

**NIVEL DE PLOIDIA EN LAS COLECCIONES DE GUAYULE**  
**(*Parthenium argentatum*, Gray) NATIVAS DEL ESTADO DE COAHUILA**

Ma. Esther Alcalá Rodríguez<sup>1</sup> +  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>

**RESUMEN**

La determinación del número de cromosomas se efectuó en 195 colectas pertenecientes al banco de germoplasma de guayule, las cuales fueron colectadas en 8 municipios de Coahuila, revelando en su análisis citológico: 4 diploides, 25 triploides, 153 tetraploides, 6 pentaploides, y 7 aneuploides.

La población nativa del Estado de Coahuila contiene 2.05% de diploides, 12.82% de triploides, 78.46% de tetraploides, 3.08% de pentaploides y 3.59% de aneuploides. La selección natural parece favorecer a los tetraploides y triploides, comparados con los diploides y pentaploides. Los diploides pertenecen a Saltillo, los triploides a los municipios de: Saltillo, Parras, Ocampo, San Buenaventura y Ramos Arizpe; los tetraploides fueron encontrados en los 8 municipios incluidos y los pentaploides en: Parras, San Buenaventura y Sierra Mojada. La producción de la semilla en los diploides es sexualmente, aunque también se presenta, en éstos, el mecanismo de autoincompatibilidad. Los otros niveles de ploidía producen su semilla por medio de apomixis.

---

1 Biólogo, 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

## INTRODUCCION

El guayule (*Parthenium argentatum*, Gray) pertenece a la familia Asteraceae, planta arbusta de climas tropicales, la cual produce hule natural de buena calidad, para ser utilizado en la fabricación de llantas para todo tipo de vehículos. México es el centro de origen del guayule, en donde las poblaciones nativas se encuentran principalmente en los Estados de: Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, y Chihuahua.

La producción anual de hule natural, en México, es aproximadamente del 10%, siendo utilizada para su autoconsumo y extraído del árbol *Hevea brasiliensis*; el 90% es importado con un costo aproximado de 50 millones de dólares. Debido a la explotación de poblaciones nativas de guayule, se han desarrollado variedades sobresalientes mediante el mejoramiento genético, las cuales servirán como una posible solución para la producción de hule natural en los lugares semidesérticos, donde otros cultivos agrícolas no pueden sobrevivir.

En 1981 se inició la formación del banco de germoplasma de guayule en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El objetivo consiste en mantener una reserva de amplia gama de variabilidad genética, para identificar alto rendimiento en hule, fuentes de genes para resistencia a enfermedades, insectos, temperaturas altas y bajas, sequía, salinidad del suelo y estabilidad del rendimiento.

En el guayule se presentan 2 sistemas de reproducción: sexual y apomixis, así como autoincompatibilidad y diferentes niveles de ploidía. El número de cromosomas de cualquier especie citada, es constante durante la división celular, la cual es muy estable y precisa; pero, debido a mutaciones espontáneas como son irradiaciones cósmicas, sustancias químicas y temperaturas altas y bajas, causan errores en la división celular, que dan como resultado gametos con duplicaciones y/o deficiencias en los cromosomas los cuales, si son viables y cumplen con su función, formarán individuos poliploides o aneuploides. Los individuos con alto nivel de ploidía contienen mayor número de genes y alelos, este cambio en la dosis de genes puede alterar las relaciones en el apareamiento e intercambio de material genético entre cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos. El nivel de ploidía tendrá un efecto profundo sobre las características anatómicas y morfológicas, en el contenido de aminoácidos, auxinas, vitaminas, proteínas, además de que provoca esterilidad, viabilidad, heterosis, incompatibilidad y la apomixis en las plantas (Sathyanarayanaiah *et al.* 1986). El conocimiento del nivel de ploidía en las líneas de guayule, ayuda a conocer la forma de reproducción, para poder determinar la metodología del mejoramiento genético más adecuado, y así desarrollar variedades con alto contenido de hule.

