Tomback, D. F. 1982. Dispersal of whitebark pine seeds by Clark's nutcracker: a mutualism hypothesis. Journal of Animal Ecology 51-451-467.

Tueller, P. T. and J. E. Clark. 1975. Autoecology of pinyon-juniper species of the Great Basin and Colorado Plateau. pp. 27-44. In: G. F. Gifford and F. E. (Fee) Busby (eds.). The pinyon-juniper ecosystem: A symposium. College of Natural Resources, Utah State University. Utah Agricultural Experiment Station. Logan, Utah.

Van Devender, T. R. and W. B. Spaulding. 1977. Coadaptations of the Clark's nutcraker and piñon pine for efficient seed harvest and dispersal. Ecological Monographs 47:89-111.

Van Devender, T. R. and W. B. Spaulding. 1979. Development of vegetation and climate in the Southwestern United States. Science 204: 701-710.

Vander Wall, S. and P. R. Balda. 1983. Remembrance of seeds stashed. Natural History 9:60-65.

Verduzco, J., B. R. Fuller, R. Morandini and Y. F. J. Mahien. 1962. Ecology and Silviculture. p. 68. In: Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México FAO (eds.). Seminar and study tour of Latin-American conifers. México, D. F.

West, N. E., K. H. Rea and R. J. Tausch. 1975. Basic synecological relationships in juniper-pinyon woodlands. pp. 41-53. In: G. F. Gifford and F. E. (Fee) Busby (eds.). The pinyon-juniper ecosystem: A symposium. College of Natural Resources, Utah State University. Utah Agricultural Experiment Station. Logan, Utah.

Whitham, T. G. and S. Mopper. 1985. Chronic herbivory: impacts on architecture and sex expression of pinyon pine. Science 228:1089-1091.

Zavarin, E., K. Snajberk and R. Debry. 1980. Terpenoid and morphological variability of Pinus quadrifolia and its natural hybridization with Pinus monophylla in northern Baja California and adjoining United States. Biochemical Systematics and Ecology 8:225-235.

CITOGENETICA DE PINOS PIÑONEROS

Armando García Velázquez[1)]

RESUMEN

Estudios cromosómicos realizados en *Pinus cembroides*, *P. monophylla*, *P. quadrifolia* y *P. maximartinezii* concuerdan con los números observados en este género, de 2n = 24. Aún cuando la morfología de los cromosomas de estas cuatro especies de pinos del grupo cembroides es muy similar, existen diferencias notables en la longitud de los genomios de ellas. La menor longitud del genomio se observó en *P. cembroides* (179.6 µm), creciendo en *P. monophylla* (197.9 µm), en *P. quadrifolia* (217.0 µm) y la mayor longitud se observó en *P. maximartinezii* (233.0 µm). En *P. maximartinezii* se observó la presencia de poliembronía; las restantes tres especies no presentaron este fenómeno.

INTRODUCCION

El género *Pinus* es una de las coníferas más difundidas en el hemisferio norte y se considera que México es uno de los países con mayor número de especies. La gran diversidad de especies, variedades y formas probablemente se debe a la gran diversidad de condiciones ecológicas del país. El género *Pinus* presenta ciertos problemas taxonómicos debido

1) Profesor Investigador Titular. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. 56230.

probablemente a los caracteres utilizados en la clasificación taxonómica, así como a la cantidad de formas intermedias quizás originadas por hibridación natural. El grupo de pinos piñoneros constituye la subsección cembroides (Little y Critchfield, 1969); ocupan en México zonas semiáridas y cálido templadas, con suelos secos y pobres. Los pinos piñoneros muestran una distribución geográfica restringida, con excepción de *P. cembroides* que se localiza desde Arizona y Nuevo México en U.S.A. hasta Puebla y Veracruz en México. Desde el punto de vista cromosómico, las especies de pinos estudiados poseen 2n = 24 sin diferencias notables entre cromosomas, y entre cariotipos (Sax y Sax, 1933; Saylor, 1964, 1972 y 1983). La información cromosómica a la fecha apoya la idea de que los pinos son muy conservativos en sus características cromosómicas (Saylor, 1983). Stebbins (1958) propone que la especiación en *Pinus*, como en *Quercus*, ha tenido lugar por cambios génicos y no por cambios en los cariotipos. Estudios meióticos en híbridos interespecíficos han demostrado la ausencia de diferencias estructurales mayores entre cromosomas de 22 especies de pinos (Saylor y Smith, 1966).

