

Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* (Cactaceae)

CÉSAR DEL C. LUNA-MORALES*

J. ROGELIO AGUIRRE RIVERA**

CECILIA B. PEÑA-VALDIVIA***

Resumen. En la Mixteca Baja se reconocieron 40 variantes cultivadas de *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb. y *S. stellatus* (Pfeiff.) Riccob. Con el fin de explorar su clasificación tradicional, móviles de selección y patrones de variación infraespecífica, se midieron 19 atributos morfológicos en 230 frutos entre los que de dos a 10 frutos pertenecían a cada variante; además se evaluaron 44 características de tallos, flores y frutos en cinco individuos de cada especie y de un posible híbrido entre ellas. La clasificación infraespecífica tradicional se encontró muy relacionada con las presiones culturales de selección. Estas presiones han sido mayores en *S. pruinosus*, pues se reconocieron 30 variantes (10 de las cuales son las más comerciales), y se han basado principalmente en color, tamaño y forma del fruto, tamaño y color de la espina, tamaño y cantidad de semillas, dulzura, sabor y época de maduración. En *S. stellatus* sólo se evaluaron nueve variantes, las cuales se clasificaron principalmente por color, época de madurez, tamaño, dulzura, cantidad y tamaño de semillas. Es probable que una de estas variantes sea un híbrido entre las dos especies de *Stenocereus*, con morfología más parecida a la de *S. stellatus*.

Palabras clave: etnobotánica, *Stenocereus*, Pachycereeae, recursos fitogenéticos.

Abstract. A total of 40 cultivated variants of *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb. and *S. stellatus* (Pfeiff.) Riccob. were recognized in the Mixteca Baja region. In order to explore infraspecific folk classification, selective motives and variation patterns of these variants, 19 morphological attributes were measured on 230 fruits (2-10 fruits per variant), and 44 characteristics of stems, flowers and fruits on 5 individuals of each species and of one putative hybrid between them. The folk infraspecific classification is closely related to the human selective pressures. These pressures appear to have been greater in *S. pruinosus*, since this species

*Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, Km. 38.5, 56230 Chapingo, Edo. de México.

**Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP. Altair 200, Fracc. del Llano. San Luis Potosí, SLP 78377, México.

***Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Km.35.5, 56230 Montecillo, México.

has more than 30 variants (10 are more commercial) which are recognized by color, size and shape of fruits, size and color of spines, size and number of seeds, sweetness, flavor and production season. In *S. stellatus*, only nine variants were measured, which are classified mainly by the color, size and sweetness of fruit, production season, and size and number of seeds. It is possible that one of these variants were a hybrid between the two species of *Stenocereus*, but its morphology seems more similar to that of *S. stellatus*.

Key words: ethnobotany, *Stenocereus*, Pachycereeae, plant genetic resources.

Introducción

México es centro de origen y diversidad de cactáceas, muchas de las cuales, principalmente especies de *Opuntia* y Pachycereeae, han sido importantes para el desarrollo de algunas culturas de Meso y Aridoamerica (Smith 1967, 1988; Sánchez-Mejorada, 1982; Nabham, 1990; Felger y Moser, 1991). En estas regiones, además del aprovechamiento de poblaciones espontáneas, se han cultivado por lo menos 40 especies de cactáceas; 20 son columnares y se han domesticado alrededor de 17, de las que sólo tres son columnares (Zeven y de Wet, 1982; Sánchez-Mejorada, 1984; Hemández X., 1993; Casas *et al.*, 1998 y 1999c; Luna-M., 1999; Luna-Morales y Aguirre, 2001a-c).

De las 22 a 24 especies del género *Stenocereus*, entre 17 y 20 se encuentran en México, y ocho de éstas son cultivadas en el centro-sur del país (Gibson y Horak, 1978; Sánchez-Mejorada, 1984). Para la Mixteca Baja se han consignado *S. pruinosus* (Otto) Buxbaum, *S. stellatus* (Pfeiffer) Riccobono, *S. dumortieri* (Scheidweiler) Buxbaum y *S. griseus* (Haworth) Buxbaum (Bravo-Hollis, 1978), aunque no se ha confirmado la presencia de esta última, pues al parecer se le ha confundido con la primera especie. Existen evidencias de cultivo o auspicio de *S. dumortieri* en algunos centros ceremoniales prehispánicos, terrenos de cultivo y solares mixtecos, pero su variación morfológica y usos actuales son reducidos. En contraste, *S. pruinosus* y *S. stellatus*, especies nativas del sur de México (Gibson y Horak, 1978), muestran amplia variación morfológica y tienen usos múltiples (principalmente consumo de fruto y semilla, además del aprovechamiento de los tallos para cercas vivas, control de erosión y como combustible); asimismo, se han documentado factores que representan presiones humanas de selección e indicios del proceso de domesticación (Casas *et al.*, 1997; Casas *et al.*, 1999a; Luna-Morales y Aguirre, 2001 a-c).

En el Valle de Tehuacán y seguramente también en la Mixteca Baja adyacente, se han aprovechado frutos, semillas y tallos de cactáceas columnares (entre ellas *S. pruinosus* y *S. stellatus*) desde hace unos 8000 años, y pudieron haberse cultivado algunos cactus desde la fase Palo Blanco (200-700 d.C.) (Callep, 1967; Smith, 1967; González Q., 1972; Winter *et al.*, 1984). En efecto, actualmente es posible observar antiguas plantaciones de *S. pruinosus* y *S. stellatus*, asociadas a ruinas prehispánicas y

coloniales, cuya estructura contrasta con las comunidades espontáneas o aparentemente silvestres (Luna-Morales y Aguirre, 2001b); además de que su aprovechamiento se basa en un conocimiento tradicional y una tecnología mesoamericana (Luna-Morales y Aguirre, 2001a).

A pesar de la investigación arqueológica escasa en la Mixteca Baja, es posible hablar de la existencia de una lengua propia y centros urbanos desde 500 a.C. en esta región (Hopkins, 1984; Winter, 1996). Como herencia de esta cultura, actualmente se designa a las cactáceas columnares como *too dichi* o *tnu dichi*, las cuales complementan la subsistencia y el ingreso monetario en 45 localidades, ubicadas en ambientes semiáridos, con laderas pedregosas y suelos someros, donde crecen matorrales espinosos, bosques tropicales caducifolios y palmares muy perturbados (Luna-M., 1999). De las diferentes especies de cactáceas columnares que se han seleccionado y cultivado, destacan *S. pruinosus* y *S. stellatus*, que reciben el nombre genérico mixteco de *dichi* y el antillano pitaya, así como el náhuatl *xoconochtli* sólo para *S. stellatus*. La importancia actual y pasada de estas dos especies en la Mixteca Baja, se evidencia también por la presencia bajo cultivo de más de 40 variantes infraespecíficas, una de las cuales parece ser un híbrido interespecífico.

La Mixteca Baja se encuentra dentro de uno de los centros mundiales de origen de la agricultura, con un poblamiento y civilización milenarios; así, es conveniente que el estudio de los recursos biológicos y culturales parta del conocimiento tradicional que los propios mixtecos poseen, y se integre al conocimiento científico, tarea de mediano y largo plazo, pues el conocimiento acumulado en milenios tarda en recuperarse (Hernández X., 1985a-b). En el presente estudio, que puede considerarse exploratorio, se hace un análisis inicial de la clasificación infraespecífica y de los móviles de selección tradicionales de *S. pruinosus* y *S. stellatus*; también se establece una caracterización morfológica preliminar de algunas de sus variantes y de un posible híbrido entre ellas.

Materiales y métodos

Durante 1995-1997 se identificaron las principales localidades productoras de *S. pruinosus* y *S. stellatus* en la Mixteca Baja, mediante recorridos regionales y entrevistas abiertas en mercados y centros de población (Luna M., 1999). Con la información, se seleccionaron ocho localidades por su mayor riqueza en variantes infraespecíficas. En 16 huertos de estas localidades, en tres centros comunitarios de empaque de fruto y con 20 informantes nativos, se obtuvieron entre dos y 10 frutos de cada una de las variantes reconocidas por los informantes; la selección se basó en la identificación independiente al menos de tres informantes. De esta forma se colectaron en total 230 frutos, a los cuales se les midieron 19 atributos morfológicos que incluyen dimensiones, peso y color del fruto entero y de sus regiones anatómicas separadas (cáscara, semillas, pulpa y espinas), así como sólidos solubles de la pulpa (grados Brix). Además, con el fin de documentar la presencia de un posible híbrido

entre *S. pruinosus* y *S. stellatus*, en uno de los huertos se seleccionaron cinco plantas de cada uno de los tres taxa involucrados. De cada planta se seleccionaron dos tallos, flores y frutos en los que se evaluaron 44 atributos. Los atributos de los frutos correspondieron a los citados arriba; los atributos del tallo (12) incluyeron dimensiones y número de costillas, espinas y aréolas; entre los atributos de las flores (14) están las dimensiones del tubo floral, de un tejido blanco (o pico) superior e inferior, de los filamentos, anteras, estilo, estigma, cámara nectárea y ovario, estructuras citadas por Bravo-Hollis (1978) y Gibson (1991).

Los frutos se evaluaron en la madurez de consumo. Para las evaluaciones de dimensión y peso se utilizó un vernier y una balanza analítica. El color se determinó en una escala de intervalo con la cascada de colores Munsell (Munsell, s/f) y el contenido de sólidos totales de la pulpa (azúcar) se midió en grados Brix, con un refractómetro manual. Las semillas se separaron después de fermentar la pulpa, frotarlas y limpiarlas. Se contaron y midieron las dimensiones de 30 semillas por fruto, para esto último se utilizó un microscopio de disección. Los atributos del tallo se midieron en su sección media, cuidando que las espinas y aréolas mensuradas tuvieran un estado típico; se cuantificó también el grado de ramificación.

