Estudios citogenéticos de dos especies y una variedad del género *Nyctocereus* (Cactaceae)

GUADALUPE PALOMINO HASBACH, SOCORRO ZULETA LECHUGA y LEIA SCHEINVAR¹

RESUMEN. *Nyctocereus* (Cactaceae) es un género con siete especies y dos variedades distribuidas de México a Centroamérica, todas son ornamentales y sus frutos son comestibles. En este estudio se determinaron los números cromosómicos y se elaboraron los cariotipos de *N. castellanosii*, *N. serpentinus* y *N. serpentinus* var. *splendens*. El número cromosómico para los tres taxa fue $2n = 22$ y el número básico $x = 11$. Entre ellos el cariotipo es muy homogéneo. No se observaron poliploidías. Todos los cromosomas en *N. castellanosii* y *N. serpentinus* fueron metacéntricos. En *N. serpentinus* var. *splendens* se obtuvieron dos partes de submetacéntricos. La longitud total de la cromatina fue diferente en las tres especies, presentando la menor longitud *N. serpentinus* var. *splendens*.

ABSTRACT. The genus *Nyctocereus* (Cactaceae) consists of seven species and two varieties distributed from Mexico to Central America. They are valued as ornamental and for its edible fruits. In this study the chromosome numbers were determined and the karyotypes elaborated for *N. castellanosii*, *N. serpentinus* and *N. serpentinus* var. *splendens*. The diploid chromosome number for the three taxa was $2n = 22$ and the karyotypes were very homogenous. No polyploids were detected. The basic number is $x = 11$. All the chromosomes in *N. castellanosii* and *N. serpentinus* were metacentric, while in *N. serpentinus* var. *splendens* two pairs of submetacentric chromosomes were observed. The total chromatin length was different for the three species, finding the lowest value in *N. serpentinus* var. *splendens*.

El género *Nyctocereus* (Berg.) Britt. y Rose pertenece a la familia de las cactáceas. Son plantas terrestres o rupícolas y crecen en pedregales de origen volcánico. Sus especies se encuentran distribuidas desde México hasta Centroamérica; son ornamentales, con flores grandes, perfumadas, y sus frutos, llamados "pitayas", son comestibles (Bravo, 1978; Scheinvar, 1982).

Hay pocos trabajos citogenéticos en el género: Beard (1937) reportó un $n = 11$ para

¹ Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-233, 04510, México, D. F.

N. serpentinus en la metafase 1 de la meiosis, dato congruente con el número básico (x): $x=11$, reportado para muchas otras cactáceas (Beard, 1937; Remski, 1954; Spencer, 1955; Pinkava y McLeod, 1971; Hiroshi *et al.*, 1976; Johnson, 1978; Weedon y Powell, 1978). La poliploidía es un proceso común reportado para algunas cactáceas como el género *Mammillaria* donde se han reportado desde variedades diploides como *M. prolifera* var. *arachnoidea* (Johnson, 1978 y 1980) hasta 24 ploides como en *M. capensis* var. *palida* (Remski 1954) y en *Opuntia* spp, Hiroshi *et al.* (1976), refieren hasta 20 ploides.

Al parecer las poliploidías se dan como una adaptación a condiciones climáticas extremas como el frío (Stockwell, 1935; Johnson, 1980) aunque Hiroshi *et al.* (1976) afirman que ésto no siempre es aplicable a cactáceas.

La morfología de los cromosomas en representantes de las cactáceas tiene pocas variaciones (Remski, 1954; Pinkava y McLeod, 1971) presentándose en su mayoría de un tamaño uniforme y tendiendo a metacéntricos (Johnson, 1980).

En el género *Mammillaria* han sido reportados satélites en especies diploides y hexaploides (Johnson, 1980), así como aneuploidías en el género *Echinocereus* (Beard, 1937) e irregularidades meióticas fueron señaladas en algunas especies de los géneros *Opuntia* y *Echinocereus* (Weedon y Powell, 1978), y en *Mammillaria*, Johnson (1980).

