal 2%	0,00 ± 0,00	0,25 ± 0,16 c	0,37 ± 0,18 b	1,25 ± 0,41 bc
		(8,33 ± 5,45)	(12,49 ± 6,09)	(41,66 ± 13,73)
Nim 1%	0,00 ± 0,00	0,75 ± 0,25 abc	1,25 ± 0,45 ab	2,50 ± 0,26 ab
		(24,99 ± 8,33)	(41,66 ± 15,10)	(83,33 ± 8,90)
Nim 2%	0,000 ± 0,00	2,00 ± 0,26 a	2,25 ± 0,16 a	3,00 ± 0,00 a

		(66,66 ± 8,90)	(75,00 ± 5,45)	(100,00 ± 0,00)
Manipueira 50%	0,000 ± 0,00	0,62 ± 0,26 bc	0,37 ± 0,37 b	1,62 ± 0,32 abc
		(20,83 ± 8,76)	(12,50 ± 12,50)	(54,16 ± 10,79)
Manipueira 100%	0,000 ± 0,00	0,12 ± 0,12 c	0,37 ± 0,18 b	1,87 ± 0,47 abc
		(4,16 ± 4,16)	(12,49 ± 6,09)	(62,50 ± 15,98)

43 dias: F = 6,6427; P = 0,0000; CV = 20,67%; 50 dias: F = 10,6285; P = 0,0000; CV = 19,07%; 56 dias: F = 4,9109; P = 0,0002; CV = 19,33%

Médias nas colunas seguidas por mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade



Figura 2. Formas biológicas de *Dactylopius opuntiae*. a) Visualização de fêmeas com e sem cera; b) Machos recém emergidos; c) Ninfas caminhantes.



Figura 3. Genótipos resistentes à *Dactylopius opuntiae*. a) Miúda ou Doce; b) Orelha de Elefante Mexicana. Imagens: Demócrito Barbosa, IPA, 2011.

### **Diaspis echinocacti Bouché**

É considerada uma das principais pragas da cultura da palma forrageira. Inseto cosmopolita, presente em todos os cultivos de cactáceas, preferencialmente sobre cultivares do gênero *Nopalea*. Segundo Arruda (1993), o ciclo de vida apresenta uma duração média de 35 dias passando por três fases de ninfais. As fêmeas são sésseis, protegidas por uma carapaça escamosa de cera, apresentando um acentuado dimorfismo sexual.

O controle para *D. echinocacti* baseiam-se na utilização de inimigos naturais, preferencialmente com o predador *Chilocorus nigrita* (Fabricius) (Coleoptera, Coccinellidae) produzido massalmente para fins de liberações inundativas em campos infestados. O controle biológico aplicado com o uso de *C. nigrita* foi pioneiro em Pernambuco e Alagoas, desde 1985, obtendo-se um percentual de controle de aproximadamente 80% (SILVA et al., 2010). Outros biocontroladores como *C. citricola*, *Z. bimaculosus*, *S. conopida*, *Ceraeochrysa* spp (Neuroptera: Chrysopidae) e os parasitoides *Plagiomerus cyaneus* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Prospaltella aurantii* Howard (Hymenoptera: Aphelenidae) contribuem efetivamente no controle dessa praga em campo. Os inimigos naturais são produzidos no CRISOBIOL é uma biofábrica do IPA-PE, implantada nas instalações físicas do Laboratório de Entomologia.

### **MANEJO DE CUATRO PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN DE NOPAL TUNERO EN MÉXICO**

El nopal tunero, *Opuntia* spp (Cactaceae) es parte primordial en la ideología y personalidad del pueblo mexicano, y es un icono del paisaje de este país. El centro de origen del nopal está en la parte central de México y la región del Caribe (Russel y Felker, 1987), por lo que la mayor riqueza en diversidad de especies de esta planta se encuentra en este país, ya que se tienen 104 especies de *Opuntias*, de las cuales 34 son endémicas, y que representan más del 50% de las especies de esta planta en el mundo (Bravo-Hollis, 1978). Sin embargo, como centro de origen de la planta, también es centro de origen de una gran cantidad de insectos especializados en aprovechar la fuente de alimento que representan los tejidos del nopal, afortunadamente, estos insectos plaga a la vez, están intrínsecamente relacionados con una gran diversidad artrópodos benéficos que mantienen sus poblaciones dentro de ciertos límites.

El nopal tunero es un cultivo de gran importancia económica y social por ser una de las pocas opciones de producción real para las zonas áridas y semi áridas de México. Un reto que los productores tuneros enfrentan año con año es mantener la competitividad de este cultivo, a través de hacer más eficiente el recurso económico que se invierte y/o incrementar el nivel de producción de sus huertas. Los insectos plaga son uno de los factores limitantes que disminuyen la cantidad y calidad de la cosecha, así como la duración de la vida productiva del árbol, por lo que se requiere invertir recursos económicos para reducir las poblaciones dañinas de estos organismos, y por tanto, están directamente relacionados con la competitividad del eslabón de producción año con año.

Aunque la planta de nopal tiene una estructura morfológica relativamente simple, se han detectado asociadas a ella al menos 324 especies de artrópodos, de las cuales 92 se pueden considerar como plagas, 49 son enemigos naturales de esas plagas, hay 52 especies de insectos saprofitos, 40 que son visitantes de las flores y 91 especies más que tienen una asociación incidentalmente (Hunter et al., 1912, Mann, 1969). Sin embargo, no todas las especies antes mencionadas alcanzan la categoría de insectos plaga, en las zonas productoras de nopal tunero se tienen 18 insectos plaga que actualmente son de importancia económica en México (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007), de las cuales solo unas cuatro a seis especies se presentan año con año ocasionando daños al cultivo (Mena-Covarrubias, 2002).

### **Factores que reducen la efectividad del control contra los insectos plaga del nopal tunero**

El desconocimiento del productor, sobre cuándo es el momento oportuno para realizar las acciones de control, es la limitante más fuerte para lograr un control efectivo y eficiente de los insectos plaga del nopal. Por ejemplo: 1) las aplicaciones de insecticidas al final de la cosecha (septiembre y octubre) como medida “preventiva”, sin embargo, la efectividad del control de estas aplicaciones es casi 0%, ya que la mayoría de los insectos plaga están dentro de los tejidos del nopal, y lo único que se afecta grandemente son los insectos benéficos que controlan dichas plagas, ya que es la época del año cuando tienen sus mayores poblaciones (Mena-Covarrubias 2012), y 2) el dejar dentro de la huerta, o en las orillas de la misma, las pencas podadas, las cuales sirven como refugio de insectos plaga que emergen más tarde, como es el caso del picudo barrenador, o bien, si se trata de pencas dañadas por picudo de las espinas, picudo de la penca (*Gerstaeckeria spp*), ó cochinilla del nopal (*Dactylopius spp*), los insectos

emigrarán de esas pencas hacia los nopales sanos, y por tanto la efectividad del control cultural será mínima (Mena-Covarrubias, 2004). Otra limitante es la poca cultura para realizar la aspersión del insecticida de una manera que cubra lo mejor posible la parte de la planta donde se encuentra la plaga, debido a dos factores: 1) el productor desconoce aspectos claves de la biología y ecología de los insectos plaga que se presentan año con año en sus plantaciones; este conocimiento es clave para precisar el blanco que se tiene que cubrir al momento de aplicar un plaguicida, y 2) se utilizan bajos volúmenes de agua para hacer una aspersión (normalmente entre 200 y 400 litros de agua por hectárea), cuando se necesita al menos el doble de esas cantidades para lograr un buen cubrimiento de toda la planta de nopal (Mena-Covarrubias 2011).