Con los datos obtenidos se efectuó un análisis de varianza de una vía y comparación múltiple de medias con el método de Duncan, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS 6.03 para computadora personal (SAS, 1988). También se efectuó un análisis multivariable mediante una ordenación y clasificación de las variantes y los taxa, para lo que se utilizó el paquete NTSYS 1.7 (Rohlf, 1992). La ordenación se hizo mediante un análisis de componentes principales a partir de la matriz de correlaciones, dada la heterogeneidad de varianzas de las variables originales. Una clasificación aceptable (correlación cofenética mayor a 0.75) se logró mediante los procedimientos más comunes: estandarización de variables con media cero y varianza uno; cálculo de la matriz de similitud con la distancia taxonómica media; agrupamiento secuencial, aglomerativo, jerárquico y anidado, mediante la media aritmética no ponderada para pares de grupos.

Resultados

Clasificación tradicional. En el cuadro 1 se presentan los principales criterios y el significado de algunos términos que los productores mixtecos utilizan para clasificar y denominar las variantes infraespecíficas de *S. pruinosus* (*dichi kua*) y *S. stellatus* (*dichi kaya* o *dichl key*). Estos criterios son en su mayoría nominales, pero algunos (poca o mucha semilla o espina; temprano, intermedio, tardío) son ordinales. La mayoría de los términos designan características del fruto (forma, tamaño, color de pulpa y espina, dulzura, dehiscencia, cantidad de espinas y semilla) y algunos a la época de maduración o al lugar de origen de la planta. Es importante destacar que en la denominación se incluyen términos mixtecos (*dichi*, *iñu*=espina, *kua*=amarillo, etc.), antillanos (pitaya=fruta escamosa), nahuas (*xocochitli*=tuna ácida) y castellanos (reina,

blanco, etc.), pero los términos mixtecos rara vez se juntan con los de otro origen, y se utiliza el término genérico y específico mixteco. De esta forma, puede decirse que la clasificación tradicional mixteca de *S. pruinosus* y *S. stellatus* considera tres categorías, una (*too/tnu dichi*) considera a todos los cactus columnares y las otras dos (*key/kaya kushi*, *i ñu ya 'a*, etc.) incluyen alguna característica más específica que denomina u ordena el color, el tamaño o la forma del fruto, la cantidad de semillas y la densidad y tamaño de espinas del fruto.

La clasificación infraespecífica mixteca de *S. pruinosus* es más detallada, pues se identificaron 13 criterios y 31 variantes (Cuadro 1). De los criterios, tres se refieren a la forma, tamaño y dehiscencia del fruto; tres al color, densidad y tamaño de las espinas; tres al sabor, dulzura y color de la pulpa; uno a la cantidad de semillas, uno a la época de maduración, uno al grosor de la cáscara y uno al lugar de origen de la planta.

La clasificación tradicional de las variantes de *S. stellatus* se basa principalmente en el color, tamaño y sabor del fruto (Cuadro 1). Según los propios informantes mixtecos, el color está relacionado con la época de maduración, pues primero maduran los xoconochtlis rojos y amarillos, luego los blancos y finalmente los morados; ésta es una tendencia general, ya que es posible encontrar algunas variantes tardías o tempranas de los diferentes colores. En cuanto al tamaño y sabor, destacaron los xoconochtlis San Pedro y *dichi n 'doko* (fruto parecido externamente al zapote negro, *Diospyros digyna*), que son de los más grandes y agradables, según los informantes.

Variantes de S. pruinosus. De los 19 atributos evaluados en los frutos, el grosor de la cáscara, el número de aréolas, el grosor y la anchura de las semillas y el índice peso de pulpa/peso de cáscara fueron significativamente semejantes entre las 31 variantes (Cuadro 2, 2a y 2b). La comparación entre las variantes no fue objetivo del presente estudio, por lo que en sustitución de la comparación múltiple de medias se presenta la diferencia mínima significativa (DMS) y la media de cada atributo evaluado en los frutos y se señalan los valores extremos, más altos (+) o menores (-), de esa comparación de medias.

En general, las variantes blanca, burra, cántaro, *intsi'ia*, *iñutun*, negra, reina, *sinsidi*, y *site'e* se consideran las de mayor valor comercial y de primera calidad, por su peso alto y tamaño grande. En contraste, las variantes abrileña, coqui, hormiga, morada, *iñukushi*, roja y San Gabriel son pequeñas, pero poseen alguna característica de interés para los productores: cáscara delgada, pocas semillas y/o color atractivo (Cuadro 2a y 2b). Específicamente, la variante abrileña es de producción temprana, la hormiga tiene un sabor característico que los productores describieron como «especial», la variante San Gabriel es de producción alta y es la única que tiene dos temporadas marcadas de producción, una en mayo y otra en agosto. Las 15 variantes restantes incluidas en este estudio son de tamaño y peso intermedio y tienen algún carácter apreciado, como elevada dulzura (licui), colores variados (melón:0.5YR, sandía:5.6RP, solferina:5.5R) o fructificación tardía (acateca), que hace posible la disponibilidad de fruto fuera de la temporada en la que hay mayor oferta.

Cuadro 1. Clasificación infraespecífica mixteca de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus**

| Criterio denominación | Características del fruto |
|--------------------------|---|
| <i>S. pruinosus</i> | Pitaya amarilla |
| Forma y espinación | |
| Jarra, cántaro, runchi | Forma de cántaro |
| Site'e | Forma de escarabajo, pocas espinas cortas |
| Indo'oyo | Forma esférica, espinas tupidas |
| Dini indo'oyo | Forma de cabeza esférica, pulpa roja |
| Color de pulpa | |
| Kua | Naranja, amarilla |
| Kua'a | Roja |
| Sandía, melón, mamey | Color parecido a la fruta referida |
| Morada, solferina, roja | Del color referido |
| Color de espinas | |
| Ifiu tun | Espinas negras |
| Ifiu kushi | Espinas blancas o cenizas |
| Ifiu kua | Espinas rojas |
| Ifiu ya'a | Espinas naranjas o amarillas |
| Tamaño y cáscara | |
| Burra | Fruto grande, cáscara y espinas gruesas |
| Negra | Fruto grande, cáscara y pulpa guinda |
| Contenido de semilla | |
| Chinefiu | Con pocas semillas |
| Chicalía | Con muchas semillas |
| Época de maduración | |
| Abrileña | Produce pronto, desde abril |
| Acateca | Tardía |
| Roja venturera | Producen en mayo y poco en diciembre |
| Pitayo-xoconochtli | Dos épocas de producción, mayo y agosto |
| Sabor y dulzura | |
| Reina, gota de miel | Muy dulce y grande |
| Sinsidi | La más dulce, pero cáscara muy delgada |
| Hormiga | Muy dulce pero pequeña |
| Intsi'ia | Agridulce, tallo desgajable |
| Dehiscencia | |
| Sillusa, sindandun | Dehiscentes |
| Origen | |
| Monte o cerro 'x' | Lugar donde se obtuvo para propagarla |
| <i>Stenocereus x sp.</i> | Probable híbrido interespecífico con fructificación bimodal |
| Pitaya San Gabriel | (mayo y agosto) |
| <i>S. stellatus</i> | |
| Color y fenología | |
| Dichi key/kaya kua | Amarillo |

Cuadro 1, continuación

| Criterio denominación | Características del fruto |
|-------------------------|---|
| Dichi key/kaya kua'a | Rojo, madura primero |
| Dichi key/kaya kushi | Blanco, maduración, intermedia |
| Morado, solferino rosa | Morado, madura al último |
| Tamaño, color y dulzura | |
| Dichi n'doko | Rojo, grande y dulce; como zapote negro |
| San Pedro | El más grande de los xoconochtlis |
| Cuyera | Roja, pequeña |
| Lundita | Roja, pequeña, precoz |

*Datos de ocho localidades y 20 informantes, 1995-97

Los colores de los frutos (Cuadro 2a) incluyen las tonalidades que distinguen algunos productores (siete tonalidades de rojo y ocho de amarillo, desde $29.6=0.5Y$ hasta $42.15=2.4R$). Este aspecto demostró que los campesinos mixtecos han desarrollado cierta capacidad para distinguir una amplitud de colores de los frutos. Este conocimiento se refleja en las 10 denominaciones que refieren al color de la pulpa (Cuadro 1), además de las asociadas con el color de la espina o la cáscara de los frutos de *S. pruinosus*.

El análisis multivariable de componentes principales (CP) mostró que los primeros: tres CP resumen el 60% de la variación morfológica de los frutos de *S. pruinosus*. El primer CP, con 35% de la variación, mostró correlaciones mayores con el tamaño y peso del fruto, longitud, grosor, peso y número de semillas, y longitud de las espinas. En el segundo CP, con 14% de la variación, los frutos se ordenan por los colores de la cáscara y la pulpa; y en el tercer CP, con 11% de la variación, los frutos se ordenaron por su redondez y número de aréolas (Cuadro 3). Así, en la representación gráfica de los dos primeros CP (Fig. 1A), las variantes de fruto grande y espinosos, como burra, negra, *inutun*, *site'e*, *inlsi'ia*, se dispusieron en extremos opuestos a las variantes de fruto pequeño, como abrilena, hormiga y San Gabriel; también se formó un gradiente de variación, basado en el color de la pulpa, desde los tonos amarillo claro (*licui*, *inukushi*) hasta los rojos oscuros y morados (*hormiga*, *lilamora*) (Fig. 1A). El CP3 confirmó que la forma del fruto, incluida en el cuadro 1, también ha interesado a los pitayeros mixtecos, pues los frutos redondos (*coqui*, *sinsidi*, *tsindudo*, *abrilena*) o alargados y con más aréolas (*cántaro*, *si'e'e*, etc.) se ubicaron en extremos opuestos (Fig. 1B).

