

CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN MORFOLÓGICA DEL FRUTO DE VARIANTES CULTIVADAS DE PITAYA [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] EN LA MIXTECA BAJA, MÉXICO

C. del C. Luna-Morales

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

RESUMEN

Con el objetivo de ordenar y clasificar la diversidad morfológica del fruto de 31 variantes reconocidas por más de 20 cultivadores de pitaya [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] de la Mixteca Baja, México, se midieron 19 atributos morfológicos a 200 frutos (2 a 10 por variante). Los datos se analizaron mediante comparación de promedios, conglomerados y componentes principales. Los informantes identificaron las variantes por el color, tamaño y forma del fruto; tamaño y color de espina; tamaño y cantidad de semillas; dulzura, sabor y época de maduración. Aunque cinco atributos (grosor de cáscara, número de areolas, grosor y anchura de semilla y peso de pulpa/peso de cáscara) fueron significativamente iguales, el análisis multivariado apoya la pertinencia de 16 atributos para la caracterización de las variantes. Los tres primeros componentes principales (CP) resumieron el 60 % de la variación y ordenaron a las variantes por el tamaño y peso de fruto, y tamaño de semilla y espina (CP1), por el color de cáscara y pulpa (CP2) y por la redondez (CP3) del fruto, coincidiendo en gran parte con la clasificación infraespecífica tradicional. Un agrupamiento congruente con estos análisis define nueve grupos, uno de los cuales corresponde con un probable híbrido interespecífico. La clasificación empírica de los informantes es confirmada en gran parte por los análisis estadísticos.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: Cactaceae, Pachycereeae, recursos fitogenéticos.

CLASSIFICATION AND FRUIT MORPHOLOGICAL ORDERING IN CULTIVATED VARIANTS OF PITAHAYA [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] AT THE MIXTECA BAJA, MEXICO

ABSTRACT

With the aim of ordering and classifying fruit morphological diversity of 31 variants acknowledged by more than 20 pitahaya [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] growers from the Mixteca Baja, Mexico, we measured 19 morphological traits of 200 groups (2 to 10 per variant). Data were analyzed using mean comparison, cluster and principal components analyses. Informants identified variants by fruit color, size and shape; thorn size and color; seed size and amount; sweetness, taste and maturation season. Even though five traits were significantly equal, multivariate analysis supported that 16 of these traits were pertinent for variant characterization. The first three principal components (CP) summarized 60 % of the variation and ordered variants by fruit size and weight and seed and thorn size (CP1), by skin and pulp color (CP2), and by fruit roundness (CP3); coinciding with the intraespecific traditional classification. A grouping congruent with these analyses defines nine groups, one of them corresponding to a possible interespecific hybrid. The empirical classification from informants was largely confirmed by statistical analyses.

ADDITIONAL KEY WORDS: Cactaceae, Pachycereeae, Plant Genetic Resources.

INTRODUCCIÓN

México es centro de origen y diversidad de cactáceas, varias de las cuales han sido importantes para el desarrollo de algunas culturas Meso y Aridoamericanas. En estas regiones, además del aprovechamiento de poblaciones

espontáneas, se han cultivado más de 40 especies de cactáceas y domesticado alrededor de 17, de las cuales 20 y siete, respectivamente, son columnares (Zeven y De Wet, 1982; Sánchez-Mejorada, 1984; Hernández Xolocotzi., 1993; Luna-Morales, 2003).

Los estudios arqueológicos del Valle de Tehuacán en México han evidenciado el uso del fruto, el tallo y la semilla de ocho especies de cactáceas columnares (Pachycereae) desde hace más de 8,000 años, entre las cuales se encuentra *S. pruinosus* (Otto) Buxb. (Callen, 1967; Smith, 1967; González, 1972), que en la actualidad recibe el nombre genérico mixteco “dichi” y el antillano “pitaya”.

La Mixteca Baja es una región contigua al Valle de Tehuacán que también cuenta con tales recursos bióticos y su poblamiento y florecimiento prehispánicos han sido evidenciados por la arqueología (Winter, 1996). Así, es muy probable que en esta región, la actual pitaya o dichí kua se haya cultivado desde entonces, pues tanto en el Valle de Tehuacán como en la Mixteca Baja se encuentran evidencias de huertos abandonados prehispánicos, coloniales o de principios del siglo XX (Luna-Morales y Aguirre, 2001).