### **Insectos plaga de importancia económica**

#### *Grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* Cockerell*

La grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* es la principal plaga que limita la producción de nopal tunero en México (Mena-Covarrubias, 2004 y 2011). Durante los últimos años, las poblaciones de este insecto plaga se han incrementado a niveles nunca vistos, llegando a su clímax en el año 2011 (Mena-Covarrubias, 2011). El daño por este insecto plaga debilita la planta, las pencas se caen y los frutos pierden su valor comercial. Este insecto reduce la cantidad y calidad de la fruta cosechada, lo cual afecta directamente la competitividad del eslabón de producción (Mena-Covarrubias, 2011). La grana cochinilla del nopal se identifica fácilmente por las masas algodonosas presentes cerca de la base de las espinas y que al aplastarlas producen un líquido de color rojo – morado. Recién nacidas, las ninfas son de color rojo púrpura, con tres pares de patas y varios pelos largos en el cuerpo; la hembra adulta es de forma oval y mide de 0.2 a 0.25 cm de largo; los machos parecen pequeños mosquitos, con un par de alas y dos filamentos en el extremo del cuerpo, y tienen el cuerpo cubierto por un polvo blanquecino. Los huevos son puestos bajo el cuerpo de la hembra y eclosionan en unas cuantas horas. Las ninfas pueden permanecer uno o varios días bajo la protección del cuerpo de la madre y luego salen en busca de un lugar para alimentarse; pasan por dos estadíos, de los cuales, el primero se les conoce como vagabundas, porque su función principal es dispersarse. Las ninfas que van a ser hembras pasan 18.1 días en la fase ninfal, en tanto que los machos requieren de 19.8 días en promedio. Las hembras adultas deben pasar por un período de pre-oviposición que dura 18.8 días, y luego comienzan a poner sus huevos por un lapso de 21 días, período durante el cual dan origen a 131 descendientes (el rango va desde 62 hasta 617

huevos por hembra); mientras que la hembra adulta puede vivir casi dos meses, el macho solo vive 3 a 4 días (Flores-Hernández et al., 2006).

La estrategia de manejo contra grana cochinilla inicia con la identificación de los sitios de re-infestación de grana-cochinilla en la huerta y en cada planta, los cuales son clave al momento de realizar las aspersiones de plaguicidas (Mena-Covarrubias, 2010a).

A nivel de planta, un componente clave es la poda de invierno que se hace con el fin de eliminar el exceso de cladodios. Para hacer más eficiente el manejo de grana-cochinilla, se deben de tener plantas que tienen un mínimo de sobre posición entre cladodios (Figura 4), para permitir un cubrimiento de la aspersión cercana al 100%, ya que es la parte interna de las pencas y el tercio inferior de las plantas los sitios donde están presentes las poblaciones de grana-cochinilla que re-infestan año con año las huertas de nopal tunero (Mena-Covarrubias, 2010a).

A nivel de huerta es necesario identificar si la infestación de grana-cochinilla proviene de huertas vecinas o es generada dentro de la misma huerta. Hay que poner atención al nivel de infestación de las huertas vecinas o de los nopales silvestres. La dispersión de las ninfas es fácil observar durante las horas más cálidas de la mañana, cuando éstas se suben a la parte superior de los cladodios (Vanegas-Rico, 2009), y las espinas de los mismos (Mena-Covarrubias, 2011), a esperar la llegada del viento. Las pencas que se eliminan durante la poda se deben de destruir o dar de alimento al ganado, pero no dejarlas tiradas dentro de las calles de la nopalera porque son una fuente de infestación, no solamente de grana, sino de otros insectos plaga de este cultivo (en julio del 2005, la revisión de 10 pencas tiradas en la localidad de Jaulas de Abajo, Pinos, Zacatecas se encontraron: 17 larvas de picudo barrenador, 1 larva de barrenador del nopal, *Moneilema spp.*, y 20 larvas y 27 pupas del barrenador de la unión de las pencas, *Metapleura potosi*, entre otros, Mena-Covarrubias, 2010b).

Como este insecto inverna en las pencas más cercanas al suelo, hacia la parte interna de las mismas, donde está más protegida del viento y frío del invierno, esta parte de la planta debe ser un blanco central al momento de hacer una aplicación de insecticidas. Además, la aspersión debe cubrir tanto enfrente como atrás de cada penca e iniciando la aspersión desde la parte más baja de la planta. El momento oportuno de iniciar el control químico es durante los meses de marzo y abril, cuando la población es baja e inicia su incremento poblacional, y el daño es mínimo; sin embargo es importante iniciar las aplicaciones una vez que se han detectado las ninfas pequeñas (Mena-Covarrubias, 2011).

El silicio, en particular el silicio orgánico (algas marinas fosilizadas) o bien el silicio inorgánico (marmolina tipo talco) aplicados en dosis de 2.5 gramos por litro de agua, mezclado con la misma dosis de jabón biodegradable, es efectivo para controlar la fase adulta de la grana cochinilla (Mena-Covarrubias, 2010a). El poder eliminar la fase adulta de la grana cochinilla permite al productor tener menos riesgos en el manejo de la plaga, y reducir el número de aplicaciones para su control. La aplicación del silicio requiere de: 1) llenar hasta la mitad, con agua, el tanque de aspersión, 2) poner a funcionar el sistema de agitación de las aspersora, 3) adicionar el jabón y mezclarlo con el agua, 4) adicionar el silicio, 5) utilizar pistolas con boquillas de 1.5 para asperjar el producto; si la bomba ya no tiene suficiente presión, es necesario utilizar boquillas del 1.0 (Mena-Covarrubias, 2011).

#### *Gusano cebra, Melitara (Olycella) nephelepasa (Dyar)*

Gusano cebra es una de las plagas de mayor importancia para las plantaciones de nopal durante sus primeros tres años de desarrollo, y también, es un buen candidato para ejemplificar la utilidad de conocer información clave sobre su biología y ecología en el diseño de la estrategia de control.

*M. nephelepasa* es un insecto que tiene dos generaciones por año, información determinada tanto en Zacatecas (Mena-Covarrubias, 2002), como en otras partes de México (Sánchez-Borja, 2001). El estado adulto es una palomilla gris oscura, de hábitos nocturnos que es atraída por la luz artificial. Los adultos del gusano cebra se presentan durante los meses de marzo a junio y de agosto a noviembre (Mena-Covarrubias, 2002), por lo que la utilización de lámparas de luz para su control se deben prender durante estos meses. Este insecto pone sus huevos sobre las espinas del nopal, en paquetes que van desde 1 hasta 8, con un promedio de  $3.0 \pm 1.1$  (Mena-Covarrubias, 2002).

El control cultural, dirigido a eliminar las larvas antes de que dejen la penca dañada para pupar en el suelo (cerca de la penca madre), se debe realizar durante los meses de diciembre a marzo y de mayo a julio (los daños de gusano cebra son más evidentes a medida que crece la larva (Figura 5) y se aproxima el momento de dejar la penca dañada) (Mena-Covarrubias, 2002).

Finalmente, el control químico de la larva se debe de realizar cuando se encuentran en sus primeros estadios de desarrollo, por tres razones: a) el 80% del daño lo ocasionan las larvas de los dos últimos estadios, b) es más difícil matar una larva de mayor tamaño; estudios realizados con el gusano *Spodoptera* sp reportan que mientras se requerían sólo 5 nanogramos (ng) de insecticida para matar al estadio

2, se necesitaban 500 ng para destruir el estadio 4, una dosis 100 veces mayor (Anónimo, 1978), y c) el gusano cebra pasa sus primeros tres estadios cerca de la superficie de la penca, donde es más fácil que entre en contacto con los residuos de la aspersión de insecticida (Mena-Covarrubias, 2002). Aplicar un insecticida para controlar las larvas pequeñas, antes de que empiecen a hacer sus galerías hacia la parte central de la penca, lo cual sucede durante los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Sobre la base de los picos poblacionales de los adultos, también se puede aplicar un insecticida al anochecer, dirigido contra las palomillas adultas.

### *Picudo barrenador, *Metamasius (Cactophagus) spionolae* (Gyllenhal)*

Este insecto plaga puede causar grandes daños cuando se presenta en poblaciones elevadas, debido a que una sola larva puede potencialmente hacer caer una planta de nopal en producción, debido a que favorece el desarrollo de pudriciones secundarias y/o la llegada de insectos saprófitos que hacen crecer grandemente estas pudriciones. Es una plaga tanto de plantaciones en desarrollo como en producción (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

El adulto de este insecto plaga se identifica fácilmente porque es un picudo grande, robusto que mide 2.2 a 2.5 cm de largo, es de color negro con cuatro manchas naranjas en la parte posterior del cuerpo; los huevos son de color blanco cremoso; la larva también es de color blanco cremoso con la cabeza de color café a rojo oscuro, no tiene patas, es más gruesa en la parte media del cuerpo, y su tamaño es similar o un poco mayor al de los adultos; la pupa es de color naranja amarillento en la cual se puede ver el pico y las patas del adulto en formación (Figura 5).