Variantes de S. stellatus. El cuadro 4 evidencia la clasificación regional más común de las variantes de *S. stellatus* basada en el tamaño, dulzura y color (asociado a la época de maduración) de los frutos. Nueve de los 19 atributos del fruto (peso y grosor de cáscara, proporción de peso comestible, número y dimensiones de la semilla, longitud de espina y número de aréolas) evaluados en las variantes *S. stellatus* fueron

significativamente semejantes entre las nueve variantes incluidas en el estudio (Cuadro 4). En general, los frutos de *S. stellatus* son de menor tamaño, más redondos y menos dulces respecto a los de *S. pruinosus* (Cuadro 2a, 2b y 4).

El análisis de CP mostró que los primeros tres CP explican 80% de la variación morfológica de los frutos de *S. stellatus*. Sobre el primer CP (con 36% de la variación) se ordenaron positivamente los frutos de las nueve variantes de acuerdo con su anchura, peso, redondez y grosor de cáscara, y negativamente según el número de aréolas y el grosor de semilla. El segundo CP (con 25% de la variación), se correlacionó positivamente con la longitud del fruto y el tamaño y peso relativo de las semillas. Sobre el tercer CP (con 19% de la variación) se ordenan los frutos según su color, de rojo oscuro a amarillo claro, y la longitud de espinas (Cuadro 3). Así, la representación gráfica de los dos primeros CP (Fig. 2A) separó las variantes más redondas, anchas y con menos aréolas (*dichi n 'doko*), las alargadas y con más aréolas (San Gabriel) y las de semilla pequeña (morada). Por otro lado, la representación gráfica del CP uno y tres (Fig. 2b) mostró que la variante *dichi n 'doko* destaca por su mayor peso y redondez, con espinas cortas y color de pulpa rojo oscuro, y contrasta con la lundita, que posee características opuestas, y con San Gabriel que posee frutos alargados y con cáscara delgada.

Posible híbrido entre S. pruinosus y S. stellatus. Entre las 40 variantes de *Stenocereus* spp. evaluadas en el presente trabajo, únicamente la San Gabriel mostró dos fechas marcadas de fructificación al año que coinciden con las de las dos especies en estudio; los informantes enfatizaron su sabor parecido a *S. stellatus* en la época de producción de *S. pruinosus* y viceversa. Además, la comparación directa de los frutos de todas las variantes evidenció que la variante San Gabriel compartía algunas características con las de *S. stellatus* y *S. pruinosus*. Por lo anterior, se realizó una comparación formal de 44 caracteres morfológicos de tallos, flores y frutos de la variante San Gabriel con los de otras variantes de *S. stellatus* y *S. pruinosus*. Se observó que de los 44 atributos evaluados (Cuadro 5), solamente doce (número y longitud de espinas centrales, ancho de aréola y diámetro y grado máximo de ramificación del tallo, diámetro de la cámara nectaria, diámetro y longitud del ovario, longitud de lóbulos del estigma y longitud del tejido blanco inferior de la flor, color de cáscara y de pulpa del fruto) fueron significativamente semejantes entre la variante San Gabriel y sus posibles progenitores. Además, la distancia entre aréolas del tallo y el diámetro mínimo del tubo floral de la variante San Gabriel fueron significativamente menores a los posibles padres. En los 30 atributos restantes, el posible híbrido tuvo una situación intermedia; en nueve fue estadísticamente diferente a los posibles progenitores, en 17 atributos (12 del fruto) fue estadísticamente igual a *S. stellatus* y en cuatro del tallo lo fue a *S. pruinosus*. De esta forma, puede decirse que en 68% de las variables evaluadas el posible híbrido presenta una situación estadísticamente intermedia entre los padres putativos y en más de la mitad de estos atributos fue estadísticamente igual a *S. stellatus*.

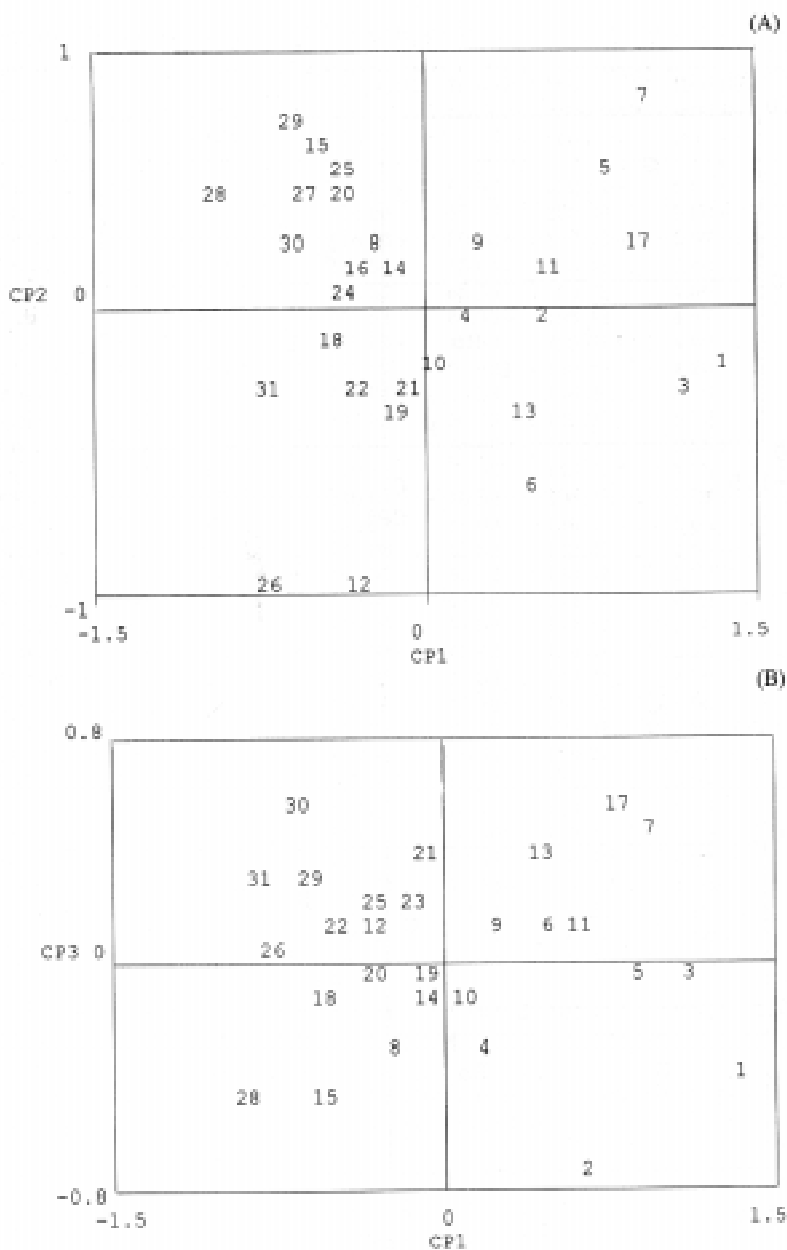


Fig. 1. Ordenación de 31 variantes de *S. pruinosus* basada en las características de sus frutos, sobre los componentes principales primero y segundo (A) y primero y tercero (B) (tres variantes sobrepuestas, números según el Cuadro 2)



Fig. 2. Ordenación de nueve variantes de *S. stellatus* basada en las características de sus frutos, sobre los componentes principales primero y segundo (A) y primero y tercero (B) (G=San Gabriel, L=Lundita, Ro=Rosa, M=Morada, C=Cuyera, Rj=Roja, A=Amarilla, B=Blanca, D=*dichi n'doko*).

Cuadro 2. Atributos del fruto de 31 variantes de *Stenocereus pruinosus* de la Mixteca Baja