El objetivo de esta investigación consiste en determinar el número de cromosomas (nivel de ploidía) de 195 colectas nativas de guayule, provenientes del Estado de Coahuila, para identificar, al mismo tiempo, las áreas potenciales de los diferentes niveles de ploidía en este Estado.

## REVISION DE LITERATURA

Bergner (1946) estudió detalladamente el número de cromosomas de guayule, en las células madres del polen y reporta una serie cromosómica de 36, 54 y 72, asumiendo que el número básico era de 18. Las plantas  $2n$  mostraron 18 bivalentes en metafase 1, con una distribución equivalente de cromosomas durante la anafase 1.

Mc Callum (1948), Power y Mc Callum (1948), efectuaron colectas de plantas nativas de guayule, en los Estados de: Durango, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, de la República Mexicana, así como en el Estado de Texas, USA y encontraron plantas diploides ( $2n$ ), triploides ( $3n$ ), y tetraploides ( $4n$ ).

Foster (1979) reportó que, citológicamente, el guayule tiene un rango de cromosomas de  $2n + 36$  a  $2n + 108$ ; bajo condiciones de laboratorio produjo una planta con 144 cromosomas.

Srivastava (1983) analizó el número de cromosomas en 34 líneas de guayule y encontró líneas con  $2n + 55$ ,  $(3x + 1)$ ,  $72(4x)$ ,  $74(4x + 2)$ ,  $72 + 4B$ ,  $72 + 2B$  y  $74 + 3-B$ . Las líneas tetraploides muestran una configuración de cromosomas  $5I + 30$ ,  $II + 1$ ,  $III + 1$ ,  $VI + 1B$  en metafase I de meiosis.

## MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron 195 colectas nativas de 8 municipios de 19 diferentes ejidos en el Estado de Coahuila, los cuales contienen una gran diversidad genética para todas las características agronómicas. Los genotipos superiores fueron seleccionados visualmente en las poblaciones nativas, en base a: vigor, altura, cobertura, resistencia a insectos, enfermedades, y sequía, por lo que las plantas individuales con las características deseables, fueron extraídas del suelo sin dañar el sistema radicular. Las hojas y ramas fueron podadas, para posteriormente ser trasplantadas en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad, las cuales contenían suelo orgánico cribado y fumigado previamente. A cada planta le fue colocada una etiqueta con toda la información requerida de la colecta. Se colectaron un promedio de 15 plantas por sitio, las cuales fueron trasladadas a los invernaderos, en donde permanecieron por un período de más o menos 60 días; esto, con el fin de que la planta retoñara y así establecerla. Posteriormente fueron trasplantadas al banco de germoplasma, en el campo experimental de la UAAAN, con una distancia de 80 cm

entre surcos y también 80 cm entre plantas dentro del surco, durante el período de 1982-1983.

Alcalá (1980) determinó el tiempo en el cual hay una mayor frecuencia de profase I, principalmente diacinesis en las células madres del polen de guayule, e identificó que el tiempo óptimo es entre las 11:00 y 12:00 a.m. por lo que, al haber ahijamiento en las colectas, se muestrearon inflorescencias jóvenes para ser colocadas en una solución fijadora farmer (3 partes alcohol 96%, 1 parte de ácido propiónico), donde permanecieron aproximadamente 24 horas, para después ser cambiadas a alcohol al 70% en donde permanecieron hasta el momento de efectuar su estudio citológico. La metodología aplicada en la elaboración de preparaciones, para la visualización microscópica de cromosomas, fue la de maceración de las anteras, previamente disectadas de la inflorescencia, utilizando carmín propiónico como colorante.

