

CONSERVACION, MANEJO Y EVALUACION DEL GERMOPLASMA COMERCIAL DE NOPAL (*Opuntia spp*) EN LA URUZA- UACHapingo

A. Flores Hernández¹; R. Trejo Calzada¹; J.G. Arreola Avila¹; I. Orona Castillo²
G. Acosta Rodriguez³.

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas (URUZA- UACH), Bermejillo, Dgo. ² Centro Interdisciplinario de Investigacion- Relación Agua Suelo Planta (CENID- RASPA), Gómez P. Dgo. ³ Instituto Nacional de Inv. Agricolas y Pecuarias (INIFAP)- Campo Exp. Delicias, Chih.

RESUMEN. La evaluación (*ex situ*) de la variabilidad genética de especies comerciales de nopal (50 cultivares) en el campo experimental de la URUZA- UACH, bajo las condiciones prevalescentes en la region de Bermejillo Dgo. Asi como la evaluacion (*in situ*) de los materiales sobresalientes en produccion de nopal verdura bajo las condiciones de producción en alta densidad (40,000 plantas por hectarea) con riego de agua de la presa (agua rodada) en el ejido los Angeles, Mpio de Lerdo, Dgo. y con uso de acolchado (polietileno negro), como una de las medidas tendientes a evitar la perdida de agua por evaporacion y un mejor control de malezas. Se presentan en este trabajo, y son parte de las medidas tendientes a generar la informacion que esta haciendo falta a los productores, ahora de nopal verdura, pero que igualmente servirá para dar ha conocer primero la información sobre los cultivares que tiene la URUZA como reserva de germoplasma y secundariamente por los resultados prácticos de aplicar el acolchado en el cultivo de nopal verdura, sistema que registró una diferencia significativa en la mayor producción de brote, en los diferentes cortes dados al cultivo, ademas de que facilita en gran medida el control de malas hierbas con relación al testigo (sin Acolchado). Se analiza en detalle las características que dificultan la identificación taxonómica de los cultivares (germoplasma) de nopal.

Palabras Clave:

SUMMARY. Ex situ evaluation of 50 cultivars of commercial prickly pear (*Opuntia spp*) was made in the experimental station of the Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas at the Universidad Autonoma Chapingo, Bermejillo, Dgo. Méx. The Evaluation in situ was made with highest cultivars of horticultural purpose which are cultivated in high densities (20,000 plants per hectare) and irrigated by inundation system and utilizing black plastic cover in one regional area. Information on germoplasm materials evaluated in the URUZA is important. Production of bud or "nopalitos". was significantly higher in cover with black plastic treatment compared to non cover treatment. These results should be important to producers because the observed tendency to increase bud production, avoid water losses and herb control. In addition an analysis on taxonomic clasification of *Opuntia* cultivars is made.

Key Words:

INTRODUCCION

En las zonas áridas y semiáridas, dadas sus difíciles condiciones agroclimáticas, ha sido muy destacado el interés hacia dos factores básicos: El uso eficiente del agua mediante sistemas de riego que eviten su perdida y el uso de cultivos eficientes en el consumo de agua, que puedan producir con el mínimo requerido. En la URUZA- UACH se ha trabajado sobre estos dos factores y en particular la atencion se ha centrado en sistemas de riego por goteo (goteros de inserción) y el manejo del cultivo de nopal (*Opuntia spp*). En esta última acción se han identificado dos líneas básicas de investigación: A- Alimentación humana y B- Alimentación animal. La

información preliminar generada en torno a estas líneas de investigación, se inicia con la evaluación de la variabilidad genética de especies comerciales de nopal en el campo experimental de URUZA (*ex situ*) y la evaluacion de los materiales seleccionados en condiciones ambientales del hábitat (*in situ*).

