
147 Agradezco sinceramente a mí estimado amigo el distinguido filatelista don Emilio Obregón, no sólo haber llamado mi atención a este timbre conmemorativo, sino haberme obsequiado el ejemplar del mismo que en este artículo se reproduce. EL NOPAL Y SU UTILIZACION EN MÉXICO

FACUNDO BARRIENTOS P. *

* Profesor de la Rama de Genética. Encargado del Programa de Mejoramiento de Nopal. Colegio, de Post-Graduados. E. N. A., Chapingo. México.

El nopal en unión del maíz y el maguey, se han considerado como la base de una agricultura estable entre los antiguos mexicanos. Oviedo cita el caso de algunos nativos que comúnmente se alimentaban de la pesca y que, al madurar los frutos de tuna, emigraban en su busca recorriendo de 1 a 2 meses, hasta que terminaba la fructificación, de modo que no es raro que en estos recorridos se llegaran a fundar pueblos en donde abundaba el nopal cuyos frutos eran muy solicitados.

Esta planta era muy apreciada por su utilidad medicinal, alimenticia e industrial; reconociéndose con los nombres de Nochtli o Nopalli, este último para distinguir los de tallos achatados. Diguett (1928) menciona cómo se designaban algunas variedades: Atlatonochtli de *atl*, agua; *tla*, alimento; Azcatnochtli de *azcatl*, hormiga; Iztacxoconochtli de *iztac*, blanco, y *xocotl*, fruto ácido, nombre que en parte se conserva. También se designaban algunos lugares como Nocheztlán (Nochiztlán) lugar de *nocheztli* (cochinilla). La cochinilla daba la grana para teñir telas por lo que era muy apreciada; prosperaba bien en el nopalnocheztli (*Nopalea cochenillifera* (L.)) Salm Dyck. Otro caso es el de Tenochtitlán (cercano a los nopales de Dios).

Según Correa (1952), los españoles diseminaron el nopal en América, España, Francia e Italia; los moros lo llevaron al Norte de África y los portugueses lo introdujeron a Brasil, Angola y la India.

Moraes (1900), menciona que en esta época era muy común en Portugal, España, Argelia, Túnez, Córcega y Canarias. En Portugal se le llama "tabaibo"; se refiere a una variedad sin espinas que se identifica como *Opuntia inermis* L., existe en Túnez, en donde se cultivaba por su excelente forraje para bovinos, ovinos y porcinos.

Las introducciones de nopal a otros países han sido ventajosas o desventajosas. En las Canarias se utilizó con éxito para la producción de la grana proveniente de la "cochinilla" *Dactylopius indicus* Green. En las regiones mediterráneas de Europa, Asia y África se le cultiva ampliamente y la venta de fruto es común en el Sur de Italia (Nápoles). Por el contrario en otras partes ha constituido un problema ya que ha invadido amplias áreas, siendo bastante difícil su erradicación, tal es el caso de Australia en donde se le ha controlado biológicamente a través del insecto *Cactoblastis cactorum*. En Sudáfrica *Opuntia megacantha*, especie mexicana, distribuida aproximadamente en un millón de hectáreas, constituye poblaciones prácticamente impenetrables, en tal forma que se le considera como la peor maleza, Pettey (1948). Con el empleo del insecto *Dactylopius opuntiae* se ha erradicado casi en la mitad de la superficie invadida, sin embargo, las poblaciones de insectos disminuyen por el ataque de sus enemigos naturales (Pettey, 1943): de ahí que se hayan efectuado colecciones de insectos originarios de México para su control (Bennett, 1963).

Otro problema presentado en Sudáfrica es que, al introducir el *Dactylopius* también ha dañado grandemente a las variedades sin espinas empleadas para forraje, de ahí que se tomaran medidas para su erradicación principalmente con el empleo del D.D.T. De las variedades cultivadas: Robusta, Chico y Nudosa fueron resistentes al ataque del insecto (Pettey y Moraes, 1950).

En Brasil se cultiva el nopal para la alimentación del ganado bovino productor de leche y carne en más de un cuarto de millón de hectáreas principalmente en los Estados de Alagoas, Pernambuco y Paraíba (Domingues,

1963).

EL NOPAL EN EL MÉXICO ACTUAL

En México están representados dos subgéneros de *Opuntia* que son *Cylindropuntia* y *Platyopuntia*, el primero con forma cilíndrica y el segundo con forma aplanada. Al subgénero *Platyopuntia* pertenecen los verdaderos nopales (Bravo, 1937). En este subgénero la clasificación es complicada, debido al gran polimorfismo originado por la hibridación ya que el cruzamiento se puede efectuar mediante una polinización entomófila y con posterioridad a la caída del fruto, la diseminación de la semilla por aves es posible, obteniéndose variación genética, la cual puede mantenerse a través de una multiplicación vegetativa. En el género *Opuntia*, ésta se puede efectuar mediante brotes radiculares como en *O. polyacantha* (Itarvey, 1936), en otros casos con segmentos de tallo desarticulados *O. leptocaulis* (Rypma, 1952), en otros en que la reproducción sexual es difícil como en *O. robusta* (diploide), los receptáculos florales caen y con posterioridad pueden emitir raíces.