El nivel de ploidía fue examinado en las células madres de las microsporas, en el laboratorio de citogenética de la UAAAN, durante el período 1983 y 1984, se determinó el nivel de ploidía, a un total de 195 plantas, todas ellas nativas del Estado de Coahuila y distribuidas de la siguiente manera: Saltillo (81), Parras, (33), Torreón (1), Ocampo (9), San Buenaventura (15), Sierra Mojada (30), Ramos Arizpe (24), y en General Cepeda (2).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el examen citológico del número de cromosomas de las 195 colectas, fueron identificadas 4 diploides ( $2n = 2x = 36$ ), 25 triploides ( $3n = 3x = 54$ ), 153 tetraploides ( $4n = 4x = 72$ ), 6 pentaploides ( $5n = 5x = 90$ ) y 7 aneuploides (Cuadro 1). En las 195 plantas, las diploides presentaron una frecuencia de distribución en poblaciones naturales de 2.05%, y fueron

**Cuadro 1. Distribución de los niveles de ploidía en guayule, en 8 municipios del Estado de Coahuila.**

Municipio	Total colectas	Euploidía				Aneuploidía			
		2n	3n	4n	5n	2n	3n	4n	5n
								(± 72)	(± 90)
Saltillo	81	4	13	59	—	—	1	4	—
Parras	33	—	7	24	1	—	—	1	—
Torreón	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Ocampo	9	—	1	8	—	—	—	—	—
San Buenaventura	15	—	3	10	1				1
Sierra Mojada	30	—	—	26	4	—	—	—	—
Ramos Arizpe	24	—	1	23	—	—	—	—	—
General Cepeda	2	—	—	2	—	—	—	—	—

localizadas en los ejidos: Estación Marte, Sierra de Palo Blanco y Gómez Farías, del municipio de Saltillo (Cuadro 2). La condición diploide lleva a cabo su división reduccional y una fertilización normal, con lo que produce semilla de origen sexual, aunque presenta el mecanismo de autoincompatibilidad.

**Cuadro 2. Distribución de euploidía y aneuploidía en diferentes municipios y ejidos del Estado de Coahuila.**

Municipio	Ejido	No. de colectas	Nivel de ploidía aneuploidía			
			2n	3n	4n	5n
Saltillo	Est. Marte	8	1	1	5	1 ( $\pm 72$ )
	Ayala	6			6	
	Caracol	20		1	16	1( $\pm 56$ )2( $\pm 72$ )
	El Morillo	10		2	8	
	S. Palo Blanco	5	1	2	1	1(45 cromosomas)
	Carneros	10		2	8	
	Yucatán	5		3	2	
	S. Jagüey de F.	5		2	3	
	Gómez Farías	12	2		10	
Parras	20 de Nov.	12		1	10	1
	Animas	7		3	4	
	S. de Casetas	14		3	10	1( $\pm 72$ )
Torreón	Paso Calvo	1	—	—	1	
Ocampo	C. del Quemado	9		1	8	
San Bvent.	S. Buenaventura	15		3	10	1 1( $\pm 90$ )
S. Mojada	Esmeralda	16			12	4
	S. Mojada	14			14	
R. Arizpe	R. Arizpe	24		1	23	
G. Cepeda	G. Cepeda	2			2	
Total	19 sitios	195	4	25	153	6 7

Un total de 25 plantas triploides, con frecuencia de distribución de 12.82% fueron distribuidas en 13 ejidos en los municipios de: Saltillo, Parras, Ocampo, San Buenaventura y Ramos Arizpe (Cuadro 2).

Los triploides son el producto de la unión de un gameto haploide con un gameto de tetraploide reducido, o también puede producirse por la unión de un huevo reducido con 2 núcleos espermáticos haploides (Farns Worth, 1978). Los triploides son altamente estériles, debido a la no homología de sus cromosomas, por lo que hay una distribución desigual de material genético en sus gametos. Foster (1979) estableció que plantas de guayule con 54 ó más cromosomas, producen semilla de origen apomíctico.

Los tetraploides se encuentran muy ampliamente distribuidos en todos los municipios de colecta en el Estado de Coahuila, ya que de las 195 plantas analizadas, 153 son tetraploides, con una frecuencia de 78.46% en la población. En poblaciones naturales, las plantas tetraploides son favorecidas por la selección natural en diversos ambientes, ya que son más vigorosas, crecen rápidamente, producen más biomasa, y la producción de semilla es por procesos apomícticos.