Dos aspectos se deben destacar cuando se hace referencia a la planta de nopal en relación con su explotación en el norte de México: 1-En estas regiones del país dominan condiciones de clima cálido- seco con escasa y errática precipitación pluvial, y temperaturas extremas, que son características básicas de dos grandes regiones áridas, el desierto sonorense y el

desierto chihuahuense. 2- La planta de nopal prospera en casi todas las regiones ecológicas del país adaptándose a condiciones sumamente variables del los diferentes hábitat. En particular se considera un recurso valioso en las regiones de escasa precipitación, debido a la estructura de sus cladodios que son prácticamente almacenes de agua (del 70 al 95% de agua se presentan en los tres diferentes tipos de cladodio del nopal: suberificado, maduro y brote), y debido a su metabolismo fotosintético de tipo CAM, que evita la pérdida de agua por transpiración en el día, efectuándose la apertura estomática y fijación de CO₂ durante la noche.

El conocimiento de las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas, así como los usos y aplicaciones del producto y subproductos del nopal, es básicamente el objetivo central de la evaluación *ex-situ*, que ha permitido identificar algunas características favorables del material de uruza (Flores *et al.*, 1995) y la evaluación *ex-situ* se ha dado en sitios representativos que han arrojado datos importantes para la selección del material vegetativo sobresaliente en la región bajo condiciones de temporal (Flores, 1995) y que en este trabajo se enfoca a la evaluación en un sitio representativo para la producción de nopal verdura (Ejido: Los Angeles, Mpio. De Lerdo, Dgo) bajo condiciones de riego con agua rodada y acolchado (Polietileno negro). Es importante indicar que las dificultades encontradas en la identificación taxonómica del nopal fue otro de los elementos que permitió un análisis mas detallado sobre el tema, que se explica con mayor detenimiento.

IDENTIFICACION TAXONOMICA

El nopal (*Opuntia spp*) pertenece a la familia de las Cactáceas, originarias de América, que es de las familias de plantas de más amplia distribución y variación, incluyendo cerca de 98 géneros y más de 1500 especies, y dentro de ella el género *Opuntia* es de los de mayor distribución y representatividad con más de 200 especies (Barthlott y Hunt, 1993). En *Opuntia* los problemas en su clasificación se acentúan debido a la gran diversidad de especies y ecotipos; producto de procesos de hibridación natural, además de que existe una variedad de sistemas de clasificación, los principales han sido realizados por Britton y Rose (1937), de Bravo-Hollis (1978), de Sánchez Mejorada (1982) y el más reciente de Barthlott y Hunt (1993). con muchas sinonimias en ellos. Además, la variación debida a la hibridación presenta poblaciones de diferente origen, lo que es producto del tipo de reproducción detectado en nopal (Grant y Grant, 1971; 1979; 1982, McLeod, 1974). Todo ello ha favorecido el surgimiento de especies y variedades de importancia comercial que se

han explotado en diferentes regiones del país pero que pocos se han ocupado de concentrar para su caracterización y evaluación, de la que se puedan seleccionar aquellos genotipos que resulten superiores en determinado propósito (tuna, verdura y forraje) para la región.

Dentro de la amplia gama de los sistemas de clasificación que ubican a la planta de nopal de acuerdo a sus diferencias fenotípicas contrastantes, destacan trabajos específicos que han sentado las bases para aclarar la ubicación de determinados géneros y especies, encontrándose situaciones en las que las descripciones realizadas se atribuían a ejemplares únicos de jardines y herbarios, ignorándose el hecho de que la observación y reconocimiento de la variabilidad existente en las poblaciones naturales y silvestres es fundamental para describir una especie y delimitar un grupo (Bracamontes, 1981; Scheinvar, 1999). Por otra parte la plasticidad morfológica del nopal debida a su constitución genética y el ambiente en que se desarrolla origina una variación difícil de evaluar en campo (Maddams, 1972).

Los problemas de identificación taxonómica de *Opuntia* son frecuentes entre investigadores dedicados a esta labor; los reportes indican que no hay coincidencia exacta entre las características de las plantas analizadas con la descripción que de éstas existente en la literatura especializada (Sistemas de Clasificación), por lo que la ubicación del material se realiza por aproximación a las características descritas en dichos manuales, y fortalece la tesis de la hibridación y plasticidad ecológica reportada en los estudios de nopal. En virtud de lo anterior se han descrito métodos basados en análisis estadístico para explicar los caracteres que tienen mayor influencia en la variación presente en la planta de nopal y ubicar de alguna manera los materiales en estudio con el mínimo error o designarlos en categorías intermedias (híbridos) o diferentes.