| Variante | Diámetro polar | Diámetro ecuatorial (cm) | Peso total (g) (cm) | Peso de cáscara | Peso comestible (g) | Peso de semilla (g) | Redondez (g) |
|----------------|----------------|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 1. Burra | 12.01+ | 8.12+ | 398.51+ | 65.97+ | 332.54+ | 6.61+ | 0.68 |
| 2. Site'e | 11.51+ | 6.92 | 254.20 | 45.20 | 209.00 | 6.00+ | 0.60- |
| 3. Iñutun | 10.55+ | 7.73+ | 316.80+ | 69.40+ | 247.40+ | 5.37 | 0.73 |
| 4. Cántaro | 10.11 | 6.48 | 220.53 | 45.05 | 175.47 | 3.40 | 0.64- |
| 5. Negra | 10.32 | 6.99 | 258.37 | 63.59 | 194.78 | 4.06 | 0.68 |
| 6. Blanca | 9.50 | 7.44 | 257.83 | 64.39+ | 193.44 | 4.47 | 0.78 |
| 7. Lilamora | 9.14 | 7.61+ | 275.50+ | 49.89 | 225.61+ | 4.92 | 0.83 |
| 8. Chicalía | 9.14 | 5.64- | 147.97 | 31.42 | 116.55 | 4.20 | 0.62- |
| 9. Iñuya'a | 8.62 | 6.68 | 199.84 | 43.58 | 156.26 | 5.10 | 0.77 |
| 10. Melón | 8.62 | 6.68 | 202.43 | 50.43 | 152.21 | 3.72 | 0.77 |
| 11. Intsi'ia | 8.59 | 6.64 | 205.40 | 38.40 | 167.00 | 9.38+ | 0.77 |
| 12. Licui | 8.44 | 6.56 | 179.12 | 35.90 | 143.22 | 4.39 | 0.78 |
| 13. Reina | 8.42 | 7.23 | 236.61 | 40.36 | 196.25 | 5.78 | 0.86 |
| 14. Sandía | 8.39 | 6.02 | 164.47 | 34.08 | 130.39 | 3.68 | 0.72 |
| 15. Acateca | 8.36 | 5.58- | 147.08 | 32.82 | 142.26 | 1.53- | 0.67 |
| 16. Solferina | 8.33 | 6.16 | 165.67 | 35.12 | 130.57 | 3.73 | 0.75 |
| 17. Sinsidi | 8.08 | 7.32 | 259.00 | 44.10 | 214.90 | 5.22 | 0.91+ |
| 18. Amarilla | 7.87 | 5.97 | 148.26 | 31.09 | 117.17 | 3.10 | 0.76 |
| 19. Sineño | 7.72 | 6.39 | 199.93 | 43.42 | 156.51 | 5.25 | 0.83 |
| 20. Tripa-Co | 7.64 | 5.95 | 146.08 | 32.84 | 113.24 | 4.70 | 0.78 |
| 21. Tsíndudo | 7.59 | 6.64 | 188.10 | 35.40 | 152.70 | 3.66 | 0.87 |
| 22. Ceniza | 7.43 | 5.91 | 151.38 | 25.48 | 125.91 | 3.25 | 0.79 |
| 23. China | 7.34 | 6.24 | 176.51 | 36.80 | 139.71 | 3.12 | 0.85 |
| 24. Indo'oyo | 7.32 | 6.10 | 145.34 | 32.53 | 112.82 | 3.90 | 0.83 |
| 25. Roja | 7.23 | 5.93 | 139.21 | 28.46 | 110.75 | 3.53 | 0.83 |
| 26. Iñukushi | 7.20 | 5.85 | 133.80 | 16.80- | 117.00 | 4.35 | 0.81 |
| 27. Morada | 7.15 | 5.45- | 110.08- | 23.49 | 86.59- | 4.23 | 0.76 |
| 28. S. Gabriel | 6.64- | 4.97- | 85.91- | 15.14- | 70.77- | 1.53- | 0.76 |
| 29. Hormiga | 6.49- | 5.60- | 114.58- | 18.71- | 95.87- | 1.96- | 0.86 |
| 30. Coquí | 6.46- | 6.16 | 130.50 | 31.00 | 99.50 | 1.80- | 0.95+ |
| 31. Abrileña | 6.18- | 5.49- | 105.60- | 26.60 | 79.00- | 3.10 | 0.89+ |
| DMS | 2.16 | 2.07 | 110.44 | 20.84 | 100.36 | 2.55 | 0.26 |

DMS: diferencia mínima significativa.

+ , -: promedios con los valores más altos y más bajos, agrupados por los dos o tres primeros y últimos rangos de la comparación de medias.

Cuadro 2a. Atributos del fruto de 31 variantes de *Stenocereus pruinosus* de la Mixteca Baja

| Variante | Semillas (número) | Longitud semilla | Color de cáscara (mm) | Color de pulpa (Munse) | Grados Brix (Munse) | Longitud de espina (cm) |
|----------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. Burra | 2966.0+ | 2.45 | 32.60 | 39.64 | 11.75- | 1.96 |
| 2. Site'e | 2898.0 | 2.36 | 40.14 | 40.14 | 12.50- | 1.80 |
| 3. Ñütun | 2781.0 | 2.55+ | 42.15+ | 40.13 | 14.50+ | 2.60 |
| 4. Cántaro | 1746.0 | 2.37 | 28.81 | 36.88 | 12.84- | 1.50 |
| 5. Negra | 2000.0 | 2.54+ | 36.89 | 39.64 | 12.13- | 2.26 |
| 6. Blanca | 2466.0 | 2;31 | 23.10- | 34.12- | 13.00- | 2.50+ |
| 7. Lilamora | 1995.0 | 2.61+ | 39.15 | 40.14 | 13.25- | 2.12 |
| 8. Chicalfa | 2068.0 | 2.39 | 36.14 | 38.14 | 13.80 | 1.50 |
| 9. Ñuya'a | 2244.7 | 2.49 | 31.79 | 37.80 | 11.83- | 1.50 |
| 10. Melón | 1731.5 | 2.41 | 22.10- | 35.70 | 10.75- | 1.81 |
| 11. Intsi'ia | 3908.0+ | 2.58+ | 41.60+ | 38.14 | 12.25- | 1.90 |
| 12. Licui | 2809.0 | 2.19- | 22.60- | 30.10- | 17.25+ | 1.40- |
| 13. Reina | 2807.7 | 2.45 | 26.04 | 34.79 | 13.70 | 2.27+ |
| 14. Sandía | 2453.0 | 2.51 | 23.70- | 41.70+ | 13.00- | 2.12 |
| 15. Acateca | 706.0 | 2.17- | 41.13+ | 40.14 | 12.60- | 1.60 |
| 16. Solferin | 1900.5 | 2.27 | 33.14 | 40.64+ | 11.25- | 2.16 |
| 17. Sinsidi | 2197.0 | 2.51 | 40.14 | 40.14 | 14.00+ | 2.40+ |
| 18. Amarilla | 1603.3 | 2.22- | 26.43 | 34.84 | 12.39- | 1.53 |
| 19. Sineño | 3321.5+ | 2.19- | 28.13 | 40.14 | 12.63- | 1.50 |
| 20. Tripa-Co | 2136.0 | 2.30 | 39.13 | 39.13 | 13.50 | 0.90- |
| 21. Tsindudo | 1958.0 | 2.47 | 31.14 | 34.12- | 14.00+ | 2.00 |
| 22. Ceniza | 1724.5 | 2.38 | -25.00 | 35.13 | 12.88- | 1.95 |
| 23. China | 1639.5 | 2.33 | 39.62 | 38.14 | 12.75- | 1.70 |
| 24. Indo'oyo | 2146.7 | 2.27 | 36.81 | 39.14 | 12.75+ | 1.70 |
| 25. Roja | 1407.0- | 2.40 | 36.94 | 38.74 | 13.75 | 1.72 |
| 26. Ñukushi | 2682.0 | 2.21- | 22.14- | 34.13- | 13.50 | 2.20 |
| 27. Morada | 2152.0 | 2.33 | 41.15+ | 42.15+ | 12.70- | 1.60 |
| 28. S. Gabriel | 951.0- | 2.19- | 39.14 | 39.14 | 10.00- | 1.20- |
| 29. Hormiga | 891.0- | 2.56+ | 40.10 | 40.13 | 13.20- | 1.40- |
| 30. Coqui | 890.0- | 2.47 | 36.70 | 36.12 | 13.75 | 1.80 |
| 31. Abri'leña | 1721.0 | 2.30 | 22.90- | 33.13- | 12.00- | 1.50 |
| DMS | 1178.4 | 0.35 | 9.37 | 3.52 | 3.88 | 1.07 |

DMS: diferencia mínima significativa.

+ , -: promedios con los valores más altos y más bajos, agrupados por los dos o tres primeros y últimos rangos de la comparación de medias.

Tonos de color aprox.: 22-24= 25-28=Y, 29-33=YR, 34-39=R, 40-44=RP

Cuadro 2b. Atributos del fruto de 31 variantes de *Stenocereus pruinosus* de la Mixteca Baja

| Variante | Grosor de cáscara (mm) | Comestible/ cáscara | Grosor de semilla (mm) | Ancho de semilla (mm) | Peso de 100 semillas (gr) | Número de aréolas |
|-----------------|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Burra | 0.25 | 5.05 | 1.10 | 1.79 | 2.23 | 49.0 |
| 2. Site'e | 0.19 | 4.62 | 1.10 | 1.72 | 2.07 | 42.0- |
| 3. Iñutun | 0.32 | 3.56- | 1.10 | 1.75 | 1.97 | 41.0- |
| 4. Cántaro | 0.23 | 4.03 | 1.09 | 1.75 | 1.95 | 53.0 |
| 5. Negra | 0.27 | 3.04- | 1.17 | 2.21 | 2.05 | 55.5 |
| 6. Blanca | 0.22 | 3.00- | 1.10 | 1.60 | 1.81 | 55.0 |
| 7. Lilamora | 0.20+ | 4.52 | 1.30+ | 2.24 | 2.47 | 69.0+ |
| 8. Chicalía | 0.22 | 3.75 | 1.10 | 1.72 | 2.03 | 51.0 |
| 9. Iñuya'a | 0.23 | 3.67- | 1.13 | 1.79 | 2.30 | 56.0 |
| 10. Melón | 0.25 | 2.99- | 1.05 | 1.78 | 2.14 | 38.0- |
| 11. Intsi'ia | 0.23 | 4.35 | 1.12 | 1.92 | 2.40 | 52.0 |
| 12. Licui | 0.20 | 3.99 | 1.10 | 1.52 | 1.56 | 46.0 |
| 13. Reina | 0.24 | 4.86 | 1.07 | 1.75 | 2.06 | 52.0 |
| 14. Sandía | 0.14 | 3.83- | 1.00 | 3.34+ | 1.50 | 55.0 |
| 15. Acateca | 0.23 | 3.48- | 1.10 | 1.74 | 2.17 | 44.0 |
| 16. Solferin | 0.21 | 3.66- | 1.08 | 1.69 | 1.97 | 47.0 |
| 17. Sinsidi | 0.38 | 4.87 | 1.15 | 1.81 | 2.37 | 49.0 |
| 18. Amarilla | 0.23 | 3.99 | 1.08 | 1.65 | 2.01 | 47.0 |
| 19. Sineño | 0.32 | 3.58- | 1.00 | 1.54 | 1.57 | 51.0 |
| 20. Tripa-Co | 0.26 | 3.45 | 1.15 | 1.73 | 2.20 | 46.0 |
| 21. Tsindudo | 0.29 | 4.31 | 1.00 | 1.67 | 1.83 | 50.0 |
| 22. Ceniza | 0.24 | 5.14 | 1.03 | 1.73 | 1.90 | 50.0 |
| 23. China | 0.27 | 3.81- | 1.08 | 1.71 | 1.92 | 51.5 |
| 24. Indo'oyo | 0.24 | 3.47- | 1.07 | 1.65 | 1.81 | 53.3 |
| 25. Roja | 0.21 | 3.91- | 1.12 | 1.78 | 2.53 | 45.2 |
| 26. Iñukushi | 0.16- | 6.96+ | 0.90- | 1.54 | 1.63 | 46.0 |
| 27. Morada | 0.25 | 3.79- | 1.05 | 1.71 | 1.96 | 47.0 |
| 28. San Gabriel | 0.18 | 4.88 | 1.05 | 1.55 | 1.62 | 42.5- |
| 29. Hormiga | 0.19 | 5.12 | 1.05 | 1.85 | 2.20 | 55.0 |
| 30. Coqui | 0.23 | 3.21- | 1.00 | 1.68 | 2.03 | 54.0 |
| 31. Abrileña | 0.27 | 2.97- | 1.00 | 1.57 | 1.77 | 52.0 |
| DMS | 0.29 | 4.80 | 0.21 | 0.94 | 2.12 | 41.21 |