La importancia actual y pasada de estas dos especies en la Mixteca se evidencia también por la presencia bajo cultivo de más de 30 variantes infraespecíficas y un aparente híbrido interespecífico (Luna-Morales *et al.*, 2001), lo cual se considera uno de los primeros síntomas de la domesticación de una especie (León, 1987). Estos cultivares probablemente han sido obtenidos a lo largo de siglos por los mixtecos, mediante su manejo y selección a partir de poblaciones cultivadas *in situ* y posteriormente *ex situ* en los frecuentes huertos antiguos abandonados de la región (Luna-Morales, 2004).

Para el registro y protección de estos cultivares tradicionales es necesaria su caracterización y evaluación morfológica, fenológica, reproductiva, molecular y agronómica. El presente trabajo, cuyo objetivo es ordenar y clasificar la variación morfológica del fruto de 31 variantes mixtecas de *S. pruinosus*, busca avanzar en este proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante recorridos regionales y entrevistas abiertas, se ubicaron las principales localidades productoras de esta especie en la Mixteca Baja de Oaxaca (Luna-Morales, 2003). De ellas se seleccionaron ocho (Chichihualtepec, Tianguistengo, Joluxtla, Acaquizapan, Camotlán, Dinicuiti, Cuititío y El Naranjo) por su mayor riqueza en variantes intraespecíficas, a pesar de lo cual no se lograron estudiar todas las variantes. En los huertos y en los centros locales de empaque del fruto, con ayuda de más de 20 informantes locales, se obtuvieron de dos a 10 frutos de cada una de las variantes estudiadas, para medirles 19 atributos morfológicos de espina, cáscara, pulpa y semilla (Cuadro 1).

Las mediciones de los frutos se hicieron en madurez de consumo, utilizando un vernier y una balanza electrónica para las dimensiones y peso del fruto, respectivamente; el color de la cáscara y pulpa se determinó en una escala de intervalo con la cascada de colores Munsell (Munsell, s/f).

Las semillas se separaron mediante fermentación y frotación para contarlas y medirlas con un microscopio de disección ($n=30$). Se efectuó un análisis de varianza de una vía y comparación de medias (Duncan) con el paquete SAS 6.03 (SAS, 1988); la ordenación (componentes principales a partir de la matriz de correlaciones entre las variables estandarizadas) y la clasificación (UPGMA o agrupación no ponderada de pares de grupos, con la distancia taxonómica media) multivariable se hizo con el paquete NTSYS 2.1 (Rohlf, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis univariable y clasificación tradicional

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los promedios de los atributos de *S. pruinosus* estadísticamente diferentes ($P \leq 5\%$). El grosor de la cáscara (1.4-3.8 mm), el número de aréolas (38-69), el ancho (1.52-2.24 mm) y grosor de la semilla (0.9-1.3 mm) y la relación entre los pesos de pulpa y cáscara (2.97-6.96) fueron estadísticamente similares entre las variantes; sin embargo, el mayor grosor de cáscara y la mayor longitud de espina han sido seleccionados en algunas variantes por los pitayeros mixtecos, dado que contribuyen a aumentar la duración del fruto en postcosecha (Luna-Morales y Aguirre, 2001a). Esta diferencia parcial entre los análisis estadísticos univariados y los móviles de selección de los informantes tendrá que ser despejada en una investigación posterior, con mayor tamaño de muestra y mayor control de la validez interna y externa de la investigación.

En general, las primeras siete variantes, junto con las denominadas Sinsidi, Reina e Intsi'ia, se consideran como las más comerciales o de primera calidad, debido a su mayor peso, tamaño y longitud de espina; este último carácter, generalmente considerado indeseable, para los mixtecos parece ser un móvil de selección, ya que al aumentar la aireación y el amortiguamiento durante el empaque, se aumenta la duración del fruto en postcosecha (Luna-Morales y Aguirre, 2001a). En cambio, las siete últimas variantes son más bien pequeñas, pero poseen alguna característica de interés para el productor; tal es el caso del posible híbrido interespecífico (San Gabriel), apreciado por su producción elevada durante dos estaciones del año (mayo y agosto), la Abrileña de producción temprana o la Hormiga por su sabor especial. Las 13 variantes restantes, que son de un tamaño y peso intermedio, también poseen algún carácter de interés, como su alto contenido de sólidos solubles (Licui, 17.25 °Brix), sus colores llamativos (Melón, Sandía, Solferina) o su producción tardía (Acateca).