Así por ejemplo, en un estudio taxonómico se ubicó por aproximación a una población en las especies *Opuntia rastrera*, *O. Phaeacantha*, *O. Macrocentra* y *O. Lindheimeri*, además en determinados híbridos: Encontrándose que 5 componentes "principales" explican en su conjunto el 71.7 % de la variación total analizada de 17 diferentes características (Espinoza *et al*, 1988). El análisis de componentes principales es la base para generar diagramas de dispersión que permiten relacionar caracteres de interés diverso como grado de ploidía con caracteres morfológicos atribuidos a la condición de sequía en nopal (cutícula gruesa, estomas hundidos, N° de espinas, etc) o entre estos mismos (Muñoz *et al*, 1995). Dichos análisis también puede realizarse solo en caracteres de interés relacionados con determinado componente de

la planta, por ejemplo el fruto (tuna), lo que facilita la agrupación de cultivares con base en el número, tamaño, peso, cantidad de semillas, % de cáscara, firmeza, etc. que sirven como indicadores de producción y calidad (Valdez *et al.*, 1995).

Se tiene entonces que los estudios actuales sobre clasificación han surgido por la necesidad de tener las herramientas que permitan identificar los materiales sobresalientes de nopal para su registro, así es posible contar con formatos de descriptores y listados de caracteres de interés específico (Mondragón *et al.*, 1995; Gutiérrez, 1995). No obstante, el uso de técnicas moleculares resulta de las opciones más recomendables para la descripción varietal de cualquier especie, no sólo para estudios genéticos y taxonómicos sino como identificación particular de la variedad para su explotación comercial. En específico el uso de las isoenzimas se ha enfocado a estimar y entender la variabilidad genética en poblaciones naturales, conocer el flujo genético, reconocer el grado de hibridación entre especies cercanas, su distribución y relaciones filogenéticas, entre otros problemas (Murphy *et al.*, 1990). En algunos estudios de la variación natural de poblaciones de plantas, las isoenzimas han sido utilizadas como marcadores moleculares (génicos) especialmente para conocer la presión de selección en relación con las condiciones ambientales del hábitat (Ledoux, 1974).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la URUZA- UACH desde 1987 con apoyo de CONACYT PRONASOL, a través del Plan Nueva Laguna se inició la colecta de genotipos sobresalientes de nopal, ubicando parcelas o solares donde se tuviera antecedentes de atributos comerciales del producto, en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Coahuila y parte del Edo. De Méx. Que han sido paulatinamente caracterizados en parámetros ligados a la producción y calidad de cladodio (penca), brote (nopalito) y fruto (tuna). Considerando la antigüedad de la planta se procedió a renovar dicho material a partir del año 2005, incluyendo algunas colectas regionales (sobresalientes), además y con base en la gran similitud en algunos de estos materiales a pesar de tener diferente origen (sitio de colecta), se procedió a agrupar los cultivares de rasgos comunes en claves de acuerdo a su propósito principal; FOZA (Forraje Zonas Áridas), VEZA (Verdura Zonas Áridas) y TUZA (Tuna Zonas Áridas) (Cuadro 1). En dichos materiales se han realizado diversos estudios sobre todo de producción y calidad, destacándose la notable variación (significativa) de los diferentes componentes químicos: proteína, fibra, grasa y minerales, tanto a nivel de cultivares como entre los diferentes estratos de la planta (brote, cladodio maduro y cladodio suberificado) (Flores *et al.*, 1995).