DMS: diferencia mínima significativa

+ , -: promedios con los valores más altos y más bajos, agrupados por los dos o tres primeros y últimos rangos de la comparación de medias.

Cuadro 3. Correlaciones de los tres primeros componentes principales (CP) con 19 atributos morfológicos de los frutos de 31 variantes de *S. pruinosus* y nueve de *S. stellatus*

| Atributo y unidades | <i>S. pruinosus</i> | | | <i>S. stellatus</i> | | |
|--------------------------|---------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|
| | CP1 (35%) | CP2 (14%) | CP3 (11%) | CP1 (36%) | CP2 (25%) | CP3 (19%) |
| Diámetro polar (cm) | 0.85 | 0.16 | -0.42 | 0.10 | 0.93 | -0.28 |
| Diámetro ecuatorial (cm) | 0.93 | 0.19 | 0.22 | 0.89 | 0.42 | -0.12 |
| Peso total (g) | 0.96 | 0.17 | -0.01 | 0.79 | 0.52 | -0.31 |
| Peso de cáscara (g) | 0.89 | 0.15 | 0.03 | 0.84 | 0.52 | 0.07 |
| Peso comestible (g) | 0.94 | 0.15 | -0.04 | 0.74 | 0.30 | 0.33 |
| Comestible/cáscara | -0.06 | 0.16 | -0.09 | -0.49 | -0.03 | -0.61 |
| Grosor de cáscara (cm) | 0.35 | 0.05 | 0.48 | 0.74 | 0.30 | 0.33 |
| Longitud de espina (cm) | 0.58 | 0.20 | 0.23 | -0.19 | 0.11 | 0.79 |
| Número de aréolas | 0.20 | -0.33 | 0.43 | -0.71 | 0.38 | 0.33 |
| Grados Brix | 0.04 | 0.26 | 0.46 | 0.38 | -0.46 | 0.18 |
| Peso de semilla (g) | 0.70 | 0.21 | -0.05 | 0.30 | 0.59 | 0.59 |
| Número de semillas | 0.56 | 0.501 | -0.10 | 0.51 | 0.21 | 0.58 |
| Peso cien semillas (mg) | 0.44 | -0.63 | 0.15 | -0.53 | 0.71 | -0.01 |
| Anchura de semilla (mm) | 0.26 | -0.32 | -0.12 | -0.59 | 0.69 | 0.18 |
| Longitud de semilla (mm) | 0.58 | -0.45 | 0.33 | -0.53 | 0.67 | 0.13 |
| Grosor de semilla (mm) | 0.60 | -0.52 | 0.05 | -0.84 | 0.28 | 0.18 |
| Color de cáscara | 0.20 | -0.74 | -0.09 | 0.03 | 0.55 | -0.76 |
| Color de pulpa | 0.27 | -0.67 | -0.39 | -0.24 | -0.16 | -0.77 |

Entre paréntesis se indica el porcentaje de variación explicado por cada componente principal.

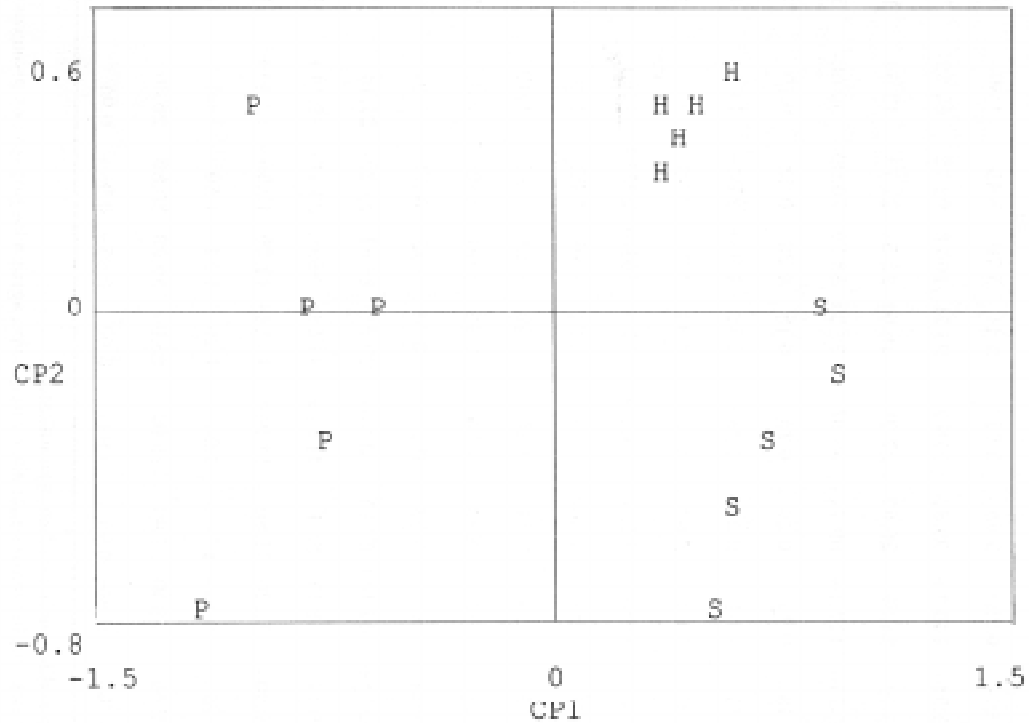


Fig. 3. Ordenación (CP1 y CP2) de 15 individuos de tres poblaciones de *Stenocereus* spp. basada en 44 atributos de su tallo, flor y fruto, sobre los dos primeros componentes principales (H=probable híbrido, S =*S. stellatus*, P=*S. pruinosus*).

Cuadro 4. Promedios de 19 atributos de fruto en nueve variantes de *S. stellatus* de la Mixteca Baja

| Variable | Gabriel | Dichi ndoko | Cuyera | Amarilla | Rosa | Roja | Blanca | Lunadita | Morada |
|-------------------------|---------|----------------|--------|----------|--------|-------|--------|----------|--------|
| Diámetro* polar | 6.64+ | 6.53+ | 6.25 | 6.25 | 6.09 | 6.03 | 5.65 | 5.33- | 5.16- |
| Diámetro* ecuatorial | 4.97- | 6.38+ | 5.65 | 5.85 | 5.41 | 5.70 | 5.45 | 4.80- | 5.11- |
| Peso* total | 85.91- | 149.2+ | 95.81 | 116.0 | 93.51 | 106.8 | 92.72 | 64.32- | 73.71- |
| Peso de cáscara | 15.14 | 31.80 | 26.07 | 27.91 | 16.60 | 22.54 | 21.73 | 13.64 | 15.80 |
| Peso* comestible | 70.77- | 117.4+ | 69.74- | 88.07 | 77.30 | 83.79 | 70.99- | 50.68- | 57.50- |
| Grosor de cáscara | 0.18 | 0.25 | 0.26 | 0.25 | 0.18 | 0.22 | 0.22 | 0.19 | 0.22 |
| Peso de* semilla | 1.53 | 1.61 | 2.01+ | 2.28+ | 1.42 | 1.98+ | 2.04+ | 1.63 | 0.77- |
| Comestible/ cáscara | 4.88 | 3.69 | 2.68 | 3.36 | 4.84 | 3.77 | 3.56 | 3.72 | 3.64 |
| Número de semillas | 951.0- | 1288 | 1256 | 1679+ | 1146 | 1616+ | 2031+ | 1164 | 666- |
| Peso de 100 semillas | 1.62+ | 1.25 | 1.60+ | 1.39 | 1.24 | 1.26 | 1.02- | 1.40 | 1.15 |
| Ancho de semilla | 1.55 | 1.38 | 1.51 | 1.45 | 1.40 | 1.43 | 1.38 | 1.49 | 1.32 |
| Longitud de semilla | 2.18 | 1.97 | 2.23 | 2.06 | 2.05 | 1.96 | 1.93 | 2.01 | 1.97 |
| Grosor de* semilla | 1.05+ | 0.80- | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.96 | 0.89 | 1.01+ | 0.85- |
| Color de* cáscara | 39.14+ | 41.14+ | 24.15- | 29.31- | 29.31- | 28.81 | 24.22- | 27.14 | 22.12- |
| Color de* pulpa | 39.14 | 42.15+ | 35.15 | 41.54+ | 41.54+ | 39.61 | 23.10- | 42.14+ | 42.14+ |
| Grados* Brix | 10.00- | 12.20 | 11.80 | 13.24+ | 13.24+ | 12.29 | 12.56+ | 13.40+ | 11.50 |
| Longitud de espina | 1.20 | 0.80- | 1.70+ | 1.26 | 1.26 | 1.34 | 1.50 | 1.00 | 1.20 |
| Número de aréolas | 42.50 | 18.00 | 32.00 | 28.00 | 28.00 | 30.00 | 30.80 | 26.00 | 29.00 |
| Redondez* | 0.76- | 0.98+ | 0.90 | 0.94+ | 0.90 | 0.95+ | 0.96+ | 0.90 | 0.99- |

*Atributos con diferencia estadística significativa

+, -: promedios con los valores más altos y más bajos, agrupados por los dos primeros y últimos rangos de la comparación de medias.