Aunque en el Cuadro 2 no se incluyen todos los colores que distinguen algunos productores (siete tonalidades de rojo y ocho de amarillo, desde $0.5Y=29.6$ hasta $2.4R=42.15$), es suficiente para mostrar la capacidad que han desarrollado los campesinos mixtecos para distinguir los colores de los

CUADRO 1. Atributos del fruto estadísticamente diferentes ($P \leq 5\%$) entre 31 variantes cultivadas de pitaya de mayo [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] en la Mixteca Baja, México.

Variante	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso total (g)	Peso de cáscara (g)	Peso comestible (g)	Peso de semilla (g)	Redondez (ecuatorial/polar)
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. Lilamorada	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. Tsindudo	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. Coqui	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

frutos; este conocimiento se refleja en las 10 diferentes denominaciones locales que refieren al color de la pulpa, además de las percepciones asociadas con el color de la espina (Iñutun=espina negra; Iñukushi=espina blanca, Iñuya'a=espina amarilla) o la cáscara (Negra=púrpura muy oscuro). Aunque la medición de los sólidos solubles es muy variable y afectada por varios factores, merece destacarse la gran dulzura de algunas variantes como la Licui (17.25 °Brix).

Clasificación y ordenación multivariable

En la Figura 1 se muestra un fenograma robusto (correlación cofenética de 0.8) de las 31 variantes, según los 19 caracteres evaluados y la distancia taxonómica media. A una distancia de disimilitud de 1.30 se pueden clasificar

ocho grupos que concuerdan satisfactoriamente con las observaciones directas de los productores y que se resumen en el Cuadro 3: el color rojo púrpura de la pulpa del fruto (40.14 y 41.70=RP) y su tamaño y peso distinguen a las variantes Sandía (de tamaño y peso intermedio) y Lilamorada (de mayor peso y tamaño); la variante San Gabriel constituye una tercera clase pues se trata del probable híbrido interespecífico entre *S. pruinosus* y *S. stellatus*, el cual muestra características morfológicas intermedias entre estas taxa, pero más parecido al segundo (Luna-Morales *et al.*, 2001), y por consiguiente más bien se trata de un fruto pequeño dentro del Cuadro 3; la variante Iñukushi se distingue principalmente por sus espinas largas blanquecinas y su color de cáscara verde claro (22.14=GY); la Intsi'ia se distingue como una quinta clase por sus semillas numerosas y pesadas; y la Licui por su dulzura y el color

CUADRO 2. Algunos atributos de calidad del fruto estadísticamente diferentes (P<5 %) entre 31 variantes de pitaya de mayo [*S. pruinosus* (Otto) Buxb.] en la Mixteca Baja, México.

Variante	Semillas (número)	Área de la semilla (mm ²)	Color de cáscara (Munsell)	Color de pulpa (Munsell)	Grados Brix	Longitud de espina (cm)
1. Burra	2,966.0	4.37	32.60	39.64	11.75	1.96
2. Site'e	2,898.0	4.06	40.14	40.14	12.50	1.80
3. Iñutun	2,781.0	4.46	42.15	40.13	14.50	2.60
4. Cántaro	1,746.0	4.14	28.81	36.88	12.84	1.50
5. Negra	2,000.0	5.64	36.89	39.64	12.13	2.26
6. Blanca	2,466.0	3.70	23.10	34.12	13.00	2.50
7. Lilamorada	1,995.0	4.84	39.15	40.14	13.25	2.12
8. Chicalía	2,068.0	4.11	36.14	38.14	13.80	1.50
9. Iñuya'a	2,244.7	4.46	31.79	37.80	11.83	1.50
10. Melón	1,731.5	4.29	22.10	35.70	10.75	1.81
11. Intsi'ia	3,908.0	4.95	41.60	38.14	12.25	1.90
12. Licui	2,809.0	3.33	22.60	30.10	17.25	1.40
13. Reina	2,807.7	4.29	26.04	34.79	13.70	2.27
14. Sandía	2,453.0	3.88	23.70	41.70	13.00	2.12
15. Acateca	706.0	3.78	41.13	40.14	12.60	1.60
16. Solferina	1,900.5	3.83	33.14	40.64	11.25	2.16
17. Sinsidi	2,197.0	4.54	40.14	40.14	14.00	2.40
18. Amarilla	1,603.3	3.65	26.43	34.84	12.39	1.53
19. Sineño	3,321.5	3.67	28.13	40.14	12.63	1.50
20. Tripa-Co	2,136.0	3.67	39.13	39.13	13.50	0.90
21. Tsindudo	1,958.0	4.13	31.14	34.12	14.00	2.00
22. Ceniza	1,724.5	4.12	25.00	35.13	12.88	1.95
23. China	1,639.5	3.97	39.62	38.14	12.75	1.70
24. Indo'oyo	2,146.7	3.75	36.81	39.14	12.75	1.70
25. Roja	1,407.0	4.29	36.94	38.74	13.75	1.72
26. Iñukushi	2,682.0	3.40	22.14	34.13	13.50	2.20
27. Morada	2,152.0	4.00	41.15	42.15	12.70	1.60
28. S. Gabriel	951.0	3.38	39.14	39.14	10.00	1.20
29. Hormiga	891.0	4.74	40.10	40.13	13.20	1.40
30. Coqui	890.0	4.15	36.70	36.12	13.75	1.80
31. Abrileña	1,721.0	3.61	22.90	33.13	12.00	1.50