Debido a la variabilidad genética del material, a la presión selectiva natural y artificial, así como a la reproducción sexual y asexual es que existen diferentes tipos, los cuales prosperan en diferentes condiciones ambientales, algunos ampliamente distribuidos y abundantes como *Opuntia streptacantha* y *Opuntia leucotricha*, conocidas como nopal cardón y duraznillo respectivamente. Dichas especies se localizan principalmente en la zona central Potosina-Zacatecas, mencionada por Velázquez (1962), delimitándose 38 000 Km² con nopal cardón de los cuales se explotan alrededor del 50% y 45 000 con duraznillo con una explotación del 15% (Borja, 1963).

Algunas zonas como Teotihuacán y otras del Edo. de Hidalgo, son reconocidas por la calidad de los frutos que producen sus nopales, en particular la tuna blanca de *Opuntia amyclaea* T. En Milpa Alta en el Edo. de México se le ha dado impulso a la producción de nopal para verdura y se siembra especialmente con ese fin.

Especies como *Opuntia chrysacantha* y *Opuntia lindheimeri* se desarrollan en suelos profundos, por el contrario *Opuntia stenopetala* (nopal serrano) prospera en laderas calizas (Marroquín *et al.*, 1964).

La variación ambiental también es importante en el nopal, Griffiths y Hare (1906) presentan datos del contenido de carbohidratos en *Opuntia phoeacantha* desarrollada en un lugar seco y otro húmedo, observando un aumento de azúcares totales de casi el doble en las condiciones secas. Esto es de interés en la evaluación de materiales.

UTILIZACIÓN

Las especies tuneras son principalmente *Opuntia amyclaea* (blanca) *Opuntia megacantha* (amarilla), *Opuntia streptacantha* (cardón), *Opuntia ficus indica* (de castilla), *Opuntia robusta* (tapón), *Opuntia hyptiacantha* (memelo). En general las especies tuneras también se utilizan por sus brotes como verduras.

Los frutos se utilizan en forma directa o para la elaboración de bebidas (colonche) y dulces (melcocha, queso, mieles). Existen otras posibilidades para la utilización de el nopal y sus frutos: Villarreal, *et al.* (1963), han encontrado que *Opuntia robusta* tiene un contenido alto en pectinas y que *O. ficus indica*, lo es en celulosa. Lo cual permitiría su utilización en el caso de que fuera conveniente derivar estos productos de dichas especies.

La posibilidad de enlatar el jugo de los frutos es muy importante En el trabajo de Villarreal, *et al.* (1964) sobre el enlatado de ellos, se menciona la ventaja de *Opuntia streptacantha* tanto por la viscosidad del jugo, contenido de sólidos y vitamina C como por su color y sabor agradables.

Lozano en 1958 menciona que en EE.UU. de A., con el jugo se preparan colorantes empleados en la alimentación. Anticorrosivos utilizando la parte viscosa e inclusive caucho.

Estas posibilidades se deben tener en cuenta, sin embargo, para que se lleven a cabo, sería necesaria una integración y organización cuyo proceso sería lento, no obstante, para la generalidad de la población que vive en las regiones áridas, existe el recurso de transformar el nopal en lana, leche o carne, lo que sería un paso positivo en su economía.

El nopal como recurso forrajero se palpa en los campos ganaderos del norte en donde se ven los efectos de la sequía. Al terminar la estación de lluvias, los pastos y en general la parte útil de la vegetación prácticamente desaparecen y es cuando los animales sufren por hambre y sed. Hay sin embargo, casos excepcionales en que los

criadores de ganado disponen de plantas de nopal, las cuales cortan y después de quemarles las espinas las utilizan como forraje. Con el poco cuidado del corte y el continuo uso de esta planta, han disminuido las fuentes naturales de abastecimiento a tal grado que el acarreo cada vez más lejano saldrá más costoso. En la actualidad Marroquín, et al. (1964) reportan el precio por tonelada de nopal entre \$80.00 y \$100.00. En los centros de mayor consumo y en nuevas explotaciones conviene utilizar medidas de protección y establecimiento de nuevas plantaciones.

Teniendo en cuenta la importancia que para México representa el cultivo de nopal, el Colegio de Post-Graduados de la E. N. A. inició en 1961 un programa para su mejoramiento. En dicho programa se consideran tres proyectos principales: Mejoramiento genético, manejo y utilización.