Cuadro 5. Promedios de 44 atributos del tallo, flor y fruto en tres poblaciones de *Stenocereus* spp.

| Atributo | <i>S. stellatus</i> | Posible híbrido | <i>S. pruinosus</i> |
|------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Tallo | | | |
| Número de costillas | 9.40 a | 7.00 b | 5.7 b |
| Altura de costillas | 3.00 b | 3.31 b | 4.4 a |
| Distancia entre costillas | 4.74 b | 5.73 b | 8.40 a |
| Núm. de espinas centrales* | 1.80 a | 1.00 a | 1.80 a |
| Núm. de espinas radiales | 9.00 a | 7.00 b | 6.54 b |
| Long. espinas radiales (cm) | 1.32 b | 1.22 b | 2.06 a |
| Long. espinas centrales(cm)* | 2.30 a | 2.16 a | 2.32 a |
| Dist. entre areolas (cm) | 3.12 a | 2.34 b | 3.70 a |
| Long. de areolas (cm) | 1.00 a | 0.57 b | 0.68 b |
| Ancho de areolas (cm) | 0.52 b | 0.64 ab | 0.76 ab |
| Diámetro de tallo (cm)* | 13.06 a | 12.24 a | 14.20 a |
| Grado de ramificación* | 3.00 a | 2.60 a | 2.80 a |
| Flor | | | |
| Longitud de flor (cm) | 4.09 c | 6.34 b | 9.02 a |
| Longitud tubo floral (cm) | 2.69 c | 4.08 b | 6.76 a |
| Diám. máx. tubo floral (cm) | 2.01 b | 2.36 b | 3.84 a |
| Diám. mín. tubo floral (cm) | 1.56 a | 1.16 b | 1.58 a |
| Long. máx. filamentos (cm) | 2.48 c | 3.14 b | 4.82 a |
| Longitud de anteras(cm) | 0.17 b | 0.17 b | 0.24 a |
| Longitud del estilo (cm) | 2.66 c | 3.46 b | 5.52 a |
| Long. lóbulos estigma (cm) | 0.88 b | 0.94 ab | 1.28 a |
| Long. cámara nectarial(cm) | 0.84 c | 1.22 b | 1.56 a |
| Diám. cámara nectarial (cm)* | 0.76 a | 0.76 a | 0.68 a |
| Diámetro del ovario (cm)* | 0.60 a | 0.62 a | 0.70 a |
| Longitud del ovario (cm) | 0.52 b | 1.02 ab | 1.32 a |
| Long. pico superior (cm) | 0.21 c | 0.70 b | 1.12 a |
| Long. pico inferior (cm)* | 0.28 a | 0.53 a | 0.59 a |
| Fruto | | | |
| Diámetro polar (cm) | 5.88 c | 6.74 b | 8.49 a |
| Diámetro ecuatorial (cm) | 5.34 b | 5.20 b | 7.22 a |
| Peso total (g) | 93.64 b | 92.95 b | 248.90 a |
| Peso de cáscara (g) | 21.22 b | 16.99 b | 42.80 a |
| Peso comestible (g) | 72.42 b | 75.95 b | 206.08 a |
| Grosor de cáscara (cm) | 0.23 b | 0.19 b | 0.34 a |
| Peso de semilla (g) | 1.49 b | 1.54 b | 6.36 a |
| Relación comestible/cáscara | 3.44 b | 4.59 a | 4.83 a |
| Número de semillas | 1053.40 b | 986.20 b | 2931.60 a |
| Peso de cien semillas (mg) | 139.00 b | 157.00 b | 221.00 a |
| Ancho de semilla (mm) | 1.47 b | 1.55 b | 1.81 a |
| Longitud de semilla (mm) | 2.04 b | 2.20 b | 2.47 a |
| Grosor de semilla (mm) | 0.93 b | 1.07 a | 1.11 a |
| Color de cáscara (Munsell)* | 34.38 a | 38.93 a | 34.82 a |
| Color de pulpa (Munsell)* | 36.93 a | 38.94 a | 38.53 a |
| Grados Brix | 12.24 ab | 10.80 b | 13.00 a |
| Longitud de espina (cm) | 0.94 b | 1.19 b | 1.96 a |
| Número de aréolas | 22.40 c | 43.00 b | 53.00 a |

* atributos estadísticamente semejantes

Cuadro 6. Correlaciones de 44 atributos de tallo, flor y fruto con los tres primeros componentes principales (CP) en tres taxa de *Stenocereus* sp.

| Atributo | CP1 (51%) | CP2(15%) | CP3(7%) |
|-----------------------------|-----------|----------|---------|
| Tallo | | | |
| Número de costillas | 0.80 | -0.38 | -0.05 |
| Altura de costillas | -0.81 | -0.32 | -0.03 |
| Distancia entre costillas | -0.85 | -0.18 | -0.09 |
| Núm. de espinas centrales | -0.13 | -0.47 | 0.07 |
| Núm. de espinas radiales | 0.67 | -0.08 | -0.44 |
| Long. espinas radiales (cm) | -0.07 | -0.40 | 0.70 |
| Long. espinas centrales(cm) | -0.71 | -0.11 | -0.19 |
| Dist. entre aréolas (cm) | -0.57 | -0.70 | 0.12 |
| Long. de aréolas (cm) | 0.38 | -0.82 | -0.06 |
| Ancho de aréolas (cm) | -0.62 | 0.43 | -0.46 |
| Diámetro de tallo (cm) | -0.42 | -0.69 | 0.21 |
| Grado de ramificación | 0.03 | -0.32 | -0.46 |
| Flor | | | |
| Longitud de flor (cm) | -0.95 | 0.16 | 0.07 |
| Longitud tubo floral (cm) | -0.94 | 0.09 | 0.04 |
| Diám. máx. tubo floral (cm) | -0.95 | 0.06 | -0.17 |
| Diám. mín. tubo floral (cm) | -0.29 | -0.66 | -0.43 |
| Long. máx. filamentos (cm) | -0.96 | 0.07 | 0.08 |
| Longitud de anteras (cm) | -0.75 | 0.05 | -0.36 |
| Longitud del estilo (cm) | -0.95 | 0.13 | -0.01 |
| Long. lóbulos estigma (cm) | -0.69 | -0.04 | 0.11 |
| Long. cámara nectarial (cm) | -0.79 | 0.26 | -0.24 |
| Diám. cámaranectarial (cm) | 0.15 | -0.26 | -0.59 |
| Diámetro del ovario (cm) | -0.32 | -0.24 | -0.71 |
| Longitud del ovario (cm) | -0.88 | 0.15 | 0.26 |
| Long. pico superior (cm) | -0.43 | 0.40 | -0.17 |
| Long. pico inferior (cm) | -0.93 | 0.10 | -0.11 |
| Fruto | | | |
| Diámetro polar (cm) | -0.93 | 0.10 | -0.11 |
| Diámetro ecuatorial (cm) | -0.85 | -0.27 | 0.04 |
| Peso total (g) | -0.93 | -0.17 | -0.04 |
| Peso de cáscara (g) | -0.85 | -0.37 | -0.11 |
| Peso comestible (g) | -0.94 | -0.13 | -0.03 |
| Grosor de cáscara (cm) | -0.63 | -0.47 | 0.13 |
| Peso de semilla (g) | -0.90 | -0.16 | -0.13 |
| Relación comestible/cáscara | -0.58 | 0.50 | 0.09 |
| Número de semillas | -0.85 | -0.30 | -0.23 |
| Peso de cien semillas (mg) | -0.86 | 0.16 | 0.10 |
| Ancho de semilla (mm) | -0.88 | 0.12 | 0.06 |
| Longitud de semilla (mm) | -0.85 | 0.23 | 0.14 |
| Grosor de semilla (mm) | -0.65 | 0.50 | 0.36 |
| Color de cáscara (Munsell) | 0.18 | 0.74 | -0.16 |
| Color de pulpa (Munsell) | -0.03 | 0.63 | -0.14 |
| Grados Brix | -0.39 | -0.80 | 0.15 |
| Longitud de espina (cm) | -0.83 | -0.24 | 0.31 |
| Número de aréolas | -0.85 | 0.46 | 0.09 |