Green *et al.* (1980) señalan que el análisis del cariotipo puede ser usado como instrumento en citotaxonomía o filogenética. Consideran que este recurso puede ayudar a la elaboración de mejores clasificaciones taxonómicas, así como a un mejor entendimiento de las relaciones evolutivas de los distintos niveles taxonómicos de los individuos.

En el presente trabajo se obtuvo el número y la forma de los cromosomas de *Nyctocereus castellanosii* Scheinvar, *N. serpentinus* (Lag. y Rod.) Britt. y Rose y *N. serpentinus* (Lag. y Rod.) Britt. y Rose var. *splendens* (DC) Berg. para analizar las diferencias y semejanzas en relación con la fórmula cariotípica, longitud de la cromatina e índice de asimetría en los cariotipos y proporcionar apoyo a los estudios taxonómicos y biosistemáticos que se llevan a cabo en el género.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas utilizadas en este estudio pertenecen a la colección del Jardín Botánico de la UNAM. Se presentan los datos de las localidades donde fueron colectadas y los números de los ejemplares de herbario (MEXU) que los respaldan (tabla 1).

Las semillas fueron colectadas de las mismas plantas y germinadas en cajas de Petri esterilizadas conteniendo algodón y papel filtro humedecidos con agua destilada, manteniéndolas a $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cuando las plantas tenían 2-3 cm de longitud, fueron transferidas a macetas con tierra de hoja. También se enraizaron fragmentos de tallos en arena de lava volcánica esterilizada y humedecida con la solución nutritiva de Hoagland. Cuando se obtenían las raíces secundarias de las plántulas y de los fragmentos de tallos y alcanzaban de 2 a 3 cm de longitud, fueron pretratadas en una solución saturada de α bromonaftaleno por 2.5 horas a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y fijadas en una solución de alcohol etílico absoluto-ácido acético (3:1) durante 24 horas e hidrolizadas en HC1 1 N a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 13 minutos.

Finalmente, los meristemos fueron teñidos por 2 horas en una solución de Feulgen con 5 gotas de celulosa-pectinasa al 5%. Se hizo un aplastamiento al meristemo y se obtuvieron así las preparaciones para la observación de los cromosomas mitóticos. Las lav-

TABLA 1. Colector, número de colecta y localidad de los ejemplares de *Nyctocereus* estudiados.

Especies	Colector	Localidad
<i>Nyctocereus castellanosii</i>	Sheinvar 3390	Tezontepec, Hgo.
	Sheinvar 1072	Tepalcatepec, Hgo.
	Sheinvar 2580	Cerro Sta. Isabel, Pachuca, Hgo.
	Sheinvar 2202	Zapotlán, Hgo.
<i>Nyctocereus serpentinus</i>	Sheinvar 2258	Ixtapa-Zihuatanejo, Gro.
	Sheinvar 3272	La Piedad, Mich.
<i>Nyctocereus serpentinus</i> var <i>splendens</i>	Sheinvar 2177	Cerro Gordo, Pachuca, Hgo.
	Sheinvar 3000	Temascalapa, Méx.
	Sheinvar 3442	Temascalapa, Méx.

minillas se hicieron permanentes por el método de hielo seco (Conger y Fairchild, 1953) y montadas en bálsamo de Canadá.

Para el análisis de la estructura de los cromosomas se observaron al menos 20 células provenientes de dos o tres individuos de cada colecta y eran corroborados con los cromosomas obtenidos de las plántulas germinadas a partir de semillas de los individuos adultos. El cariotipo se elaboró con las tres mejores metafases. Las fotografías se tomaron usando un fotomicroscopio III Zeiss y se dibujaron usando una cámara lúcida Zeiss. Se clasificaron de acuerdo con Levan *et al.* (1964). Se obtuvo así el número fundamental del cariotipo (n.f.) que corresponde al número de brazos de los cromosomas de acuerdo a Matthey (1945), el índice de asimetría (T.F.%) para cada cariotipo según Sinha y Roy (1979) y la longitud total de la cromatina.