Trabajos anteriores sobre el mejoramiento de esta planta se han encaminado principalmente a eliminar las espinas, como los llevados a cabo por Burbank en California. Variedades obtenidas por él se cultivan en Sud-Africa entre ellas se pueden mencionar Monterey y Chico.

Según Griffiths (1938), las variedades sin espinas se han logrado principalmente por selección inconsciente.

MEJORAMIENTO

OBJETIVOS

Al tratar de establecer plantaciones comerciales de nopal para fines forrajeros, se pensó en la ventaja de utilizar variedades fáciles de manejar por ausencia de espinas y de rápido desarrollo. Uno de los problemas principales para su establecimiento definitivo fue la susceptibilidad a las bajas temperaturas que eventualmente llegan a presentarse con intensidad de 12° bajo cero, de ahí que los objetivos principales en el mejoramiento sean: La formación nopales de un desarrollo vegetativo rápido, con ausencia de espinas y resistentes a las bajas temperaturas y a las plagas; desde este punto de vista las principales especies en estudio son: *Opuntia streptacantha*, *Opuntia leucotricha* y *Opuntia robusta*; por su rusticidad. Algunas variedades de las especies *Opuntia ficus indica* y *Opuntia robusta*, por la ausencia de espinas. La planta ideal sería una planta de triple propósito, con poca espina en los tallos, de tal forma que se le pueda utilizar como forraje para el ganado, los brotes tiernos, como verdura en la alimentación humana, además con producción de frutos de buena calidad útiles para derivar de ellos productos para la industrialización.

MÉTODOS

En el Programa de Mejoramiento de Nopal, se han considerado los sub-proyectos siguientes:}

INTRODUCCIÓN

Se han colectado diferentes variedades de las especies antes mencionadas. En nuestro Banco Genético contamos con 96 variedades mantenidas en forma vegetativa y por semilla.

Diferentes variedades seleccionadas se han establecido en distintos lotes de prueba, con el fin de evaluar su comportamiento.

SELECCIÓN

La selección se ha efectuado en poblaciones silvestres y cultivadas, principalmente hacia los objetivos mencionados, por ejemplo: en la especie *Opuntia robusta* se han efectuado selecciones de bastante interés forrajero, con un crecimiento rápido en condiciones de alta y baja humedad relativa y con carencia de espinas, condición muy favorable. Estas variedades se han designado CP.F-1 y CP.F-2, diferenciándose principalmente en la coloración de sus frutos y en la forma de sus tallos. Otra selección actualmente en prueba corresponde a la especie *Opuntia ficus indica* que tiene un desarrollo rápido, ausencia parcial de espinas, tendencia a una alta proliferación y con fruto de color blanco de alto contenido en azúcar y en general comercialmente bueno. La selección también se ha efectuado en plántulas obtenidas con semilla de las variedades colectadas, dicho material ha sufrido bajas temperaturas, inferiores a los 10° bajo cero, las cuales dañaron gran parte de la población pudiendo identificar

individuos sin daño.

ESTUDIOS CARIOTÍPICOS

En cuanto al complemento cromosómico del género *Opuntia*, se tienen evidencias de que existe cierto grado de poliploidía encontrándose una serie que va desde los diploides ($2n=22$) hasta los octoploides ($2n=88$) (Sosa, 1964), correspondiendo la condición diploide a especies silvestres generalmente de reproducción vegetativa, a través de frutos parcialmente desarrollados, los cuales llegan a enraizar posteriormente. En el nivel tetraploide ($2n=44$) encontramos variedades de la especie *Opuntia robusta*, silvestres y cultivadas, las cuales presentan características morfológicas semejantes al diploide lo que hace suponer la posibilidad que estas variedades sean autotetraploides, dichas características son principalmente la coloración de los tallos y protuberancias del fruto. El más alto grado de poliploidía corresponde a *Opuntia amyclaea* ($2n=88$) cromosomas y *Opuntia megacantha* ($2n=88$) cromosomas, especies de buena calidad de fruto y cultivadas especialmente.

HIBRIDACIÓN

Existe una variación muy grande en las variedades tetraploides de la especie *Opuntia robusta*, tanto en el tamaño y forma de sus tallos como en la condición de sus flores, existiendo la condición dióica así como la hermafrodita; también se ha comprobado la autocompatibilidad de algunas especies lo cual permite la formación de líneas. A pesar de la divergencia entre la floración de *Opuntia robusta* y otras especies se han logrado cruzamientos, entre los de más interés está el de *Opuntia robusta* tetraploide con *Opuntia robusta* diploide contra idea de obtener triploides.