Este insecto plaga tiene una sola generación por año, los adultos pueden vivir varios meses y empiezan a emerger desde el mes de abril, aunque la mayoría lo hace una vez que se establece el período de lluvias durante el verano, no vuelan. Los huevos comienzan a ponerlos a fines del mes de mayo y continúa hasta los meses de agosto y septiembre; las larvas están presentes durante el verano, otoño y parte del invierno; la pupa se desarrolla mayormente durante los meses de marzo y abril (Mena-Covarrubias, 2002).

La eliminación de las larvas, pupas o adultos de este insecto plaga durante los meses de enero a mayo es una opción de control. La presencia de este insecto se detecta a través de las masas de goma que se encuentran en la base de los nopales atacados (tanto de huertas en desarrollo como en producción); estas masas de goma son visibles con facilidad a partir del otoño. El control es a través de la

extracción mecánica del insecto, y es un método efectivo, aunque muy laborioso (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

La aspersión de insecticidas se debe de realizar a las dos semanas de iniciadas las lluvias de verano, debido a que es cuando ya han emergido la mayor cantidad de adultos de este insecto plaga. Se debe de tener cuidado en mantener la huerta libre de pencas tiradas durante este tiempo, ya que el picudo barrenador le gusta esconderse bajo ellas, lo cual reduce la efectividad de esta acción de control.

### *Escarabajo barrenador o “torito”, Moneilema spp*

Al igual que el picudo barrenador, las larvas de Moneilema ocasionan pudriciones dentro de los tejidos del tallo de las plantas de nopal, que es su sitio preferido de alimentación, con la consecuente posible pérdida de un brazo o la planta entera de nopal.

Los adultos son escarabajos de color oscuro, muy compactos, con antenas que llegan hasta la mitad de su cuerpo; los huevos son ovalados; las larvas no tienen patas y su cuerpo presenta pliegues muy marcados; la pupa es de color blanco cremoso y que muestra la cabeza muy similar a lo que será la del adulto (Figura 5).

El daño es causado por la larva al hacer un túnel que empieza cerca de la base de la penca que pega con el suelo, ese túnel se dirige hasta la base de la penca, lo que resulta en el debilitamiento o la muerte de la penca madre; los adultos se alimentan preferentemente de las pencas nuevas (Figura 5), durante la noche, aunque a veces también pueden dañar los frutos (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

En nopales en producción ocasiona un daño similar al picudo barrenador.

La eliminación de las larvas de este insecto se puede realizar durante los meses de noviembre a marzo, que es cuando más fácil se detectan las masas de goma (son similares a las del picudo barrenador; también prefiere los tejidos maduros del nopal, como lo es el tronco y las ramas principales; y también ataca huertas en desarrollo y en producción). Debido a que este es un insecto de hábitos nocturnos, la aplicación se debe de realizar al oscurecer, durante el mes de mayo y junio a más tardar. Para detectar la presencia de este insecto plaga, se deben revisar las pencas nuevas o las que se desarrollaron el año anterior para buscar en ellas los daños de alimentación de los adultos. Debido a que es un insecto que no tiene alas, normalmente se presenta atacando ciertos manchones de la huerta, los cuales se deben de marcar para dirigir ahí las acciones de control. También se debe tratar de identificar el foco de infección, el cual puede ser otra huerta, o bien, nopales silvestres en las cercanías, lo cual se confirmará con la presencia de

las larvas o los adultos en esas áreas (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007; Mena-Covarrubias 2002).

### *Picudo de las espinas, *Cylindrocopturus biradiatus* Champ*

El adulto es un picudo pequeño que mide menos de 1 cm de largo, es de color grisáceo con manchas negras y amarillentas, que cuando camina parece una araña; las larvas son gusanos pequeños, curvos, de color blanco sucio. Las larvas ocasionan el daño más importante al alimentarse en la base de las espinas ocasionando la aparición de los listones de goma; como resultado del daño, la yema de flor o vegetativa es destruida.

El control preventivo debe dirigirse a los adultos cuando la mayoría de ellos han emergido de las pencas de nopal (normalmente es en el mes de mayo); se puede precisar la fecha de emergencia de los mismos en base a la detección de los hoyos que hacen los adultos al salir de la espina atacada. La clave del monitoreo debe de estar enfocada a detectar la emergencia de los adultos de este insecto plaga, ya que es el estado más susceptible al control químico (Mena-Covarrubias, 2004). La emergencia de los adultos se detecta fácilmente en campo, al revisar semanalmente durante los meses de marzo a junio, las pencas atacadas el año anterior; lo que se busca son los orificios de salida que hacen los adultos de este insecto; al graficar los datos se precisa que la emergencia de los adultos inició el 10 de marzo, el 50% se tuvo para el 3 de mayo, el 75% para el 28 de mayo, y el 100% se observó el 9 de junio del 2003 (Mena-Covarrubias, 2004).

Se puede utilizar el insecticida Malation para controlar este insecto, la aspersión del producto se debe dirigir hacia el tercio superior de la planta, donde se encuentran los brotes tiernos, porque es ahí donde prefiere estar este insecto. La eliminación de una penca con daño de picudo de las espinas se debe hacer entre octubre y febrero, cuando aún no han emergido los adultos; estas pencas se deben destruir después de cortarse, ya sea quemarlas, enterrarlas o dárselas como forraje al ganado.

Es importante que las acciones de control se hagan de manera conjunta con las plantaciones vecinas que están infestadas para obtener resultados efectivos, y no olvidar dirigir las acciones de control también a los nopales que silvestres que se encuentran en las cercanías y a lo largo de los caminos.

### *Las nopaleras silvestres y el manejo de las plagas del nopal*

Los nopales silvestres son hospederos de plagas y enfermedades que atacan a los nopales cultivados, por ejemplo, el nopal cacanao (*Opuntia lindheimeri*) tiene un 60% más de insectos plaga que el nopal cultivado (*O. ficus indica*); el nopal

cardón (*O. streptacantha*) alberga un 20% más de insectos plaga que el nopal cultivado (Moran, 1980). Por otra parte, las dos especies plaga de cochinilla más comunes en México (*Dactylopius opuntiae* y *D. ceylonicus*) tienen 26 y 30 especies de nopales del género *Opuntia* como hospederos, respectivamente; la palomilla del nopal, *Cactoblastis cactorum*) un insecto plaga que puede invadir nuestro país en los próximos años, puede atacar 29 especies de *Opuntias*; la escama *Diplacaspis echinocacti* tiene 34 hospederas cactáceas (Moran, 1980).

Además de la diversidad de especies de insectos presentes en las plantas de *Opuntia*, de la plasticidad que tienen algunos de estos insectos para atacar un gran número de especies de nopal, y de la sincronía con la que se desarrollan sus poblaciones en plantaciones silvestres y cultivadas (como se mostró anteriormente con el picudo de las espinas), en México se estima que las poblaciones silvestres de *Opuntia* ocupan cerca de 3,000,000 de hectáreas, que comparadas con las 360,000 hectáreas cultivadas para la obtención de fruta, forraje y nopalito (Zimmermann et al., 2000), representan una relación 10 a 1, es decir, las plantaciones silvestres son una de las fuentes más importantes de insectos plaga y benéficos que invaden las huertas de nopal, y por tanto el entendimiento de las relaciones con su fauna insectil son clave en el manejo integrado que se lleve a cabo en los nopales cultivados.

### **La educación del consumidor, piedra angular del manejo de plagas en nopal**

El consumidor de tunas y nopalitos, rara vez se considera como el actor principal en las decisiones de control que se llevan a cabo en las huertas, donde se generan los productos que él demanda; sin embargo, el consumidor determina muchas decisiones de control, especialmente sobre el uso de insecticidas.

Es indiscutible que actualmente la sociedad quiere alimentos sanos, de buena calidad y baratos, y también existe mayor conciencia ecológica, que busca reducir o eliminar el uso de plaguicidas, pero, como consumidores ¿qué compromisos estamos dispuestos a adquirir para lograr este ambiente limpio?