En los años 50' se demostró que la cantidad de ADN por célula, es una característica constante de las células somáticas de un organismo y que por tanto, los gametos contienen aproximadamente la mitad de ADN de las células somáticas (Dobzhansky *et al.*, 1977). Miksche (1967) estudió la variación en el contenido de ADN en varias gimnospermas, incluyendo *Pinus resinosa*, *P. contorta*, *P. sylvestris*, *P.*

strobus y *P. banksiana* y observó una relación directa entre volumen nuclear y cantidad de ADN por célula, y que las especies difieren notablemente en sus contenidos aún cuando son homoploides 2n = 24. Meksche (1968) observó que las especies con menor volumen nuclear tienen una mayor dispersión geográfica que las especies que poseen un mayor volumen nuclear.

Fueron estudiadas características cromosómicas de cuatro especies de pinos piñoneros nativas de México.

MATERIALES Y METODOS

Las semillas utilizadas en este estudio fueron colectadas directamente de los bosques y otras muestras fueron obtenidas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (SARH), Cuadro 1. A fin de obtener mejor germinación las semillas se dejaron remojar en agua corriente, por 72 horas. Transcurrido este tiempo, las semillas fueron sembradas en cajas de plástico con toallas de papel humedecidas y a una temperatura de 15-25°C.

Para el estudio cromosómico, las plántulas con ápices radicales de 1-3 cm se sometieron 4-5 días a 0°C y posteriormente fijadas en Carnoy 6:3:1 por 48 hr. Luego de fijadas se almacenaron en alcohol 70%. Para la tinción se utilizó el Feulgen luego de hidrolizar los ápices radicales en HCl 1N a 60°C por 13 minutos.

Se utilizó la técnica de aplastado en ácido acético al 45%. Las preparaciones se elaboraron permanentes con el

método de CO_2 y alcohol etílico (García, 1977). Se tienen preparaciones permanentes en el laboratorio de Citogenética, del Centro de Genética, C.P.

Cuadro 1. Origen de las semillas de *P. cembroides*, *P. monophylla*, *P. quadrifolia* y *P. maximartinezii* estudiadas citológicamente.

Especie	Origen
P. cembroides	Perote, Orilla del Monte, Frijol Colorado, Ver., Acatzingo, Pue. Mesa de Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.
P. monophylla	Sierra de San Pedro Mártir, Rancho Maik, B.C.N. Lotes 569, 683. INIF.
P. quadrifolia	Sierra de Juárez, B.C.N. Lotes 570, 681. INIF.
P. maximartinezii	Cerro del Piñón. Pueblo Viejo Juchipila, Zac. y Lote 463. INIF.

El número cromosómico se contó en tres células por ápice radical y en 20 ápices de 20 plántulas por colecta, en preparaciones temporales. De estas células se realizaron dibujos en cámara lúcida con objetivo Plan Apocromático 100 X, Zeiss. Se empleó la nomenclatura sugerida por Adhikary (1974) para la posición del centrómero.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente estudio concuerdan con estudios previos en otras especies de pinos, con un número somático de 2n = 24, observados por Sax y Sax (1933) y Saylor (1964, 1972 y 1983) para el género *Pinus*. Las cuatro especies

estudiadas tienen un complemento haploide de n = X = 12.

Básicamente no existen diferencias mayores entre número y morfología cromosómica entre los cromosomas de estas cuatro especies del grupo cembroides. Existen sin embargo, diferencias notables en la longitud total de los cromosomas entre las cuatro especies. El promedio de la longitud total del genomio de *P. cembroides* es el menor, 177.2 µm, en *P. monophylla* es de 196.8 µm, de 216.6 en *P. quadrifolia* y de 233.0 µm en *P. maximartinezii*, que es el de mayor longitud (Cuadros 2-5). Si se acepta que existe una relación directa entre longitud cromosómica y cantidad de ADN como ha sido propuesto por Miksche (1967), vemos que *P. cembroides* tiene una menor cantidad y *P. maximartinezii* la mayor; Miksche (1968) propone que las especies con menor volumen de ADN tienen una mayor dispersión geográfica, que las de mayor volumen que tendrían una menor dispersión geográfica. De conformidad con este autor, hay concordancia ya que el *P. cembroides* con menor cantidad de ADN resulta ser el de mayor dispersión geográfica natural, ya que se localiza en México desde Chihuahua hasta Puebla (Acatzingo) y Veracruz (Perote) y en Arizona, Nuevo México y Texas en Estados Unidos, en tanto que *P. maximartinezii* tiene una distribución muy restringida al igual que *P. monophylla* y *P. quadrifolia*. *Pinus maximartinezii* solamente se localiza en Juchipila, Zac. y *P. monophylla* y *P. quadrifolia* en Baja California (México) y California, Nuevo México, Colorado, Nevada y Arizona (USA). Por tanto serían