Debido a que la selección por calidad de fruto en las segregaciones se puede hacer sólo hasta la formación del mismo, en un período mayor de 3 años, se está tratando de acelerar la fructificación de plantas jóvenes injertándolas en plantas adultas. A la fecha los injertos han desarrollado rápidamente.

MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA

La reproducción vegetativa en nopal, se hace a través de partes de la planta, utilizando dos o más tallos, lo cual dificulta el manejo de las mismas, necesitándose una cantidad grande de ellas y presentando problemas en el transporte. En el material experimental se hace necesario una multiplicación vegetativa rápida a partes de fracciones mínimas de la planta. En pruebas efectuadas con las especies *Opuntia ficus indica* y *Opuntia robusta* se encontró que enraizando partes de tallo y efectuando cortes alrededor de la raíz es posible obtener nuevas plantas las cuales desarrollan rápidamente (Barrientos, 1964).

ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

Se han efectuado estudios acerca de la densidad de población y métodos de siembra. Se ha encontrado que en poblaciones de 866 plantas por hectárea, hasta 1700, al aumentar la densidad aumenta el número de brotes por Ha. En cuanto al sistema de siembra se encontró que depositando las plantas sobre el suelo se tenía la misma eficiencia que colocándolas en cepas y puesto que el primer sistema es más económico además de producir un 38.7% más de brotes, se concluye que es el mejor sistema de propagación. En lo que se refiere a emplear uno o dos tallos en la siembra, se encontró que empleando dos tallos en lugar de uno se obtenía un 11% de más producción.

BIBLIOGRAFÍA

BARRIENTOS P., F. y O. BRAUER. 1964. Multiplicación vegetativa en nopal a partir de fracciones mínimas de una planta. Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México.

BENNETT, F. D., 1963. Report on investigation on *Opuntia megacantha* and related species in Mexico. Commonwealth Institute of biological control. South Africa.

GUSTAVO L., G. 1963, Bosque Comité Mexicano de Zonas Aridas. México, D. F.

- BRAVO H., H, 1937. Las cactáceas de México. Univ. Nal. Autónoma de México. México, D. F.
- CORREA, M. P. 1952. Dicionario das plantas uteis do Brasil. V. 3., verbete: Figueira da Barbaria. Rio de Janeiro.
- DIGUET, L. 1928. L'es cactacées utiles du Mexique, Paris.
- DOMINGUES, O., 1963. Origem e Introdução da palma forrageira no Nordeste. Instituto Joaquim Nabuco. Ministerio da Educação e Cultura. Recife-Pernambuco, Brasil.
- GRIFFITHS, D., and R. F. HARE, 1906. Prickly pear and other cacti as food for stock. Bull. New Mexico Agric. Exp. Sta. 60, 15.
- , 1938 El nopal como alimento del ganado. Boletín de la Unión Panamericana. Washington.
- ITARVEY, A. D., 1936. Rootsprouts as a means of vegetative reproduction in *Opuntia pelyacantha*. Jour. Amer. Soc. Agron. 28(9): 767-768.
- LOZANO G., M. 1958. Contribución al estudio e industrialización del nopal (*Opuntia* spp.). Tesis. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". México.
- MARROQUIN, S. J., et al., 1964. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. I.N.I.F., Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, S.A.G. México.
- MORAES, P., 1900. Novo manual de Agricultura Prática. Lisboa.
- OVIEDO, ..., 19... Historia General y Natural de las Indias. T. III, Libro XXV, Cap IV.
- PETTEY, F. W., 1943. Prickly-Pear Eradication by Insects and Felling of Plants. Biological Control. Department of Agriculture Petroria, South Africa.
- , 1948. The biological control of Prickly Pear in South Africa. Department of Agriculture, Pretoria, South Africa.
- , and S. J. S. MARAIS. 1950. The control of cochineal in spineless cactus plantations Department of Agriculture, Pretorio. South Africa.
- RYPMA, R. B., 1952. Vegetative reproduction in *Opuntia leptocaulis* P.D.C. (tasajillo). Texas Jour Sci. 4(1): 92-94
- SOSA CH., R. 1964. Microsporogenesis, distribución e importancia económica de tres especies del género *Opuntia*. Tesis. Colegio de Post-Graduados, E.N.A, Chapingo. México.
- VELÁSQUEZ C., Robertino, 1962. Aspectos ecológicos, distribución y abundancia de *Opuntia streptacantha* y *Opuntia leucotricha* en la región árida de Zacatecas y S. L. P. Tesis. Esc. Nal. de Agricultura, Chapingo, México.
- VILLARREAL, F., et al., 1963. Estudio químico sobre seis especies de nopales (*Opuntia* spp.). Ciencia Méx., 22(3): 59-65. México.
- , 1964. Estudio químico sobre jugos de tunas enlatadas. Ciencia Méx., XXIII: 75-82. México.