El minador del nopal, *Marmara* spp es una de las plagas de mayor importancia que reduce los ingresos económicos de los productores de tuna localizados en el municipio de Pinos, Zacatecas, debido al daño que ocasiona la larva cuando se alimenta de la cáscara de los frutos; una tuna con daño de minador, no tiene valor comercial porque el comprador de tunas, simple y sencillamente no las quiere; por lo anterior, el productor tiene que hacer una o dos aplicaciones de insecticidas para producir tunas sin daño de este insecto. El minador es una

plaga que sólo afecta la calidad cosmética o apariencia externa de la tuna, no sus propiedades nutricionales o gustativas, y lo primero que hacemos cuando nos comemos una tuna, es tirar la cáscara al suelo. Un pequeño cambio en la actitud del consumidor (educándolo) para que “acepte” una tuna con daño de minador, permitiría eliminar este insecto de la lista de plagas del nopal, y lo más importante, no se realizarían aplicaciones de insecticidas para su control (en la historia del control de plagas, no se ha eliminado de la lista de plagas una sola especie, a través de los métodos de control convencionales).



Figura 4. a) Planta de nopal con pencas bien espaciadas que permite un buen cubrimiento de la aspersión del insecticida. b) Planta de nopal que dificulta el cubrimiento de todas las áreas infestadas de grana cochinilla.



Figura 5. Diferentes estadios de desarrollo de *Melitara (Olycella) nephelepasa* (a); Adulto de *Metamasius spinolae* (b); Pupa y adulto de *Moneilema spp* (c).

## LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1978. Técnica de aplicación y biología. Ciba-Geigy, Basel, Switzerland. 6.21: 12p.
- Arruda Filho GP, Arruda, GP. Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti*, praga da palma forrageira em Brasil. Man. Int. Plagas Agroecol. 2002; 64: 1-4.
- Batista JL, Lopes E.B.; Brito CH, Albuquerque IC. Resistant cactus pear to carmine cochineal (*Dactylopius opuntiae*) in Cariri Occidental Region, State of Paraíba, Brazil. in: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL 2007; 6: Abstracts... João Pessoa: SBF, 2007. 1 CD-ROM.
- Bravo-Hollis, H. H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, 743 pp.
- Flores Hernández A, Murillo-Amador B, Rueda-Puente EO, Salazar-Torres J.C, García-Hernández JL, Troyo-Diéguez E, Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae). Rev. Mex. Biodiv. 2006; 77: 97-102.
- Flores-Hernández, A., B. Murillo-Amador, E. Rueda-Puente, J. Salazar-Torres, J.L García-Hernández y E. Troyo-Diéguez. 2006. Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae). Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 97-102.
- Heath, R. et al. 2006. Pheromone-Based Attractant for Males of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Env. Ent. 35(6):1469-1476. 2006.
- Hunter, W. D., C. F. Pratt, D. J. Mitchel. 1912. The principal cactus insects of the United States. United States Department of Agriculture Bureau Entomology Bulletin, 113:1-71.
- Lacerda CA, Santos VF, Borges LR, Santos, EA, Costa EKSL, Silva Filho CAT, Aquino RE, Silva DMP. Utilização de produtos alternativos para controle da cochonilha-do-carmim *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) em palma forrageira. Pesquisa Agropecuária Pernambucana 2012; 16: 31-41.
- Lima, MS, Silva, DMP, Falcao, HM, Ferreira, WM, Silva, LD, Paranhos, BAJ Predadores associados à *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) em palma forrageira no Estado de Pernambuco, Brasil. Revista Chilena de Entomología 2011; 36: 51-54.
- Lobos, E. J. Ochoa and C. Soulier. 2002. Control of *Cactoblastis cactorum* Berg (Lepidoptera: Pyralidae) Preliminary studies for chemical control. IV International Congress on cactus pear and Cochineal. Tunes. 22-28 de Octubre. Acta Horticulturae 581
- Lobos, Enrique, 2005. Control de *Cactoblastis cactorum* Berg. Principal plaga de la tuna en Argentina. Taller de Aprovechamiento del nopal. Santiago del Estero, octubre de 2005. pp: 26-32.
- Lobos, Enrique, Daniel Salomon, Judith Ochoa, 2007. Control Químico de Larvas de *Cactoblastis cactorum* (Berg), en Cladodios de *Opuntia ficus Indica*. IV International Congress on Cactus Pear and Cochinela and VI Meeting of FAO Cactus Net. Joao Pessoa-Paraiba- Brasil. 22-26 de octubre de 2007.

- Lopes EB, Batista JL, Brito CH, Santos DC Pragas da palma. In: Lopes EB (Ed.). Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino. João Pessoa: EMEPA/FAEPA 2007; 34-40. (CD-ROM)
- Lopes EB, Brito CH, Albuquerque IC, Batista JL Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp) e (*Nopalea* spp) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. Engenharia Ambiental 2010; 7: 204-215.
- Mann, J. 1969. Cactus-feeding insects and mites. Bulletin of the United States National Museum 256: 1-158.
- Mena-Covarrubias J. 2002. Manejo integrado de las plagas del nopal. Avances de investigación dentro del proyecto "Optimización de los procesos productivos del nopal (*Opuntia* spp) en función de su competitividad y sustentabilidad en Zacatecas". INIFAP Zacatecas. Documento interno.
- Mena-Covarrubias, J. 2004. Manejo integrado de las plagas del nopal: una propuesta para tomar mejores decisiones de control. In G. Esparza, R.D. Valdés and S. Méndez (eds.). Nopal: tópicos de actualidad. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 125-140
- Mena-Covarrubias, J. 2009. Alternativas de control biológico de plagas del nopal. pp. 95-110. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdés C. (eds.). Memorias del VIII Simposium-Taller nacional y 1er Internacional de producción y Aprovechamiento del Nopal. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L., México. 285p.
- Mena-Covarrubias, J. 2010a. Control de grana-cochinilla en nopal. Ficha de Tecnología Transferida. INIFAP; Campo Experimental Zacatecas. 2p.
- Mena-Covarrubias, J. 2010b. Insectos plagas del nopal: como tomar decisiones con un enfoque de manejo integrado. 65-73. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdez C. (eds.). Memorias del IX Simposium-Taller nacional y II Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal Y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300p.
- Mena-Covarrubias, J. 2011. Alternativas para el manejo integral de grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) en nopal tunero. 73-81. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdez C. (eds.). Memorias del X Simposium-Taller nacional y III Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal Y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300p.
- Mena-Covarrubias, J. 2012. Plagas de importancia económica para la producción de nopal en México, pp. 133-147. In Blanco-Macías, F.; R. E. Vázquez-Alvarado; R.D. Valdez-Cepeda; J.A. Santos-Haliscak (Editores). Memoria del XI Simposium-Taller Nacional y IV Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 236 p.