RESULTADOS

El cariotipo para las dos especies y una variedad es: *Nyctocereus castellanosii* Scheinvar. $2n=22$ (fig. 1B, 2A, tabla 2). Los cromosomas variaron de $1.85\text{--}2.89\mu\text{m}$ de longitud. Todos fueron metacéntricos, tres pares de ellos con constricción secundaria, su n.f. = 2. La longitud total de la cromatina es de $25.16\mu\text{m}$ y su índice de asimetría T.F.% = 40.07.

Nyctocereus serpentinus (Lag. y Rod.) Britt. y Rose. $2n=22$ (figs. 1C, 2B y tabla 2). Los cromosomas variaron de $1.57\text{--}3.22\mu\text{m}$ de longitud. Todos fueron metacéntricos, tres pares con constricción secundaria; su n.f. = 22. La longitud total de la cromatina es de $23.53\mu\text{m}$ y su índice de asimetría T.F.% = 40.08.

N. serpentinus var. *splendens* (DC) Berg. $2n=22$ (figs. 1A, 2C y tabla 2). Los cromosomas variaron de $1.62\text{--}2.56\mu\text{m}$ de longitud. Presentó nueve pares de cromosomas metacéntricos y dos pares de submetacéntricos; estos últimos presentaron doble constricción así como un par de los metacéntricos. Su n.f. = 22. La longitud total de la cromatina es de $22.11\mu\text{m}$ y su índice de asimetría T.F.% = 38.67.

TABLA 2. Análisis cariotípico de dos especies y una variedad de *Nyctocereus*.

Especies	2n	Intervalo de longitud de los cromosomas (μm)	Fórmula cariotípica	nf	Construcciones secundarias	Longitud total de la cromatina $\pm$ EE (μm)	Índice de asimetría T.F. (%)
<i>N. castellanosi</i>	22	1.85-2.89	11m	22	3m Cs	25.16 ± 0.91	40.07
<i>N. serpentinus</i>	22	1.57-3.22	11m	22	3m Cs	23.53 ± 0.83	40.08
<i>N. serpentinus</i> var. <i>splendens</i>	22	1.62-2.56	9m + 2sm	22	1m Cs; 2smCs	22.11 ± 0.56	38.67

n.f. = número fundamental; m = metacéntrico; sm = submetacéntrico; Cs = constricción secundaria; EE = error estándar.

Fig. 1. Cromosomas de: A. *Nyctocereus castellanosi*, $2n=22$; B. *N. serpentinus*, $2n=22$; C. *N. serpentinus* var. *splendens*, $2n=22$. Las flechas y los números muestran los cromosomas con satélite.

Fig. 2. Cariotipo de: A. *Nyctocereus castellanosii*; B. *N. serpentinus*; C. *N. serpentinus* var. *splendens*. Los números indican los cromosomas con satélite.

La longitud total de la cromatina de los tres cariotipos se comparó por medio de una prueba de *t* de Student para comparación de medias. La longitud total de la cromatina de *N. castellanosii* de $25.16\mu\text{m}$ resultó significativamente diferente a 5% a la de *N. serpentinus* con un valor de $23.53\mu\text{m}$ y a la de *N. serpentinus* var. *splendens* de $22.11\mu\text{m}$. En tanto que la primera y la última resultaron significativamente distintas al 1 por ciento.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El número cromosómico somático para las especies de *Nyctocereus castellanosii* y *N. serpentinus* y la variedad *N. serpentinus* var. *splendens* fue $2n=22$, congruente con lo reportado para *N. serpentinus* por Beard (1937). Las dos especies y la variedad estudiadas fueron diploides. Podría por esto considerarse al género como citológicamente homogéneo; este punto de vista es acorde con los resultados obtenidos para otros géneros de la familia (Spencer, 1955; Pinkava y McLeod, 1971; Hiroshi *et al.*, 1976; Weedon y Powell, 1978; Johnson, 1978 y 1980).

Sin embargo, no se observaron poliploidías como sucede en otras cactáceas del género *Mammillaria* donde Johnson (1978 y 1980) reporta especies tetraploides y hexaploides y al analizar la causa encuentra anomalías en la meiosis cuando sucede la formación de las tétradas. Remski (1954) también reporta tetraploides, hexaploides y 24 ploidies en especies de este género.