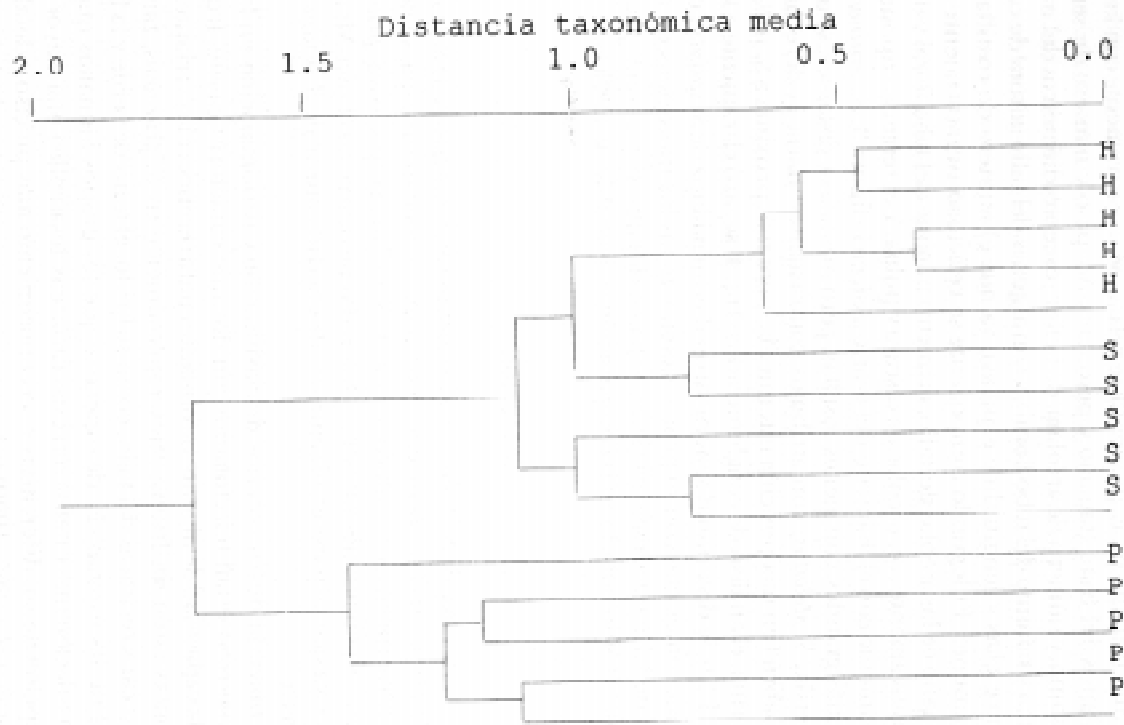


Fig. 4. Clasificación de 15 individuos de tres poblaciones de *Stenocereus* spp. con base en 44 atributos de tallo, flor y fruto (H=probable híbrido, S =*S. stellatus*, P=*S. pruinosus*).

El análisis de CP mostró que los primeros tres CP explican 73% de la variación morfológica de tallos, flores y frutos de *Stenocereus* spp., ubicó la variante San Gabriel en una región intermedia entre *S. pruinosus* y *S. stellatus*, y ordenó las unidades taxonómicas principalmente por ocho (67%) atributos del tallo, 12 (80%) de la flor y 15 (83%) del fruto (Cuadro 6). El primer CP se relacionó negativamente con la mayoría de los atributos del fruto (tamaño y peso, tamaño, peso y número de semillas, longitud de espina, y número de aréolas), de la flor (excepto diámetros del ovario y cámara nectárea y mínimo del tubo floral), y con algunas del tallo (altura de costillas y distancia entre ellas y longitud de espinas), ya que el número de costillas se le asoció positivamente. El segundo componente se relacionó negativamente con el diámetro y tamaño de las aréolas del tallo, diámetro mínimo del tubo floral y dulzura del fruto, y positivamente con el color de cáscara y pulpa. Y el tercer componente se asoció negativamente con el diámetro del ovario. Así, en la figura 3, *S. pruinosus* con flores y frutos más grandes, con menos costillas, pero más altas y distantes, se ordenó hacia la izquierda; *S. stellatus*, con atributos contrastantes, hacia la derecha, y la variante San Gabriel en una posición intermedia, pero más próxima a *S. stellatus*.

De igual forma, el análisis de conglomerados (Fig. 4) separó claramente a los tres taxa. En el nivel 1.0 de disimilitud se agruparon dos individuos de *S. stellatus* con los cinco del híbrido, antes que con su propio taxon y todos los individuos de ambos taxa en el nivel de 1.12; esto reafirma el mayor parecido entre sí que con *S. pruinosus*, hecho que ya había sido notado en la comparación univariable de medias.

Discusión

La clasificación tradicional de *S. stellatus* resultó menos compleja que la de *S. pruinosus* (Cuadro 1). Con base en el conocimiento tradicional, puede decirse que se detectó una variación infraespecífica en cultivo menor de *S. stellatus* respecto a *S. pruinosus*. En contraste, en las poblaciones silvestres y toleradas no ocurre así (Luna-Morales y Aguirre, 2001c), ya que, al parecer, el centro de diversidad natural de *S. pruinosus* no está en la Mixteca.

Aunque la mayoría de los criterios de clasificación y denominación en las dos especies de *Stenocereus* están relacionados con distintas características del fruto, es sorprendente la capacidad de algunos informantes para reconocer las variantes, aun cuando las plantas estén sin frutos; pues, especialmente en *S. pruinosus*, también utilizan algunas características del tallo, como su brillo, el tono de verde y la longitud y densidad de las espinas. Es de esperarse que los grupos humanos que han mantenido una relación más intensa con estas cactáceas desarrollen una mayor capacidad de percepción de sus diferencias y un conocimiento más preciso y detallado. Al respecto, Casas *et al.* (1997, 1999) señalaron la importancia limitada de los caracteres vegetativos en *S. stellatus*, lo cual puede comprenderse, ya que parece que la relación de los mixtecos con *S. pruinosus* ha sido más intensa; además, los citados

autores no incluyeron en sus evaluaciones las localidades de la Mixteca Baja donde actualmente la relación hombre-xoconochtli parece ser más fuerte (Luna M., 1999).

El cuadro 1 evidencia una mayor variación morfológica de *S. pruinosus* bajo cultivo en concordancia con el mayor interés que han tenido los mixtecos en esta especie. En efecto, dada su mayor demanda en el mercado, se ha visto sujeta a una mayor presión selectiva y muchas de sus variantes responden a esta situación. Así y dado que la clasificación tradicional (Cuadro 1, Fig. 1) refleja los intereses de los productores, puede decirse que los principales móviles de selección en *S. pruinosus* se relacionan con: a) el color, el tamaño y la forma del fruto, que atraen la atención del consumidor; b) el tamaño, la densidad y el color de espina, pues las espinas disminuyen el golpeo entre los frutos y aumentan su duración postcosecha al facilitar la aireación entre ellos, duración que también depende del grosor de la cáscara; c) la época de maduración, que posibilita su consumo en distintas temporadas y por más tiempo, así como su venta a mejores precios, y d) sabor, dulzura y cantidad de semillas, caracteres más relacionados propiamente con la calidad del fruto. Lo anterior coincide con los móviles de selección del fruto de *Stenocereus pruinosus* señalados por Luna-Morales y Aguirre (2001c).

Las características asociadas a la vida postcosecha del fruto (peso y grosor de la cáscara y longitud de las espinas) fueron similares entre las variantes de *S. stellatus* (Cuadro 2) en contraste con *S. pruinosus* (Cuadro 3). Esto podría estar relacionado con el hecho de que las variantes de *S. stellatus* producidas en esta región son casi exclusivamente para consumo local y ahí los consumidores prefieren frutos con cáscara delgada y espina corta (Luna-Morales y Aguirre, 2001c). Por otro lado, la variabilidad de colores de la pulpa (Cuadro 4) ha sido una de las características de mayor interés, por su asociación con la época de maduración de los frutos. Al respecto, Casas *et al.* (1997, 1999a) y Luna-Morales y Aguirre (2001c) proponen que en *S. stellatus* se han seleccionado frutos con colores más diversos, distintos al rojo, de mayor tamaño y peso, más dulces, con cáscara delgada y con menor tamaño y densidad de espinas.

La selección por rendimiento de planta no destacó como criterio de clasificación, aunque se identificaron algunas variantes reconocidas por su mayor rendimiento, como San Gabriel y roja china, lo cual sugiere que esta característica también ha sido de interés para los productores. Parece que, principalmente en *S. pruinosus*, el rendimiento por superficie no ha sido una presión selectiva muy importante, pues por un lado, la cantidad de frutos por planta es varias veces menor que en otras especies de *Stenocereus* (Pimienta-Barríos y Nobel, 1994; Luna M., 1999); y por otro, tanto la técnica de cultivo (Luna-Morales y Aguirre, 2001a) como los móviles de selección de esta especie son básicamente mesoamericanos, por lo que, igual que en diversos cultivados mesoamericanos, el individuo y la calidad de los frutos son más importantes que el rendimiento en masa o por superficie (Rojas R., 1985; Luna M., 1993 y 1999). Esta hipótesis, que parcialmente se constata con los datos de componentes del rendimiento que Casas *et al.* (1997) presentan para *S. stellatus*, merece

confrontarse con mayor rigor, controlando lo más posible la validez externa (representatividad) e interna (comparabilidad) del diseño metodológico.

Los atributos de los frutos de cinco variantes de *S. pruinosus* evaluadas en el presente estudio son similares a los consignados por Martínez O. (1993) con una muestra mayor en dos localidades de la Mixteca y en cinco variantes coincidentes, lo que sugiere la estabilidad fenotípica de las variantes de *S. pruinosus*, es decir, que las variantes locales de esta especie parecen tener características fenotípicas estables y reconocidas por la población. En cambio, las dimensiones, el peso y la dulzura del fruto de las variantes roja, blanca y amarilla de *S. stellatus*, estudiadas por Cruz H. (1985) en localidades distintas, son relativamente diferentes a los valores aquí consignados, lo cual conduce a pensar en una mayor variación de esta especie entre localidades y un menor reconocimiento de las variantes por parte de la gente de las diferentes localidades.