- Mena-Covarrubias, J. y S. Rosas-Gallegos. 2007. Guía para el Manejo Integrado de las Plagas del Nopal Tunero. INIFAP, Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México. Publicación Especial # 14, Segunda Reimpresión, 34 p.
- Ministério da Integração Nacional-Min. Nova delimitação do semiárido brasileiro. 2005; Brasília, DF, 32p.
- Moran, V. C. 1980. Interactions between phytophagous insects and their *Opuntia* hosts. *Ecological Entomology* 5: 153-164.
- Russell C. and P. Felker. 1987. The prickly pears (*Opuntia* spp. *Cactaceae*): a source of human and animal food in semiarid regions. *Econ. Bot.* 41: 433-445.
- Sánchez Borja, M. 2001. Insectos plaga del nopal verdura en Milpa Alta Distrito Federal. Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Entomología y XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología, del 15 al 18 de junio del 2001, ITESM Campus Querétaro, Qro. pp. 91
- Santos DC, Lira M, Farias I, Dias FM, Costa AF, Pereira VLA, Silva DMP Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim *Dactylopius* sp, em condições de campo. In: Reunião Anual da SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 2006; 43: João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ.
- Silva DMP, Houllou-Kido LM, Santos DC, Ferreira WM, Lima MS, Falcão HM, Tabosa FS, Ferreira RG, Arruda, GP, Resistance of in vitro grown forage cactus clones to *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera, Dactylopiidae). *Acta Horticulturae* 2009; 811: 299-302.
- Silva DP, Borges-Paluch LR, Mergulhão ACES, Figueiredo MVB, Dinâmica populacional da cochonilha do carmim, *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera; Dactylopiidae) no município de Serra Talhada, Pernambuco. In: I Workshop sobre a palma forrageira: usos e perspectivas para o semiárido, 2012, Feira de Santana. I Workshop sobre a palma forrageira: usos e perspectivas para o semiárido 2012; 35.
- Vanegas-Rico, J. M. 2009. Dinámica poblacional de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) y sus enemigos naturales en Tlalnepantla, Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 96 p.
- Warumby, JF, Arruda, GP, Pessoa, LGA, Archanjo Neto, MM. Etologia de la cochinilla del carmim (*Dactylopius* spp.) (Homoptera, Dactylopiidae) em el departamento Pernambuco – Brasil. In: Congresso Internacional de Grana Cochinilla y Colorantes Naturales, 1998, Oaxaca, México. Memorias... Oaxaca: Bioderivados S.A. Instituto Tecnológico Agropecuario 1998; 23: 68p.
- Zimmerman H.G. and G. Granata, 2002 “*The cactus-feeding insects and diseases*” PS Nobel, Editor, *Cacti: biology and uses*, University of California Press, Berkeley, pp. 235–254.
- Zimmermann, H.G., M. Pérez, J. Goluvob, J. Soberón y J. Sarukhán. 2000. *Cactoblastis cactorum*, una plaga de muy alto riesgo para las Opuntias de México. *Biodiversitas* 6 (33): 1-14.

# **CURSO-TALLER: ELABORACIÓN DE UNA BALA LABIAL CON CARMÍN DE COCHINILLA**

Gabriela Arroyo Figueroa, Carlos Hernán Herrera Méndez, Lorena Vargas Rodríguez

*Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Privada de Arteaga s/n, C.P. 38900, colonia Centro, Salvatierra, Gto. México. gabiaf@yahoo.com.mx*

## **ABSTRACT**

*In the Second Meeting for the Integral Use of Cactus Pear and Other Cacti and 1st South American Meeting of the CACTUSNET FAO-ICARDA, a workshop entitled «Development of a lipstick with cochineal carmine» was conducted during the September 17 afternoon. Participants included about 50 people among whom students, teachers, nopal producers and researchers were present. The workshop was developed following the established program as the one developed herein. First a short introduction about the concept of cosmetics and some history of the lipstick was presented as well as the classification of dyes, explaining briefly the obtain of carmine, and the process for making a lipstick using this natural dye. Teams of 6 to 8 people each were formed to ensure that all participants were in direct contact with the process. Raw materials such as waxes, oils and cochineal carmine were distributed, in addition to materials such as beakers, glass rods, and molds to solidify the lipstick. Each participating team proceeded with its formulation, mixed the ingredients as indicated, and poured into the mold the corresponding mixture, allowed to solidify and the end product obtained. There was a very good turnout of the participants and very good products were obtained, being lipsticks with good features.*

## **RESUMEN**

Dentro de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA, se llevó a cabo el curso taller titulado: “Elaboración de una bala labial con carmín de cochinilla”, dicho taller se presentó el día 17 de septiembre por la tarde. Participaron en el taller alrededor de 50 personas entre las que se encontraban estudiantes, profesores, productores de nopal, investigadores. El taller se desarrolló siguiendo el programa establecido, mismo que se desenvuelve en el presente documento. Primeramente se expuso una pequeña introducción

acerca del concepto de cosméticos y algo de historia de los labiales, así como la clasificación de los colorantes, explicando brevemente la obtención del carmín de cochinilla, así como el proceso para la elaboración de una bala labial aplicando dicho colorante. Se formaron equipos de trabajo de entre 6 y 8 personas cada uno, para que todos los participantes estuvieran en contacto directo con el proceso. Se distribuyeron las materias primas tales como ceras, aceites y el carmín de cochinilla, además de los materiales como: vasos de precipitado, varillas de vidrio, moldes para solidificar las balas. Cada equipo participante procedió a realizar su formulación, mezclaron los ingredientes según lo indicado, vaciaron la mezcla en los moldes correspondientes, los dejaron solidificar y obtuvieron su producto final. Hubo una muy buena participación de los presentes y se obtuvieron muy buenos productos, balas labiales con buenas características.

## INTRODUCCIÓN

La práctica se realizó empleando un insecto que era utilizado por nuestros antepasados para colorear su piel, telas, muros, plumas, etc. Este insecto se conoce como cochinilla o grana cochinilla (*Dactylopius coccus Costa*) y se hospeda en el nopal (*Opuntia ficus - indica L.*). A partir de él se obtiene la laca carmín, un colorante natural que no ha podido ser desplazado por los colorantes sintéticos. La laca carmín presenta mejores características que los elaborados químicamente a pesar de los adelantos de la química moderna (Rubio, 2000), esto debido a: a) su mejor resistencia al calor y a la oxidación química, comparado con los colorantes sintéticos; b) buena estabilidad frente a la luz; c) no es tóxico para el ser humano. El proceso consiste básicamente en la combinación de dos grupos de mezclas (Arroyo-Figueroa et al, 2006). La primera mezcla está conformada por ceras y aceite, la cual permitirá darle la consistencia adecuada e imprimirle las características que evitan la resequedad de los labios. La segunda mezcla consiste de asociar la laca carmín junto con un aceite para su incorporación y posterior adición a la primera mezcla preparada, esto se puede lograr con ayuda de un proceso de molienda. En este caso, todos los componentes son naturales, lo que se estima evitará la aparición de alergias o reacciones adversas por el uso de productos sintéticos en los cosméticos, además de dar estabilidad del labial ante cambios ambientales. El procedimiento se realiza a dos temperaturas diferentes, para luego vaciar el contenido de la mezcla resultante en un molde que genere la forma de la bala de que consiente al labial. Se deja enfriar y posteriormente se desmolda generando la bala. Esta se podrá colocar en un recipiente plástico para obtener lo que conocemos como lápiz labial.

La ventaja de la formulación y del método que se describen en el presente experimento es el uso de un colorante natural que imparte diferentes tonalidades a la bala según la cantidad de laca utilizada en la composición. Además de ser un producto sin conservadores y sin saborizantes artificiales, lo que garantiza la aplicación de color en los labios sin los efectos secundarios que pudieran tener los compuestos sintéticos (alergias, cáncer, etc.).

## **OBJETIVO**

El objetivo del curso taller fue que los participantes conocieran acerca del proceso de elaboración de una bala labial, utilizando laca carmín como agente colorante y prepararan sus propias balas en el laboratorio.

## **METODOLOGÍA**

Se inició con una conferencia en donde se tocaron puntos como: el concepto de cosmético, la historia de los cosméticos, el concepto de lápiz labial y su historia, clasificación de los colorantes y pigmentos, principales colorantes naturales, obtención del carmín de cochinilla a partir del ácido carmínico y aplicación de este colorante en el área de cosméticos (Fotografía 1).



*Fotografía 1. Plática introductoria acerca de la elaboración de una bala labial con laca carmín.*

Como segundo punto se estableció la formulación para la elaboración de la bala labial, misma que se muestra en la Tabla 1.

*Tabla 1. Formulación general para la elaboración de una bala labial con laca carmín.*

Componente	Porcentaje (%)
Aceite de castor	66.36
Cera de candelilla	8.30
Cera de carnauba	2.05
Cera microcristalina	4.20
Cera de abeja	1.87
Laca carmín	Depende de la coloración final deseada
Aceite de castor	c.b.p.
Total	100.00

c.b.p. Cantidad suficiente para completar el total.