Nyctocereus castellanosii y *N. serpentinus* presentaron solamente cromosomas metacéntricos y *N. serpentinus* var. *splendens*, presentó dos pares de submetacéntricos que podrían ser el resultado de inversiones pericéntricas y de translocaciones desiguales de porciones de brazos de los cromosomas (Stebbins, 1971) o por pérdida de segmentos

heterocromáticos durante el proceso de evolución y por delecciones que ocurrieron (Sinha y Roy, 1979). Este hecho se refleja también al considerar la longitud total de la cromatina donde *N. castellanosii* resultó tener el mayor valor con 25.16µm, siguiéndole *N. serpentinus* con un valor intermedio de 23.53µm y *N. serpentinus* var. *splendens* con 22.11µm.

En virtud de estas comparaciones del cariotipo, pudieron considerarse diferentes los tres taxa analizados. *N. castellanosii* y *N. serpentinus* resultaron con cariotipos similares en tanto que *N. serpentinus* var. *splendens* presentó dos pares de cromosomas submetacéntricos y la menor longitud de la cromatina, lo que pudiera indicar que es el cariotipo que más cambios ha sufrido a través del tiempo.

LITERATURA CITADA

- BEARD, E.C. 1937. Some chromosome complements in the Cactaceae and a study of meiosis in *Echinocereus papillosus*. *Bot. Gaz.* 99:1-21.
- BRAVO-HOLLIS, H. 1978. Las cactáceas de México. 2a. ed., Universidad Nacional Autónoma de México, México, Vol. 1.
- CONGER, A.D. y L.M. FAIRCHILD. 1953. A quick freeze method for making smear slides permanent. *Stain Technology* 28:281-283.
- GREEN, M.D., J.P. BOGART y E.H. ANTONY. 1980. An interactive, microcomputer based karyotype analysis system for phylogenetic cytotaxonomy. *Compt. Biol. Med.* 10:219-227.
- HIROSHI, I., SHIMIZU y N. KONDO. 1976. Chromosome numbers and their bearing on the geographic distribution in the subfamily Opuntioideae. (Cactaceae). *Rep. Inst. for Breed. Res. Tokyo Univ. Agric.* 4:1-10.
- JOHNSON, M.A.T. 1978. Diploid cytotypes in *Mammillaria prolifera* and three other *Mammillaria* species. *Cact. Succ. J. Gt. Brit.* 40(1):9-12.
- , 1980. Further cytological investigations in *Mammillaria prolifera* and other *Mammillaria* species. *Cact. Succ. J. Gt. Brit.* 42(2):43-47.
- LEVAN, A., K. FREDGA y A.A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosome. *Hereditas* 52:201-220.
- MATTHEY, R. 1945. L'évolution de la formule chromosomiale chez les vertébrés. *Experientia* 1:50-78.
- PINKAVA, D.F. y M.G. MCLEOD. 1971. Chromosome numbers in some cacti of Western North America. *Brittonia* 23:171-176.
- REMSKI, M.F. 1954. Cytological investigations in *Mammillaria* and some associated genera. *Bot. Gaz.* 116:163-171.
- SCHEINVAR, L. 1982. *Las cactáceas del Valle de México*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 724 pp.
- SINHA, S.S. y H. ROY. 1979. Cytological studies in the genus *Phaseolus* I. Mitotic analysis in fourteen species. *Cytologia* 44:191-199.
- SPENCER, J.L. 1955 A cytological study of the Cactaceae of Puerto Rico. *Bot. Gaz.* 117:33-37.
- STEBBINS, G.L. 1971. *Chromosome evolution in higher plants*. Edward Arnold Publ. Ltd, Londres.
- STOCKWELL, P. 1935. Chromosome numbers of some of the Cactaceae. *Bot. Gaz.* 96:565-570.
- WEEDIN, J. y A.M. POWELL. 1978. Chromosome numbers in Chihuahua Desert Cactaceae. Trans-Pecos, Texas. *Amer. J. Bot.* 65(5):531-537.