Los resultados mostraron que la variante San Gabriel es atípica, y que comparte ciertas características con *S. pruinosus* y *S. stellatus*; una de las características más sobresalientes de esta variante es su fructificación marcada en dos períodos anuales, coincidentes con los de *S. pruinosus* y *S. stellatus*. Lo anterior puede entenderse, al menos parcialmente, si la variante San Gabriel fuera un híbrido interespecífico. Para asegurarse de que una población es híbrida, además del posible fenotipo y genotipo intermedio entre los padres putativos, es conveniente mostrar su fertilidad reducida, su segregación en F₂, su distribución diferencial y su síntesis artificial (Stace, 1984). En el presente trabajo sólo se presentan evidencias fenotípicas del estado intermedio del tallo, la flor y el fruto del híbrido probable entre *S. pruinosus* y *S. stellatus*; por otro lado, se observó su distribución diferencial entre ambientes de cultivo y silvestres, y entre algunas localidades de la Mixteca baja (resultados no mostrados). Puede decirse que en el 68% de los caracteres evaluados el híbrido probable presentó una situación estadísticamente intermedia entre los padres putativos, aunque en más de la mitad de esos atributos fue estadísticamente igual a *S. stellatus*, lo que podría estar ligado al predominio de genes de *S. stellatus* en el taxon híbrido. Cabe señalar que el cruzamiento entre los padres putativos es probable, pues además de presentar autoincompatibilidad y algunos polinizadores comunes (murciélagos, abejas, avispas y colibríes, entre otros) (Casas *et al.*, 1998; 1999b), existe traslapo entre los períodos de floración de las dos especies, durante abril y mayo. Además, el probable híbrido presenta dos picos de fructificación: el de mayo, que coincide con el de *S. pruinosus*, cuando según los informantes, el sabor del fruto es semejante al del otro probable progenitor, y el pico de fructificación de agosto-septiembre, que coincide con el de *S. stellatus*, pero con sabor más parecido al de *S. pruinosus*. Esta información coincide con la consignada por Casas *et al.* (1997).

Conclusiones

Hay una relación entre la clasificación infraespecífica tradicional de variantes cultivadas de *S. pruinosus* y *S. stellatus* y las presiones selectivas culturales, que al ser mayores en *S. pruinosus*, han dado lugar a más de 30 cultivares tradicionales (10 de los cuales son los más comerciales). Éstos se clasifican y caracterizan principalmente por el color, tamaño y forma del fruto, tamaño y color de la espina, tamaño y cantidad de semilla, dulzura, sabor y época de maduración, atributos que en su mayoría se confirman estadísticamente. En cambio, la variación infraespecífica en *S. stellatus* abarca un poco más de 10 variantes o cultivares tradicionales que se caracterizan y clasifican principalmente por su color, época de madurez, tamaño y dulzura, y otros menos evidentes, como el tamaño y cantidad de semillas.

El posible híbrido entre las dos especies de *Stenocereus* muestra una morfología claramente intermedia, aunque es más parecido a *S. stellatus*

Literatura citada

- BRAVO-HOLLIS, H. 1978. *Las cactáceas de México, vol. I*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 743 p.
- CALLEN, E.O. 1967. Analysis of the Tehuacan coprolites. In: D.S. Byers (ed.) *The prehistory of the Tehuacan valley*. University of Texas Press. Austin, Texas. pp.261-289.
- CASAS, A.; B. PICKERSGILL; J. CABALLERO Y A. VALIENTE-BANUET 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtili, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, México. *Economic Botany* 51(3):279-292.
- CASAS, A., A. VALIENTE-BANUET Y J. CABALLERO. 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62:129-140.
- CASAS, A., J. CABALLERO; A. VALIENTE-BANUET; J.A. SORIANO Y P. DÁVILA. 1999a. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86 (4):522-533.
- CASAS, A., A. VALIENTE-BANUET; A. ROJAS-MARTÍNEZ Y P. DÁVILA. 1999b. Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86(4):534-542.
- CASAS, A., J. CABALLERO Y A. VALIENTE-BANUET. 1999c. Use, management and domestication of columnar cacti in south-central Mexico: a historic perspective. *Journal of Ethnobiology* 19(1):71-95.
- CRUZ H., J. P. 1985. *Caracterización del fruto en cuatro tipos de pitaya (Stenocereus stellatus Riccobono)*. Tesis maestría Colegio de Postgraduados, Chapingo, Estado de México. 89 p.
- FELGER, R. S. Y M. B. MOSER. 1991. *People of the desert and the sea, ethnobotany of the Seri Indians*. The University of Arizona Press, Tucson. 438 p.
- GIBSON, A.C. Y E. HORAK. 1978. Systematics, anatomy and phylogeny of Mexican columnar cacti. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65(4): 999-1057.
- GIBSON, A.C. 1991. The systematics and evolution of subtribe Stenocereinae. 10. The species group of *Stenocereus griseus*. *Cactus and Succulent Journal* 63 (2):92-99.

- GONZÁLEZ Q., L. 1972. Las cactáceas subfósiles de Tehuacán, Pue. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 17(1):3-15.
- HERNÁNDEZ X., E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 733- 753.
- HERNÁNDEZ X., E. 1985a. *Agricultura tradicional y desarrollo*. Xolocotzia I. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, pp. 419-422.
- HERNÁNDEZ X., E. 1985b. *Exploración etnobotánica y su metodología*. Xolocotzia I. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, pp. 163-188.
- HOPKINS, N.A. 1984. Otomanguean linguistic prehistory. In: J. K. Josserand, M Winter y N. Hopkins (eds.) *Essays in Otomanguean culture history*. Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, pp. 25-64 (Publications in Anthropology 31).
- LUNA M., C. DEL C. 1993. *Cambios en el aprovechamiento de los recursos naturales de la antigua ciénega de Tlaxcala*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 190 p. (Cuadernos Universitarios, serie Agronomía 24).
- LUNA M., C. DEL C. 1999. *Etnobotánica de la pitaya mixteca (Pachycereae)*. Tesis doctorado, Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 158 p.
- LUNA-MORALES, C. DEL C. Y R. AGUIRRE. 2001a. Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de la pitaya mixteca en México. *Interciencia* 26 (1): 18-24.
- LUNA-MORALES, C. DEL C. Y R. AGUIRRE. 2001 b. Aspectos estructurales de las comunidades vegetales con pitayos (*Stenocereus* spp.) en la Mixteca Baja y el Valle de Tehuacán. *Revista Geográfica* 30, en prensa.
- LUNA-MORALES, C. DEL C. Y R. AGUIRRE. 2001c. Variación morfológica del fruto y domesticación de *Stenocereus pruinosus* (Otto)Buxb. y *S. stellatus* (Pfeiff.)Riccob. (Cactaceae) en la Mixteca Baja, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, en prensa.
- MARTÍNEZ G., J.C. 1993. *Caracterización de tipos de pitaya Stenocereus griseus Haworth en la Mixteca*. Tesis Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, 125 p.
- MUNSELL. s/f. *The Munsell limit color cascade. Munsell color, Macbeth Color & Photometry Division, Baltimore, Maryland*.
- NABHAM, G. P. 1990. *Gathering the desert*. The University of Arizona Press. Tucson, 209 p.
- PIMIENTA-BARRIOS, E. Y P.S. NOBEL. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp, Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economic Botany* 48(1):76-83.
- ROHLF, F.J. 1992. *Numerical taxonomy and multivariate analysis system version 1.70*. State University of New York, Stony Brook, New York.
- ROJAS R., T. 1985. *La agricultura indígena en el siglo XVI*. Tesis doctorado, Universidad Iberoamericana, México, D.F. 314 p.
- SÁNCHEZ-MEJORADA R., H. 1982. *Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México*. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Gobierno del Estado de México, Toluca. 48 p.
- SÁNCHEZ-MEJORADA R., H. 1984. Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México. In: *Aprovechamiento del pitayo*. ITAO-Oaxaca, UAM, México, D.F. pp.6-21.
- SAS. 1988. *SAS/STAT user's guide*, release 6.03 edition. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- SMITH, C.E. JR. 1967. Plant remains, In: D.S. Byers (ed.) *The prehistory of the Tehuacan valley, vol.1: Environment and subsistence*. University of Texas Press, Austin, pp. 220-225.

- SMITH, C.E. JR. 1988. Evidencias arqueológicas sobre los inicios de la agricultura en Mesoamérica. In: L. Manzanilla (ed.) *Coloquio V. Gordon Childe*. UNAM, México, D.F., pp.91-112.
- STACE, C.A. 1984. *Plant taxonomy and biosystematics*. Arnold, Baltimore, Maryland. 279p.
- WINTER, M., M. GAXIOLA G. Y G. HERNÁNDEZ D. 1984. Archeology of the Otomanguan Area. In: J. K. Josserand, M. Winter y N. Hopkins (eds.) *Essays in Otomanguan culture history*. Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, pp. 65-107 (Publications in Anthropology 31).
- WINTER, M. 1996. *Cerro de las Minas, arqueología de la Mixteca Baja*. Ediciones de la Casa de la Cultura de Huajuapán, Oaxaca, Oaxaca, 64 p.
- ZEVEN, A.C. Y J.M.J. DE WET. 1982. *Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity*. Pudoc, Wageningen. 263 p.

Recibido: 29.I.2001

Aceptado: 3.X.2001