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

CUADRO 3. Principales características discriminantes de nueve grupos de variantes de pitaya de mayo [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] de la Mixteca Baja, México.

Grupo	Diámetro ecuatorial/polar (cm)	Redondez (ecuatorial/polar)	Peso total (g)	Color de pulpa (Munsell)	Color de cáscara (Munsell)	Grados Brix	Semillas	
							Número	Peso (g)
1. Sandía	6.02/8.39	0.72	164.67	41.70	23.70	13.00	2,453	3.68
2. Lila-morada	7.61/8.14	0.83	275.50	40.10	39.15	13.25	1,995	4.92
3. San Gabriel	4.97/6.64	0.76	85.91	39.14	39.14	10.00	951	1.53
4. Iñukushi	5.85/7.20	0.81	133.80	34.13	22.14	13.50	2,682	4.35
5. Intsi'ia	6.64/8.59	0.77	205.40	38.14	41.60	12.25	3,908	9.38
6. Licui	6.56/8.44	0.78	179.12	30.10	22.60	17.25	2,809	4.39
7. Grandes largas	7.42/10.50	0.72	297.38	39.94	38.38	12.98	2,568	5.45
8. Redondas grandes	6.93/8.31	0.84	220.54	35.79	27.10	13.33	2,638	3.86
9. Medianas	6.00/7.76	0.78	153.49	38.07	34.10	12.77	1,674	3.42

Correspondencia aproximada de tonos de color: 22-24=G.Y, 25-28=Y, 29-33=Y.R, 34-39=R, 40-44=RP.