Posteriormente los participantes del taller procedieron a preparar sus balas labiales, mediante la siguiente metodología:

- Limpieza del área de trabajar con agua y jabón. Evitar las corrientes de aire. Finalizar la limpieza pasando un algodón humedecido con alcohol sobre la superficie. Esto con la finalidad de prevenir la contaminación de las balas con microorganismos.
- Empleo de cofia y el cubre bocas para evitar contaminar las mezclas a realizar.
- Elaboración de la *Mezcla A*. Esta mezcla consiste en combinar las ceras junto con el aceite de castor en baño María a una temperatura de 90 °C hasta obtener una incorporación homogénea cristalina (Gráfico 1). Esta mezcla se enfría hasta alcanzar una temperatura de 80 °C.
- Emplear guantes de plástico a partir de este punto, para evitar mancharse las manos con la laca.
- Preparación de la *Mezcla B*. En un mortero se muelen la laca carmín con el aceite de castor durante 2 min aproximadamente (Gráfico 1). Una vez pasado este tiempo, se realiza un barrido sobre un papel para observar si no se presentan grumos o pequeñas partículas de colorante. En los casos que se presente estas imperfecciones, se vuelve a moler y se repite la prueba del barrido las veces que sean necesarias, hasta que no se presente ningún grumo.

- Una vez finalizada la molienda, se procede a adicionar la Mezcla B a la Mezcla A a 80°C, lentamente. Se agitan durante 5 min y se vierten con la ayuda de una jeringa al molde con cuidado de no quemarse (Gráfico 1).
- Se deja enfriar la mezcla en el molde.
- Una vez solidificada la mezcla, se abre el molde con cuidado y la materia solidificada (bala) puede ser introducida a un recipiente para labiales (Gráfico 1). Y la bala labial estará lista para usarse. En la fotografía 2, se observa una bala obtenida por uno de los equipos.

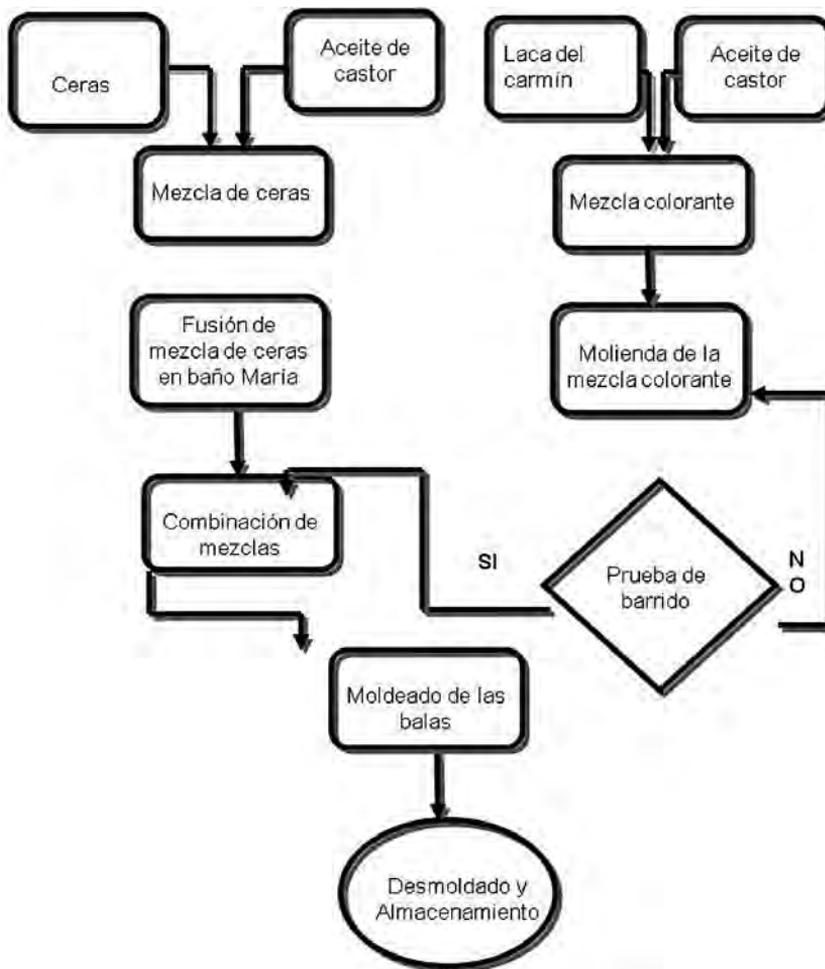


Gráfico 1. Procedimiento para la elaboración de un lápiz labial natural con laca carmín.



*Fotografía 1. Bala labial obtenida por uno de los equipos de trabajo*

## CONCLUSIONES

Cada uno de los equipos de trabajo elaboró una bala labial. Con lo que tuvieron acceso a la información acerca del proceso de elaboración de la bala labial. Además de conocer la aplicación de un colorante natural proveniente de un insecto, como lo es la laca carmín. Con lo que se contribuye a innovar los procesos en el área de los cosméticos para aumentar la competitividad en el mercado de los cosméticos, en especial para un lápiz labial. Al proponer el uso de colorantes naturales como alternativa a la industria de los cosméticos, se podría disminuir el uso de colorantes artificiales, y con ello contribuir con esto a tener una menor cantidad de contaminantes.

## REFERENCIAS

- Arroyo-Figueroa G, Ruiz Aguilar GML, Pérez-Nieto A. *Elaboración de lápiz labial natural con grana carmín, Manual Técnico para Laboratorio*. 2004. UNESS, Universidad de Guanajuato. Pp. 1-27.
- Rubio E. *Estudio económico productivo del Perú*. 2000. Segunda Edición. pp. 12-16.

# TEÑIDO DE FIBRAS CON GRANA COCHINILLA Y OTROS COLORANTES NATURALES

Ana Lilia Vigueras y Liberato Portillo

*Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. Apdo. Postal 1-139, Zapopan, Jalisco. México.  
viguerasanalilia@hotmail.com*

## ABSTRACT

*Natural colorants have been an important factor in the development of man. Many of the products that he consumes are dyed with natural pigments, as well his natural fibers, which do not escape to this issue. Currently there is a growing demand for dyeing natural textiles, one of the dye with major demand worldwide is cochineal (*Dactylopius coccus* Costa), as well are plants, fungi and lichens, which represents a revival of this ancient activity. The present work provide important data to consider during the dyeing process and is summarized in a timely manner to be followed, such as the mordants for cotton, silk or wool. Color extraction and the protocols to follow during dyeing, in order to get different colors and a wide range of shades also is achieved. Additionally some fungi, lichens and plants are listed which may be employed in the dyeing of fibers and color that can be obtained. Finally, such as the use of tools and other relevant aspects.*

## INTRODUCCIÓN

Los primeros datos sobre pigmentos datan desde el período Paleolítico (350,000 A. C.), donde las tierras rojas (óxido de manganeso) fueron empleadas para decorar el cuerpo a manera de tatuajes y decorar las cuevas donde habitaban; entre las antiguas civilizaciones se encuentran los egipcios los cuales se distinguieron por los colores que plasmaron en paredes, cerámica, ritos religiosos y escritura (Delamare y Guineau, 1999).

Los primeros pigmentos utilizados por el hombre fueron de origen natural, en su mayoría obtenida de plantas y animal que recolectaban y que posteriormente cultivaron a propósito. Tal es el caso del añil, la grana cochinilla y muchos otros que todavía son utilizados mayormente en tejidos artesanales (Vigueras y Portillo, 1997).

No se sabe con exactitud el momento histórico en el que comenzó el teñido de fibras textiles con productos naturales (Vrande, 1988), pero se tienen datos de que en las primeras civilizaciones humanas los hombres coloreaban su cuerpo, su ropa y sus utensilios mediante el empleo de colorantes extraídos de plantas (añil y cempasúchil, entre otros), de animales (grana cochinilla y moluscos como el *Purpura panza*), frutos (como achiote y nuez), algunas especies de hongos y ciertos tipos de tierras con alto contenido de sales de hierro y de cobre principalmente (Tlapanochestli, s.f.; Gally, 1982). Desde entonces, a lo largo de la historia, el hombre les dio un amplio uso a los colorantes naturales, desarrollando nuevas técnicas de teñido y combinaciones de colores (Vrande, 1988).