Los nopales en sentido amplio, pertenecen a la subfamilia botánica Opuntioideae, que se caracteriza por presentar sus tallos aplanados o cilíndricos, con diminutas hojas que se desprenden rápidamente y aunque la mayoría de las especies de esta subfamilia tienen utilidad, las más tradicionalmente utilizadas pertenecen a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*. Con base en el sistema de clasificación de Helia Bravo y considerando la enorme dificultad de una correcta clasificación, como se argumentó en párrafos anteriores, se han clasificado los cultivares (Cuadro 1 del anexo) en *Opuntia megacantha*, *Opuntia ficus indica*, *Opuntia amyclae* y *Opuntia crassa*, e incluso un material que pertenece al género *Nopalea*, además de las combinaciones híbridas entre ellos donde se aprecian características de otras especies como *Opuntia streptacantha*, pero que en este estudio no se indican debido a la complejidad en la ubicación de estos materiales. La importancia comercial de algunos de los materiales y considerando la problemática de su identificación taxonómica, se está analizando los resultados del estudio realizado en 9 de estos cultivares de nopal (*Opuntia* spp), utilizando la técnica de isoenzimas. Esto con la finalidad de detectar polimorfismo en los sistemas enzimáticos: ácido shikímico deshidrogenasa (SAD, E.C. 1.1.1.25), fosfatasa ácida (ACP, E.C. 3.1.3.2), malato deshidrogenasa (MDH, E.C. 1.1.1.37), enzima málica (ME, E.C. 1.1.1.40), glutamato oxaloacetato transaminasa (GOT, E.C. 2.6.1.1), fosfoglucomutasa (PGM, E.C. 2.7.5.1), 6-fosfogluconato deshidrogenasa (6-PGD, E.C. 1.1.1.44) fosfohexosa (Fosfoglucosa) isomerasa (PHI, E.C. 5.3.1.9) y aconitasa (ACO, E.C. 4.2.1.3). Dicha información permitirá deducir el grado de parentesco (relación filogenética) o distancia genética existente entre ellos, lo que orientará la decisión sobre su clasificación taxonómica en el sentido de considerarlas especies diferentes o posibles variedades de una sola especie.

La evaluación in-situ con parte del material sobresaliente de propósito hortícola considerando sobretudo los materiales regionales, se realizó bajo las condiciones de explotación tradicional en el Ejido los Angeles, Mpio. de Lerdo, Dgo. Es decir con riego por agua rodada, en altas densidades (40,000 plantas por hectárea) y con la variante de acolchado (plástico- polietileno negro de 100 micras). Considerando que esta técnica de acolchado en nopal es relativamente reciente, se describe a continuación el procedimiento utilizado.

El terreno se debe preparar y barbechar a una profundidad de 25 a 30 cm, con el objeto de remover la capa inferior del suelo y eliminar las plagas y nemátodos que atacan este cultivo. Se debe pasar una rastra con el fin de acondicionar la capa arable, posteriormente se

Cuadro 1- Características básicas de los cultivares de nopal del vivero o reserva de germoplasma de la URUZA UACH, Bermejillo, Dgo.