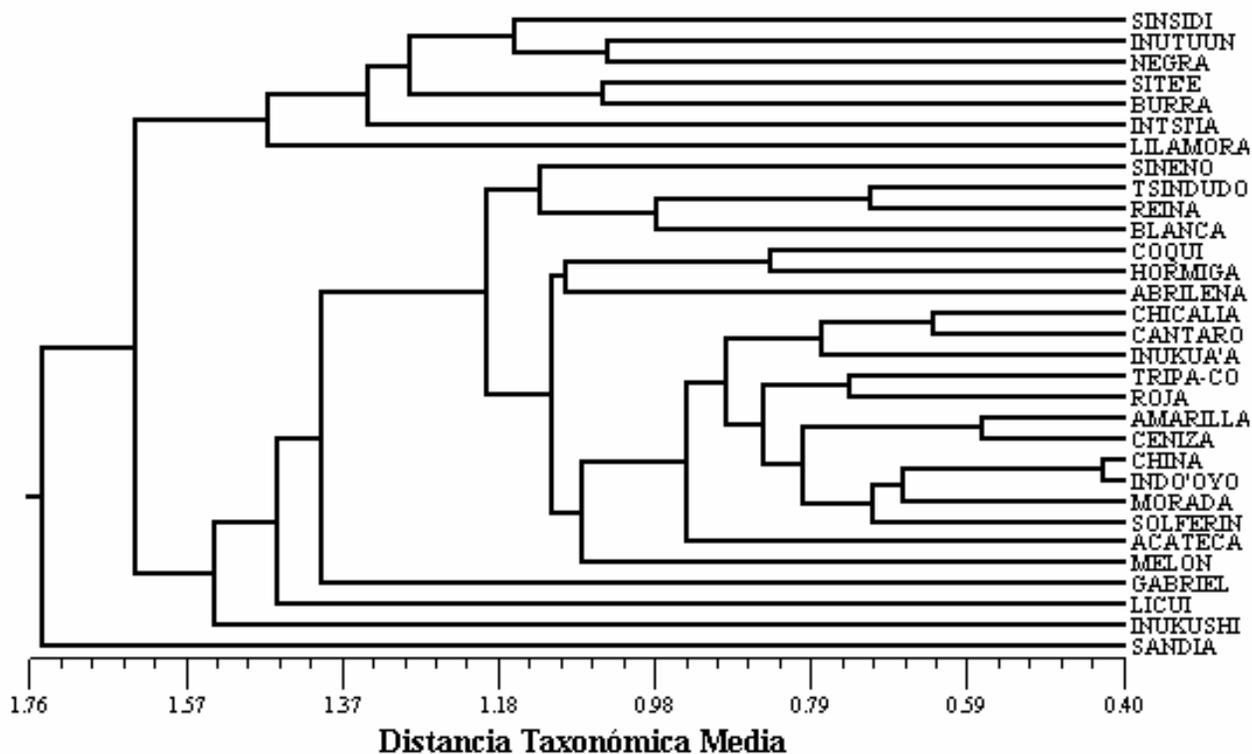


FIGURA 1. Dendrograma de 31 variantes de pitaya de mayo [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.], según 19 caracteres morfológicos del fruto.

CUADRO 4. Correlaciones de los cuatro primeros componentes principales (CP) con 19 caracteres morfológicos del fruto de 31 variantes cultivadas de pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.)

Carácter	CP1 (35 %) ^z	CP2 (14 %)	CP3 (11 %)	CP4 (9 %)
Diámetro polar	0.85	0.16	-0.42	0.026
Diámetro ecuatorial	0.93	0.19	0.22	0.02
Peso total	0.96	0.17	-0.01	0.05
Peso de cáscara	0.89	0.15	0.03	0.13
Peso comestible	0.94	0.15	-0.04	0.05
Grosor de cáscara	0.35	0.05	0.48	0.59
Peso de semilla	0.70	0.21	-0.05	0.00
Peso pulpa/cáscara	-0.06	0.16	-0.09	-0.29
Número de semillas	0.56	0.50	-0.10	-0.11
Peso 100 semillas	0.44	-0.63	0.15	0.25
Ancho de semilla	0.26	-0.32	-0.12	-0.76
Longitud de semilla	0.58	-0.45	0.33	-0.36
Grosor de semilla	0.60	-0.52	0.05	0.17
Color de cáscara	0.20	-0.74	-0.09	0.35
Color de pulpa	0.27	-0.67	-0.39	-0.03
Grados Brix	0.04	0.26	0.46	-0.03
Longitud de espina	0.58	0.20	0.24	-0.31
Número de areolas	0.20	-0.33	0.43	-0.54
Redondez	-0.33	-0.05	0.86	0.00

^zEntre paréntesis se anota el porcentaje de la variación explicado por cada componente principal.

verde amarillento (22.6=GY) de la cáscara y amarillo-rojizo (30.1=YR) de la pulpa. Además se forman dos grupos más numerosos: el séptimo junta a las variantes de mayor tamaño y peso y de forma larga (Sinsidi, Iñutun o Espina negra, Negra, Site'e y Burra) y el octavo agrupa 20 variantes de tamaño y peso variable, que los caracteres evaluados no permiten distinguir a este nivel de disimilitud. Sin embargo, a un menor nivel (1.17) se puede distinguir, dentro de este último gran grupo, a un octavo conjunto, constituido por las variantes grandes y tendiendo a redondas (Sineño, Tsindudo, Reina y Blanca), quedando en el noveno grupo las variantes de tamaño y peso intermedio a bajo, pero con algún carácter de interés para los pitayeros mixtecos, como puede ser la época temprana (Abrileña) o Tardía (Acateca) de cosecha, su forma curiosa de escarabajo (Site'e) o Cántaro, sus colores llamativos (Solferina o Melón) o sabores especiales (Hormiga).