Debido a la escasez de estos productos y a sus precios altos en el mercado, se comenzó a trabajar en la búsqueda de alternativas en los laboratorios. En 1856 el inglés Sir William Perkin sintetizó el primer colorante llamado Malveína o “color malva”, que se obtuvo por oxidación de anilina con dicromato potásico. A partir de entonces se siguieron sintetizando nuevos colorantes como las anilinas derivadas del alquitrán de hulla y otros compuestos químicos similares que vinieron a reemplazar y desplazar del mercado a los colorantes naturales (Vigueras y Portillo, 1995; Tlapanochestli, s.f.; Piña, 1977; Vrande, 1988). Desde hace 130 años se han sintetizado gran cantidad de colorantes artificiales, aproximadamente 10,000 se han producido a nivel industrial; tratando de elaborar productos idénticos a los naturales (Lock, 1997).

Aunque el teñido con colorantes naturales ha caído en el desuso, aún hay lugares donde se continúa con la utilización de los colorantes naturales. De estos lugares se puede rescatar información sobre las técnicas tradicionales de teñido desarrolladas por los antepasados (Gally, 1982).

## **ORGANISMOS PRODUCTORES DE PIGMENTOS**

Existe una gran cantidad de organismos que producen pigmentos, entre los más conocidos están las plantas, las que en su mayoría tiñen de amarillo como es el caso de “santa María”, “orégano” y “tripa de Judas”, pero algunas producen otros colores como el azul del “añil”, el negro del “palo Campeche”, gris del “muicle”, entre otros. El rojo más famoso es obtenido del insecto denominado grana cochinilla, debido a su principio colorante que es el ácido carmínico (Figuras 1 y 2). Algunos otros organismos que no son plantas ni animales también producen pigmentos de interés tintóreo, tal es el caso de varios microorganismos, hongos y las asociaciones que forman éstos con las algas, los que se llaman líquenes.

A continuación se enlistan algunas de las plantas, hongos y líquenes utilizados para el teñido textil.



*Figura 1. Algodón teñido con grana cochinilla, la técnica de estampado es mediante amarres en diferentes partes para crear diseños únicos*



*Figura 2. Diferentes fibras teñidas con grana cochinilla y plantas.*

### PLANTAS TINTOREAS

ESPECIE	NOMBRE COMUN	PARTE UTILIZADA	COLOR
<i>Alchemilla mollis</i>	Pie de león	Planta completa	Amarillo y café
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Cáscara exterior	Amarillo
<i>Artemisa vulgaris</i>	Artemisa	Planta completa	Amarillo. Café y verde
<i>Baccharis vaccinoides</i>	Hierba del carbonero, escobilla y tepopote	Hojas	Amarillo verdoso
<i>Beta vulgaris</i>	Betabel	Hojas o raíz	Amarillo
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Pulpa y semillas, Corteza	Naranja y rosa
<i>Calluna vulgaris</i>	Brecina	Planta completa	Amarillo y café
<i>Coffea arabica</i>	Café	Fruto completo o cáscara del mismo	Café
<i>Cuscuta spp.</i>	Tripa de judas	Toda la planta	Amarillo
<i>Dalia coccinea</i>	Dalia	Corteza	Amarillo
<i>Dalia coccinea</i>	Dalia silvestre	Flores	Anaranjado rojizo
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	Hojas verdes	Amarillo verdoso
<i>Equisetum arvense</i>	Cola de caballo	Planta completa	Amarillo y café claro
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Palo Brasil	Corteza y madera	Rosa y rojo
<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo Campeche, palo tinta, tinte	Corteza y madera	Rojo y morado
<i>Hedera helix</i>	Hiedra	Hojas tiernas	Verde grisáceo
<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica	Toda la planta	Amarillo
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Jamaica	Flores	Café rosada
<i>Jacobinia spiciegera</i>	Muicle, sacatinta, hierba tinta	Toda la planta	Morado, rosado y gris
<i>Juglans regia</i>	Nogal	Cáscara del fruto o ramas con hojas	Café en varias tonalidades
<i>Lippia spp.</i>	Orégano	Toda la planta	Amarillo
<i>Monnina xalapensis</i>	Hierba de la mula, palo de la mula	Frutos	Azul
<i>Phytolacca americana</i>	conguerán	Frutos	Amarillo
<i>Prunus capulli</i>	capulín	Ramas, hojas y frutos	Morado grisáceo
<i>Punica granatum</i>	Granada, tsapyán	Cáscara del fruto	Café
<i>Quercus spp.</i>	Roble	Hojas frescas	Café en varias tonalidades
<i>Rubus spp</i>	Zarzamora, Mora	Brotes de hojas	Gris

<i>Schinus molle</i>	Pirul, molle	Hojas y ramas	Amarillo y verde
<i>Tagetes erecta</i>	santa María	Toda la planta	Amarillo
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león, achicoria, cerraja	Toda la planta	Café
<i>Urtica dioica</i>	Ortiga	Planta completa	Amarillo
<i>Zea mays</i>	Maíz	Estigmas de la flor femenina del elote (cabellos de elote)	Amarillo claro

Gally, 1982; Vrande, 1988; Portillo y Viguera, 1995; Lock, 1997; Leigh, 1993.

### HONGOS TINTOREOS

ESPECIE	NOMBRE COMUN	PARTE UTILIZADA	COLOR
<i>Agaricus campestris</i>	“ “	“ “	Amarillo
<i>Albatrellus cristatus</i>	Hongo o seta	Todo	Verde oliva
<i>Boletus edulis</i>	“ “	“ “	Café
<i>Calvatia gigantea</i>	“ “	“ “	Amarillo brillante
<i>Cantharellus cibarius</i>	“ “	“ “	Amarillo-anaranjado
<i>Coltricia perennis</i>	“ “	Todo	Amarillo pálido
<i>Coprinus comatus</i>	“ “	“ “	Gris
<i>Ganoderma applanatum</i>	“ “	Todo	Amarillo
<i>G. curtisii</i>	“ “	Todo	Amarillo
<i>G. resinaceum</i>	“ “	“ “	Café
<i>G. sessile</i>	“ “	“ “	Café
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	“ “	“ “	Café-anaranjado
<i>Hexagonia hirta</i>	“ “	“ “	Blanco
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i>	“ “	“ “	Amarillo grisáceo
<i>Inonotus radiatus</i>	“ “	“ “	Café -anaranjado
<i>Lactarius deliciosus</i>	“ “	“ “	Anaranjada rojizo
<i>Marasmius oreades</i>	“ “	“ “	Amarillo
<i>Morchella esculenta</i>	“ “	“ “	Café oscuro
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	“ “	“ “	Café
<i>Phellinus gilvus</i>	“ “	“ “	Gris
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	“ “	“ “	Anaranjado
<i>Trametes maxima</i>	“ “	“ “	Gris-anaranjado

Leigh, 1993; Cedano et al., 2001, Silva, et. al., 2002

## LÍQUENES TINTOREOS

ESPECIE	NOMBRE COMUN	PARTE UTILIZADA	COLOR
Lobaria pulmonaria	Liquen pulmón	Todo	Amarillo y café
Peltigera apthosa	Liquen de perro	Todo	Amarillo y café
Usena dayspoga	Barbas de viejo	Todo	Gris, verde glauco
Usnea barbata	Musgo, heno barón, barbas de viejo	Todo	Café
Xanthoparmelia spp	Líquén	Todo	Verde, amarillo y negro (oxidación)
Xanthoria spp	Líquén	Todo	Amarillo-anaranjado

Leigh, 1993; Delamare y Guineau, 1999

## EXTRACCIÓN ARTESANAL DE COLORANTES

### Grana cochinilla

El proceso de extracción del tinte para el teñido se muestra en la figura 1. La cantidad de grana cochinilla dependerá del peso de la fibra que se va a teñir. Por lo general, se utiliza 35% de cochinilla con respecto al peso de la fibra (Portillo y Viguera, 1995).

### Plantas, hongos y líquenes

Para la extracción de pigmentos a partir de plantas, hongos y líquenes pueden usarse frescas o secas. En general se ocupa un 100% sobre el peso de la fibra a teñir (estado seco) o 200% si se emplea utiliza el material en seco. Las plantas que se usen deben remojarse perfectamente con agua caliente en un recipiente donde también se introducirán las fibras. El tiempo mínimo para la tinción es de 30 minutos, durante el cual se debe mover constantemente para favorecer una difusión homogénea del tinte en la fibra (Portillo y Viguera, 1995).