*No.	Clave**	N.Común***	Especie	Origen	Colecta	Observación #
1	FOZA1	Copena 12,L2	O. amyclae	INIA Cal,Zac	Abril/ 87	# A.B.
2	FOZA2	L3		INIA Cal,Zac	Abril/ 87	
3	FOZA3	Pabellón	O. crassa	“ “	“ “	# A.B.
4	FOZA4	Copena 1		“ “	“ “	
5	FOZA5	Chih.,Copena 13 y14		“ “	“ “	
6	FOZA6	A2, Copena 16 y17, y L1		“ “	“ “	
7	FOZA7	Blanca 1		Pabellón, Ags	Agosto/87	Tuna Blanca grande, madura en junio-agosto.
8	FOZA8	Cascarón, colorada, L2	O.megacantha	Pabellón, Ags Salitre, Coah INIA Cal,Zac	“ “ “ “ “ “	# A.B.
9	FOZA9	Ficus	O. ficus indica	INIA Cal,Zac	“ “	# A.B.
10	FOZA10	Tamp.6 y 8		Tamaulipas	Agosto/89	
11	TUZA1	L1	O. amyclae	Pabellón, Ags	Agosto/87	# A.B. Tuna amarilla grande y dulce
12	TUZA2	Amarilla		Dolores, SLP.	“ “	Tuna amarilla, cascara delgada, madur en agosto.
13	TUZA3	Charola		Tepetate,SLP	“ “	Tuna Rojo- rosado, madura en Sept.
14	TUZA4	Amarilla	O.megacantha	Hlozano-SLP	“ “	# A.B.
15	TUZA5	Blanquita	O. amyclae	Pabellón, Ags	“ “	# A.B.
16	TUZA6	Blanco	O.megacantha	Salitre, Coah	“ “	# A.B. Tuna blanca madura principios de septiembre.
17	TUZA7	Amarilla		“ “	Agosto/87	
18	TUZA8	Preseño Apasillada		Dolores, SLP.	“ “	Tuna blanca, dulce, semilluda, madura en sept.
19	TUZA9	Rocío		Salitre, Coah	“ “	
20	TUZA10	Verde limón Blanca		Salitre, Coah Pabellón, Ags	“ “	Tuna verde- cristalina, madura en agosto.
21	TUZA11	Apastillada		Tepetate,SLP	“ “	Tuna roja, medianamente resistente a heladas
22	VEZA1	Palilla	O. ficus indica	Pabellón, Ags	“ “	# A.B. tuna roja, dulce, chica
23	VEZA2	Verdura	O. ficus indica	UACH- Méx.	“ “	# A.B.
24	VEZA3	Verdura	O. ficus indica	UACH- Méx.	“ “	# A.B.
25	VEZA4	Verdura	O. amyclae	UACH- Méx.	“ “	# A.B. Tuna roja
26	VEZA5	Nopalito		Pabellón, Ags	“ “	
27	VEZA6	Verdura	O. amyclae	“ “	Agosto/89	# A.B.
28	VEZA7	Verdura	O.megacantha	UACH- Méx.	“ “	# A.B. Tuna roja
29	VEZA8	Verdura	O. ficus indica	“ “	“ “	# A.B.
30	VEZA9	Pachón Colorada	O. amyclae	Pabellón, Ags Pabellón, Ags	“ “	# A.B. Tuna rojo- intenso
31	VEZA10	Verdura Tamps.7	O.megacantha	UACH- Méx. Tamaulipas	“ “	# A.B.
32	VEZA11	Verdura		UACH- Méx.	“ “	
33	VEZA12	Nopalito		La Paz, BCS.	Agosto/04	
34	VEZA13	Verdura		UACH- Méx	Agosto/89	
35	VEZA14	Tamps. 1		Tamaulipas	“ “	
36	VEZA15	Nopalitos		V.Juarez Dgo	Agosto/04	
37	VEZA16	N- Ticos	O.megacantha	V.Juarez Dgo	“ “	# A.B.
38	VEZA17	Nopalitos		E- Noé, Dgo.	“ “	
39	VEZA18	Nopalitos		V-Nueva,Zac	“ “	
40	VEZA19	Nopalitos		Jalpa, Zac.	“ “	
41	VEZA20	Copena- 6		UACH- Méx	“ “	
42	VEZA21	Verdura		Salaices,Chih	“ “	
43	VEZA22	Milpa alta	O.megacantha	Nuevo eón	“ “	# A.B.
44	DOZA1	Nopalito	<i>Nopalea spp</i>	Venecia, Dgo	Agosto/89	# A.B.
45	DOZA2	Viejito		Mapimi- Dgo	“ “	
46	DOZA3	Espinoso		Tamaulipas	“ “	
47	DOZA4	Tamps3,4,5		Pabellón Ags	“ “	Tuna amarilla dulce y grande.
48	DOZA5	Zarca L2		Pabellón Ags Ojo Cal.-Zac	“ “	Tuna mediana rojo claro, dulce
49	DOZA6	Lisa Bca. R1	O. crassa	Ojo Cal.-Zac Ojo Cal.-Zac	“ “	# A.B. Tuna cristalina grande, madura en mayo.
50	DOZA7			“ “	“ “	

* = No. De surco, ** = Clave de propósito: FOZA= Forraje, TUZA= Tuna, VEZA= Verdura y DOZA= Doble Propósito Zonas Áridas. *** = Nombre Común. # AB= Cuenta con Análisis Bromatológico del brote, penca y cladodio suberificado.