Para ordenar y confirmar la importancia de las variables involucradas en la diversidad morfológica del fruto de la pitaya de mayo mixteca, en el Cuadro 4 se muestran las correlaciones de los cuatro primeros componentes principales (CP) con los caracteres evaluados, los cuales resumen el 69 % de la variación. El CP1 se correlaciona directamente con los pesos y dimensiones de fruto, peso de semilla y longitud de semilla y espina; el CP2 se correlaciona de manera inversa con los colores de cáscara y pulpa; el CP3 se correlaciona directamente con la redondez del fruto; y el CP4 con el grosor de cáscara y ancho de semilla.

Así, puede decirse que en la Figura 2, que ordena el 60 % de la variación morfológica medida en el fruto, el CP1 ubica las variantes de tamaño pequeño a la izquierda (San Gabriel, Abrileña) y las grandes a la derecha (Burra, Iñutun); el CP2 ordena los frutos desde los colores rojos oscuros (Lila-morada, Hormiga) a los amarillos claros (Licui, Iñukushi) y el CP3 de alargados (Site'e, San Gabriel) a redondos (Coqui, Sinsidi).

De esta manera, puede afirmarse que existe amplia variación morfológica del fruto en las 31 variantes de pitaya de la Mixteca Baja, en la cual se distinguen entre 8 y 9 grupos y al menos cuatro tendencias de variación (tamaño, color y forma del fruto y grosor de cáscara), además de otros caracteres que no fueron sometidos al análisis numérico (época de maduración, duración en postcosecha y firmeza de la cáscara).

CONCLUSIONES

La pitaya de mayo mixteca comprende al menos 31 variantes cultivadas que son clasificadas por sus cultivadores por diferentes caracteres morfológicos y agronómicos. El análisis numérico apoya la pertinencia de 16 de los 19 caracteres morfológicos medidos y distingue entre 8 y 9 grupos de variantes que se ordenan por el tamaño del fruto, semilla y espina; color de cáscara y pulpa, forma del fruto y grosor de cáscara. La clasificación empírica de los informantes es confirmada en gran parte por los análisis estadísticos.

LITERATURA CITADA

CALLÉN, E. O. 1967. Analysis of the Tehuacan coprolites, pp. 261-289. In: The Prehistory of the Tehuacan Valley. D.S. BYERS