Figura 1. Extracción del tinte a partir de grana cochinilla (Tomado de Portillo y Viguera 1995)

## TÉCNICAS DE MORDENTADO

La mayoría de los tintes naturales requieren de ciertos fijadores o asistentes para poder teñir, estas sustancias son denominadas mordientes, mismas que pueden ser de origen natural o químico, las cuales facilitan la fijación del tinte a la fibra, y además funcionan como elementos de uniformidad y brillo de color. El mordentado puede realizarse antes o después del teñido e implica generalmente agregar el mordiente en agua caliente junto con la fibra que puede estar o no teñida. Para lo cual se tienen tres procesos:

### Método directo

Utilizado desde la antigüedad y consiste en introducir la fibra directamente al tinte.

### Premordentado

Se introduce la fibra sin teñir en agua tibia que contenga un mordiente en suficiente

cantidad para que cubra la fibra. Se deja calentar a un punto de ebullición por un lapso de 30 min a una hora, agitando de manera constante.

### Postmordentado

Se coloca la fibra previamente teñida y/o premordentada en agua tibia que contenga un mordiente. Este procedimiento tiene por objeto cambiar la tonalidad del baño o reforzar la solidez al lavado.

### Tipos de mordientes

El término mordiente es aplicado a cualquier sustancia de origen natural o sintético que sirve para fijar el colorante en la fibra.

Hoy en día los mordientes que se emplean son de origen químico, la mayoría son sales metálicas como: aluminio, cobre y estaño, las cuales se disuelven en agua caliente separando el metal de la sal para posteriormente unirse a la fibra para fijar el tinte. Los productos químicos que son empleados para el teñido de la lana se clasifican en ácidos, sales minerales y bases.

Antes de proceder a la preparación del mordentado, se examina la cantidad de fibra y producto químico con que se cuenta. La forma más fácil es empezar con 100 g (lana, algodón, ixtle, etcétera). Antes de mordentar es necesario humedecer la fibra completamente. Los mordientes se utilizarán en relación al peso de la fibra y se le agregara el porcentaje de acuerdo al cuadro 1.

*Cuadro 1. Mordientes más utilizados en el teñido de fibras naturales*

NOMBRE	CANTIDAD A UTILIZAR
Alumbre	25 %
Dicromato de Potasio	1.5 -4 %
Sulfato cúprico	3 %
Crémor tártaro	6 %
Cloruro de estaño	2 -4%
Sulfato de fierro	3 %

Finalmente a manera de recomendación, es necesario que las fibras estén mojadas por completo antes de teñirse; asimismo, que las ollas donde se mordente o tiña deberán ser de peltre o material no reactivo preferentemente.

## **Mordentado de lana**

El pretratamiento en lana con sales metálicas se conoce como premordentado. Esta fibra tolera muy bien los ácidos, sin embargo las bases no son recomendables porque la fibra no es tolerante. El agua juega un papel fundamental en el teñido, ya que esta se hincha lo que permite una adhesión del colorante a la fibra

## **Mordentado de algodón, ixtle, seda y yute**

Se sigue el mismo procedimiento que para el mordentado de la lana, con excepción del tiempo, ya que en estas fibras el proceso se efectúa durante un período de 1 a 3 d.

## **Aspectos a considerar en el mordentado y teñido**

Las fibras que se van a teñir deberán estar limpias de impurezas para que pueda retener mejor el colorante, pues elementos como la grasa impiden la retención del mismo. Se recomienda lavarlas con agua tibia y jabón en cantidades suficientes para un lavado normal.

Para que la lana no se enrede y tome una coloración uniforme al momento de teñirla, es necesario elaborar pequeñas madejas sujetándolas con hilos de algodón (hilaza) en forma de “ochos” sin apretar demasiado, con la finalidad de facilitar su manejo.

## **TÉCNICAS DE TEÑIDO**

### **Metodología del teñido con plantas**

Para teñir lana con plantas casi siempre se deberá utilizar lana mordentada, ya que muy pocos colorantes vegetales pueden fijarse sin la ayuda de mordientes.

La mayoría de las plantas contienen taninos que pueden ser utilizados como colorantes y la intensidad de color dependerá de la especie que se trate.

Las partes que son utilizadas para teñir son las ramas, hojas, flores, corteza, etcétera, las cuales pueden usarse frescas o secas. Por lo general se ocupa un 100 % sobre el peso de la fibra a teñir (estado fresco). Las plantas que se usen para este propósito, deben de remojar perfectamente con agua caliente en un recipiente lo suficientemente grande para introducir también las madejas de lana. El tiempo aproximado para la tinción es de un mínimo de 30 min, durante el cual se debe mover constantemente para favorecer una difusión homogénea del tinte en la fibra. Una vez transcurrido este tiempo se procede a lavarla.

### **Metodología del teñido en frío**

Para poder teñir fibras vegetales en frío, se tiene que recurrir a los taninos y tierras ferruginosas, los primeros son ácidos que contienen las plantas. El ácido tánico se identifica por su sabor astringente y color café oscuro.

Cuando se desee teñir con una sola planta es necesario utilizar fijadores como: jugo de limón (ácido cítrico), sal común (cloruro de sodio), vinagre natural o comercial de caña, manzana u otro (ácido acético), óxido de hierro o sulfato ferroso. Todos estos pueden manejarse sin problemas.

### **Metodología del teñido con grana cochinilla**

El tinte que se obtiene de la cochinilla del nopal tiene mayor afinidad hacia textiles de origen animal como la seda y lana. Sin embargo también puede teñir hilados de origen vegetal, pero se requiere mayor cantidad de colorante y un proceso de teñido más prolongado.

El teñido de lana con grana cochinilla puede efectuarse de forma directa o con lana previamente mordentada. El mordentado es factible realizarse antes o después del teñido y generalmente implica agregar el mordiente en agua caliente junto con la fibra, la cual puede estar o no teñida. La lana debe dejarse secar a la sombra sin exprimir. Es recomendable que esté mojada por completo antes de teñirse.

## **ETIQUETADO Y ANOTACIONES**

Es importante etiquetar en cada una de las madejas el peso y el procedimiento empleado en el teñido, con la finalidad de volver a obtener una teñido similar; aunque hay que recordar que en ocasiones no se puede igualar el color, debido a factores como el tipo de agua, mordiente (alumbre) o los organismos empleados, por lo que se recomienda teñir la cantidad suficiente.

Las anotaciones son importantes para saber el proceso mediante se obtuvo un determinado color; para mayores datos es conviene tomar una muestra de la fibra teñida, un trozo del organismo empleado (anotando el nombre y la localidad donde se obtuvo) o en su defecto si se puede una fotografía.

## **LITERATURA CITADA**

Cedano MM, Villaseñor IL, Guzmán-Dávalos L. Some Aphyllophorales test for organic dyes. *Mycologist* 2001; 5-2: 81-86

- Delamare F, Guineau B. Color the store of dyes and pigments. Discoveries®. Harry N. Abrams, Inc., Publishers 1999; pp. 12-29.
- Gally R. Teñido de lana con plantas. Ed. Árbol, México. 1982; 136 p.
- Leigh CK. Craft of the dyer. Dover Publications, Inc. New York. 1993; pp. 164-169.
- Lock SO. Colorantes naturales. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1997; 274 p.
- Piña LI. La grana o cochinilla del nopal. Publicación de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, México. 1977; 54 P.
- Portillo L, Viguera AL. Taller de teñido de fibras naturales con plantas. XII Congreso Mexicano de Botánica. Diversidad vegetal de México. 1995; 16 p.
- Silva SC, Viguera AL, Portillo L. Utilización de *Ganoderma sessile* Murril como colorante. 2002. pp. 126-128. En: Portillo L. y Viguera A. L. (Eds.) Memoria del II Congreso Internacional de Grana Cochinilla y Colorantes Naturales y II Reunión Internacional del Grupo de Trabajo en Cochinilla Cactusnet-FAO, Universidad de Guadalajara, México.
- Tlapanochestli. Instructivo para teñir con grana cochinilla. México. 29 P.
- Viguera AL, Portillo L. Folleto de Cría de cochinilla. VII Congreso Nacional y V Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey, Nuevo León, México. 1997; pp. 2-4.
- Vrande LVD. Teñido Artesanal. Enciclopedia CEAC de las artesanías. Ed. CEAC, España. 1988; 139 p.