Sathyanarayanaiah (1985) comparó variedades diploides y tetraploides de un año y medio de edad en guayule, en donde los tetraploides produjeron 32.4% más de hule, 5% de resina, y fueron las plantas más altas y vigorosas en un 9.15%, en relación con las diploides.

La frecuencia de pentaploides ( $5n = 5x = 90$ ) en la naturaleza es muy baja, comparada con los tetraploides (Cuadro 1). Es interesante hacer notar que de 6 colecciones pentaploides, 4 pertenecen a Esmeralda, municipio de Sierra Mojada; Esmeralda, Parras y San Buenaventura, son los lugares de origen de pentaploides en Coahuila (Cuadro 2). Una extensa variabilidad en el número de cromosomas fue encontrada en el Estado de Coahuila, ya que fueron analizadas plantas con 36 y hasta con más o menos 90 cromosomas.

En Palo Blanco fue encontrada una planta con 45 cromosomas; en poblaciones normalmente diploides no fue encontrada la aneuploidía. Monosómicos ( $2n = 3x - 1 = 53$ ;  $2n = 4x - 1 = 71$  y  $2n = 5x - 1 = 89$ ) y trisómicos ( $2n = 3x + 1 = 55$ ;  $2n = 4x + 1 = 73$  y  $2n = 5x + 1 = 91$ ) fueron observados (Cuadro 2). La frecuencia de monosómicos y trisómicos es más alta en niveles de tetraploides (2.57%) que en niveles de triploides (0.51%) y pentaploides (0.51%). Los aneuploides son benéficos para la localización de genes en los cromosomas.

## CONCLUSIONES

1. Existe una variación para el número de cromosomas de 36 a 91, en las poblaciones nativas de guayule en Coahuila.
2. La población natural de guayule contiene 2.05% de diploides, 12.82% de triploides, 78.46% de tetraploides, 3.08% de pentaploides, y 3.59% de aneuploides.
3. La selección natural favorece a una adaptación superior de plantas tetraploides, en comparación con otros niveles de ploidía.
4. Los diploides se encuentran distribuidos en las localidades de: Estación Marte, Sierra de Palo Blanco y Gómez Farías del Municipio de Saltillo, los cuales pueden utilizarse como progenitor femenino en los programas de hibridación en guayule.
5. Se observaron plantas monosómicas y trisómicas en alto nivel de ploidía, las cuales son benéficas para asignar genes en los cromosomas.

## BIBLIOGRAFIA

- Alcalá R., M.E. 1980. Informe anual sobre la hora óptima de fijación de inflorescencia en guayule para su estudio citogenético. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bergner, 1946. Polyploidy and aneuploidy in guayule. Department of Agriculture Technical Bulletin 918 p. 36. USA.
- Farns Worth, 1978. Genetics. Harper and Row Publishers, New York and San Francisco, USA.
- Foster, K.E. 1979. A sociotechnical survey of guayule rubber commercialization. A state of art report. Office of the arid land studies. University of Arizona, Tucson, USA.
- Mc Callum, 1948. A study of ploidy in guayule. Department of Agriculture Technical Bulletin 402. USA.
- Power and Mc Callum, 1948. Poliploidy in guayule. Agriculture Department Bulletin 408. USA.

Sathyanarayanaiah, K., M.E. Alcalá R. and A. López B. 1986. Cytological analysis of level of ploidy in guayule. *El guayulero*. Vol. 8 (in press).

-----, 1985. Evaluation of diploid and tetraploid guayule for rubber and other characters. Program and Abstract of the IV International Conference of the Rubber Society. University of Arizona, Tucson, USA.

Srivastava, G.S. 1983. Guayule research and development in India. Program and summaries. Guayule Rubber Society Annual Conference. University of California, Riverside. California. USA.