trazan camas de siembra de 1.20 m dejando un callejón de 1.0 m entre cama y cama para labores de poda y mantenimiento, en los casos en que aplique se instala un sistema de riego por goteo (Orona et al, 2001), posteriormente se coloca el plástico negro con anchura de 1.40 m., para aterrarse 10 cm de cada lado y finalmente se realiza la plantación a la distancia de 30 cm entre planta y planta en forma de tresbolillo, para ello se usa una pala tipo lagunera de un diámetro parecido al anchura de la penca 20 cm. aprox. Con la pala introducida de manera vertical se rompe el plástico y se presiona para mover la tierra hacia un lado, se coloca la penca a 1/3 de su longitud, se saca la pala y se apisona suavemente con el pie, es importante manejar cordones con marcas a la distancia señalada para que la distribución de las pencas sea regular.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 2) se ha observado diferencia significativa en la producción de brote (No. de brotes planta⁻¹ corte⁻¹) bajo este sistema al primer año de establecimiento, además de que facilita el control de maleza. En cuanto a variedades no se encontraron diferencias significativas en este primer año excepto en el cultivar VEZA 16 (mayor rendimiento), VEZA 15 y VEZA 2 (menor rendimiento). En otros estudios se ha indicado que hasta el segundo año se regulariza la producción y se mantiene.

CONCLUSIONES

Aún cuando en este trabajo no se evaluó el grosor del plástico, se detectó que el hecho de usar un grosor de 100 micras provoca que tienda a destruirse por el manejo y solo dura un solo ciclo, por lo que dada la naturaleza perenne del cultivo se debe considerar un grosor de 150 micras o superior a éste.

El riego con agua rodada de acuerdo a la dotación de la presa para los cultivos de la región, no es suficiente para los cortes periódicos de cosecha del brote (como en el caso de suministro semanal de humedad), por lo que se necesita otro tipo de manejo en el sistema de riego aquí utilizado, espaciando la cosecha según el periodo de riego.

LITERATURA CITADA

- Barthlott, W. and D.R. Hunt, 1993. *Cactaceae. In: K. Kubitzki (Eds.). The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. II: Flowering Plants. Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg, Germany. 161-197p.*
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Vol. I: 1-743p.
- Bracamontes, L.R.M. 1981. Consideraciones sobre la clasificación de las cactáceas. *Cact. Suc. Méx.* 26(1): 20-24 p.
- Britton, N.L. and J.N. Rose, 1937. *The Cactaceae. Second Edition. Dover Publication, New York. Vol. I, 1963, 225p.*
- Casiano- Consatti, C. 1981. Flora Taxonómica Mexicana. Tomo I, 3era. Edición. Inst. politécnico Nacional (IPN), 1-2p.
- Espinoza, A.J., Medina, T.J.G y Elizondo, E.J.L. 1988. El problema de la variabilidad morfológica en el nopal: Un enfoque metodológico. En: López G.J.J. y M.J. Ayala O. (Eds). *El Nopal. Memorias de la 3era. Reunión Nal. y 1era. Internal. UAAAN, Buenavista, Coah. Méx.* 73-80p.
- Flores H.A; Murillo S.M; Borrego E, F; Rodríguez O, J.L. 1995. Variación de la composición química en estratos de la planta de 20 variedades de nopal. Memorias VI Congreso. Nacional y IV Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. U.A.G. Guadalajara, Méx. 110-115 p.
- Flores H. A, 1995. El nopal (*Opuntia spp*) en la Región Árida Lagunera. Folleto de Divulgación, Pronasol-

Cuadro 2. Valor medio del número de brotes promedio por corte de cultivares de nopal verdura evaluados en dos sistemas de producción, agosto/ 2004.

SISTEMA	MEDIA	CULTIVAR	MEDIA
		VEZA 16	2.83 ^A
ACOLCHADO	2.75 ^A	VEZA 17	2.47 ^{AB}
		VEZA 13	2.45 ^{AB}
TESTIGO	2.12 ^B	VEZA 1	2.45 ^{AB}
		VEZA 15	2.27 ^B
		VEZA 2	2.13 ^B

Superíndices con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).