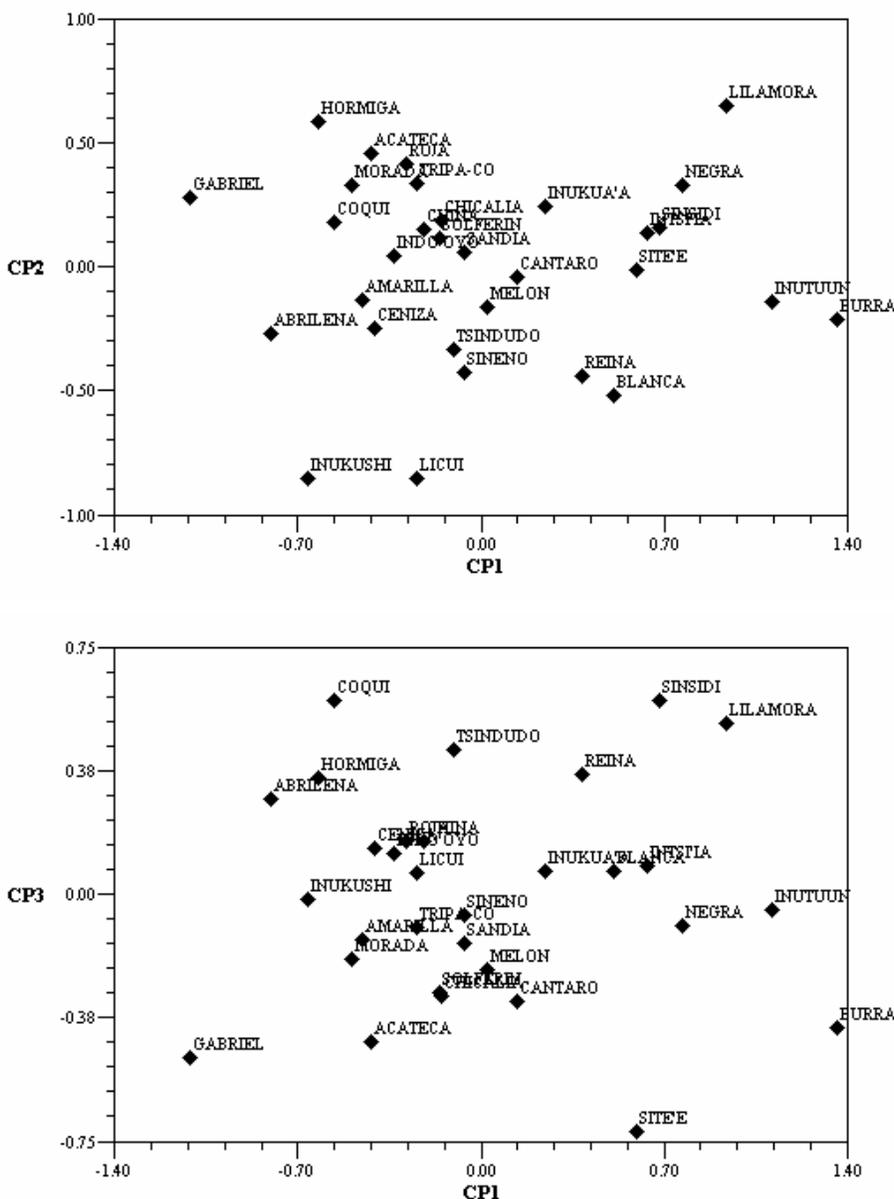


FIGURA 2. Ordenación de 31 variantes cultivadas de [*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.] sobre los tres primeros componentes principales, según 19 caracteres del fruto.

- (ed). University of Texas Press. Austin, Texas, USA.
- GONZÁLEZ Q., L. 1972. Las cactáceas subfósiles de Tehuacán, Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 17(1): 3-15.
- HERNÁNDEZ X., E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view, pp. 733-753. *In: Biological diversity of Mexico: origins and distribution.* RAMAMOORTHY, T.P.; R. BYE; A. LOT; J. FA (eds.). Oxford University Press. New York, USA.
- LEÓN, J. 1987. *Botánica de los Cultivos Tropicales*. Segunda edición. IICA. San José, Costa Rica. 445 p.
- LUNA-MORALES, C. DEL C. 2003. La Mixteca Baja y las cactáceas columnares (Too/Tnu Dichi). *Revista de Geografía Agrícola* 35: 25-42.
- LUNA-MORALES, C. DEL C. 2004. Recolección, cultivo y domesticación de cactáceas columnares en la Mixteca Baja, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 95-102.
- LUNA-MORALES, C. DEL C.; AGUIRRE R., J. R. 2001. Aspectos estructurales de comunidades vegetales con pitayos (*Stenocereus* spp) en la Mixteca Baja y el Valle de Tehuacán, México. *Revista Geográfica* 130: 115-129.
- LUNA-MORALES, C. DEL C.; AGUIRRE R., J. R. 2001a. 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* 24: 213-221.
- LUNA-MORALES, C. DEL C.; AGUIRRE R., J. R.; PEÑA-V., C. B. 2001. Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica* 72(2): 131-155.
- MUNSELL. s/f. The Munsell limit color cascade. Munsell Color. Macbeth Color & Photometry Division. Baltimore, Maryland, USA.
- ROHLF, F. J. 2000. Numerical taxonomy and multivariate analysis system version 2.1. Department of Ecology and Evolution, state University of New York. Stony Brook, New York, USA.
- SÁNCHEZ MEJORADA R., H. 1984. Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México., pp. 6-21. *In: Aprovechamiento del Pitayo.* ITAOOaxaca, UAM. México.
- SAS. 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03 edition. SAS Institute, Cary, NC.
- SMITH, C. E. JR. 1967. Plant remains, pp. 220-225. *In: The Prehistory of the Tehuacan Valley, Volume one: Environment and subsistence.* D.S. BYERS (ed.). University of Texas Press. Austin, Texas, USA.
- WINTER, M. 1996. Cerro de las Minas, arqueología de la Mixteca Baja. Ediciones de la Casa de la Cultura de Huajuapán. Oaxaca, Oax. México. 64 p.
- ZEVEN, A. C.; DE WET, J. M. J. 1982. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Pudoc. Wageningen. The Netherlands. 263 p.