- CONACYT- Plan Nueva Laguna. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Gutierrez, A.F. 1995. Evaluación y comparación de la tuna de 14 selecciones de nopal (*Opuntia* spp) en Aguascalientes. En Pimienta –Barrios, E; C. Neri-Luna; A. Muñoz-Urías y F.M. Huerta-Martínez (comp.). Conoc. y Aprov. Del Nopal. Memorias 6to. Cong. Nal. y 4to. Cong. Internal. Univ de Guadalajara. Guadalajara, Méx. 131-136p.
- Grant, V. and K.A. Grant. 1971. Natural Hybridization between cholla cactus species (*Opuntia spindosior* and *Opuntia versicolor*). National Academy of Sciences. Proceeding. 68(9):1993-1995.
- Grant, V. and K.A. Grant. 1979. Systematics of the *Opuntia phaeacantha* group in Texas. Bot. Gaz. 140(2):199-207.
- Grant, V. and K.A. Grant. 1982. Natural Pentaploid in the *Opuntia lindheimeri*- *O. Paheacantha*. Group in Texas, USA. Bot. Gaz. 143(1): 117-120p.
- Ledoux, L. 1974. genetic manipulations with plant material. Plenum press, New York and London. 379-380p.
- Mondragón, J.C., M.R. Fernández M., J. Rodríguez A. y C. Flores V. 1995. Propuesta de descriptores para el registro de variedades de nopal. En Pimienta –Barrios, E; C. Neri-Luna; A. Muñoz-Urías y F.M. Huerta-Martínez (comp.). Conoc. y Aprov. Del Nopal. Memorias 6to. Cong. Nal. y 4to. Cong. Internal. Univ de Guadalajara. Guadalajara, Méx. 127-131p.
- Maddams, W.F. 1972. The problem of variability. Cact. And Suc. J. Great Brit. 34 (4):74-78p.
- McLeod, M.G. 1974. Cytotaxonomic investigation of juice fruited prickly pear of Arizona (*Cactaceae*- *Opuntia* serie *Opuntioideae*). Am. J. Botany. 61(5): 47.
- Muñoz, O.A., A. García V. y E. Pimienta B. 1995. relación entre el nivel de ploidía y las variables anatómicas-morfológicas en especies silvestres y cultivadas de nopal tunero (*Opuntia* spp). En Pimienta –Barrios, E; C. Neri-Luna; A. Muñoz-Urías y F.M. Huerta-Martínez (comp.). Conoc. y Aprov. Del Nopal. Memorias 6to. Cong. Nal. y 4to. Cong. Internal. Univ de Guadalajara. Guadalajara, Méx. 7-11p.
- Murphy, W. R., W.J. Sites., G.D. But and H. Ch. Haufler. 1990. Proteins : Isozyme electrophoresis. In: Molecular Systematics. Hillis, D.M. and Mortis, C. (Eds.). Sinauer Associated Inc. Publish. Sunderland massachusetts. USA. 45-126p.
- Orona Castillo Ignacio; Flores Hernández Arnoldo, Rivera González Miguel y Martínez Rodríguez. J. Guillermo, 2001. Desarrollo de tecnología para la producción de nopal hortícola bajo riego por goteo, una opción para la zona árida de la comarca lagunera. IV reunión de investigación SIVILLA, Dgo. SEP-CONACYT. 139-143p.
- Santamour, C. 1982. Cambial peroxidase isoenzyme in relation to systematics of acer. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 109(2): 152-161.
- Sanchez –Mejorada H. 1982. Consideraciones generales sobre la clasificación de las cactáceas. Cact. Suc. Méx. 27(1):3-9.
- Schneivar, L. 1999. *Opuntia albicarpa* Schneivar, una nueva especie para la ciencia del edo. de Méx. Rev. Del Jardín Bot. Nal. (UNAM). Vol. XX: 167-169.
- Valdez C. R., C. Gallegos V. Y F. Blanco M. 1995. Agrupamiento jerárquico de veintinueve genotipos de *Opuntia* spp. Mediante características de fruto. En Pimienta –Barrios, E; C. Neri-Luna; A. Muñoz-Urías y F.M. Huerta-Martínez (comp.). Conoc. y Aprov. Del Nopal. Memorias 6to. Cong. Nal. y 4to. Cong. Internal. Univ de Guadalajara. Guadalajara, Méx. 3-6p.