CRUZAS INTERESPECÍFICAS ENTRE *Parthenium argentatum* (guayule) Y *Parthenium lozanianum*

Sathyanarayanaiah Kuruvadi[1]
Alfonso López Benítez[2]
Francisca Ramírez Godina[3]

RESUMEN

En este estudio se realizó la cruza interespecífica entre *Parthenium argentatum* x *Parthenium lozanianum*, la cual se llevó a cabo en condiciones de invernadero. Los objetivos de esta investigación fueron: obtener híbridos interespecíficos, hacer un estudio comparativo entre éstos y sus progenitores en cuanto a contenido y calidad de hule, porcentaje de resinas y principales características morfológicas.

El análisis de hule mostró un 6.75 % para el progenitor *P. argentatum*, mientras que *P. lozanianum* manifestó 0.56 % de hule, los híbridos expresaron valores de 3.43 % a 5.95 %, con un promedio de 4.55 % de hule. Respecto a la calidad de hule, los híbridos tuvieron una calidad de hule muy similar a la del progenitor guayule.

Los híbridos presentaron valores superiores a *P. argentatum* en relación a las características altura de planta, cobertura, tamaño de hoja e inflorescencia, lo que indica que los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas crecieron en las mismas condiciones ambientales.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 500 diferentes especies de plantas en el reino vegetal producen hule natural, entre éstas existen dos especies: la *Hevea brasiliensis* (árbol del hule) y *Parthenium argentatum* (guayule), que generan hule natural

1 y 2. Ph. D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.
3. Tesista Maestría.

de muy buena calidad y de gran utilidad para la industria. De estas dos especies, solamente la primera se explota comercialmente, mientras que el guayule aún no. México obtiene de *Hevea brasiliensis* solamente el 10 % de hule natural que necesita; el 90 % restante lo importa de otros países, con un costo muy elevado en millones de dólares por año (CIQA, 1977). Con la explotación de las poblaciones silvestres de guayule y con el desarrollo de variedades superiores para su cultivo intensivo, se generaría una alternativa para eliminar fugas de divisas y ayudar a aumentar la producción de hule.

En la actualidad, con una población en incremento, se tiene la necesidad de utilizar, productivamente, las tierras marginales, especialmente las áridas; se requiere encontrar recursos adaptados a las adversas y drásticas condiciones del desierto y dar trabajo e ingresos a los moradores del desierto, donde la agricultura convencional es imposible o arriesgada. Esto coloca al guayule bajo una nueva perspectiva, puesto que investigaciones del proyecto emergente de guayule del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CNIZA) y de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) han mostrado que el guayule podría ser cultivado exitosamente en muchas tierras donde el suministro de agua de riego es insuficiente para la producción agrícola.

Sin embargo, a pesar de las características sobresalientes del guayule, presenta limitaciones en su capacidad de adaptación definitiva y, como consecuencia, una producción tardía de hule.

Estos problemas se pueden resolver si se tiene una planta de guayule con características muy sobresalientes, como en el género *Parthenium* en el cual se encuentran 17 diferentes especies con una gama de variabilidad de características agronómicas deseables. Para introducir estas características al *Parthenium argentatum* (guayule) es necesario realizar cruzas interespecíficas, sobre las cuales se trabajó en la presente investigación.

REVISION DE LITERATURA

El guayule *Parthenium argentatum* fue descubierto por J.M. Bigelow, en septiembre de 1852 y clasificado botánicamente por el profesor Aza Gray. Es muy probable que el hule obtenido de arbustos silvestres de guayule era conocido desde antes de la conquista por nuestros antepasados indígenas, ya que entre las razas nativas era muy común el juego de pelota, para el cual se utilizaba hule (Patoni, 1917).

El porcentaje de hule en las plantas de guayule es la característica que destaca su importancia, y por lo cual se han introducido a programas de mejoramiento y a muchos estudios de naturaleza diversa.

Naqvi (1985) estudió 19 líneas de guayule que fueron cultivadas durante cuatro años, bajo las mismas condiciones agronómicas; les determinó el porciento de hule para ver la amplitud de variabilidad en contenido de hule, en peso seco entre y dentro de estas líneas.

Los resultados indicaron en estas líneas, un rango en el contenido de hule de 3 a 7 % que fue significativamente diferente al 5 % de probabilidad. Además, las plantas de la mayoría de las líneas difieren entre sí con un nivel de significancia del 1 %, lo que sugiere que el mejoramiento de líneas no fue uniforme y que requiere de mejor selección y evaluación. Sin embargo, se menciona que si estas diferencias son heredables, puede avanzarse hacia el desarrollo de variedades más productoras de hule mediante un selectivo y juicioso programa de mejoramiento.

Tipton y Gregg (1982) señalan que los depósitos de hule en guayule se encuentran, en primer lugar, en las células del parénquima, en los rayos vasculares del tallo y raíces. Indican, además,que el estrés por frío o sequía estimulan la biosíntesis de hule. En una evaluación realizada en 10 poblaciones de guayule, encontraron una variación de 7.5 a 15.9 % (en base o peso seco). Se piensa que algunos factores que afectan en la concentración de hule son la edad o efectos ambientales, sin embargo, en este trabajo se reportan plantas con un 20 % de hule, y anexas a plantas vecinas con sólo 15.5 %, lo cual podría indicar que las diferencias son genéticas más que ambientales.

Miller y Backhaus (1985) realizaron un trabajo en el que obtuvieron datos que muestran que la ploidía no está relacionada con el contenido de hule *per se*, por lo tanto, sugieren que la variación observada, que ocurre naturalmente en las plantas, puede ser una consecuencia de factores ecológicos, posiblemente nutrición mineral, relaciones de agua, sustrato geológico y longitud del clon. El porcentaje de hule en las plantas estudiadas varió de 3.60 a 22.8 %, la resina varió de 2.52 a 9.8 %, ambos en peso seco de los tejidos de la planta. El contenido medio de hule fue de 13.1 %, y se encontró que los arbustos diploides de guayule acumulan porcentajes de hule superiores al 15 % del peso seco. El porcentaje de hule aparentemente no está relacionado a la ploidía.

Probablemente la mayor importancia que tiene la hibridación interespecífica en general, está relacionada con las posibilidades de transferir caracteres de las plantas silvestres a las cultivadas, ya que las primeras están en un medio en el que sólo pueden sobrevivir cuando tienen caracteres fisiológicos y morfológicos que les permiten competir con otras plantas, resistir períodos de sequía, frío, calor, exceso de humedad y llegar a reproducirse, aún cuando estén afectadas por tales factores ecológicos, o bien por daños causados por insectos y organismos patógenos (Brauer, 1983).

Desde el punto de vista genético, lo anterior significa, señala Brauer (1983) que cuando las especies silvestres sobreviven a medios adversos, están sometidos a una selección natural y van acumulando en su germoplasma genes que

les dan ventajas de sobrevivencia bajo tales condiciones adversas; la utilización de los caracteres de resistencia en los materiales silvestres ha servido al hombre para acelerar la obtención de nuevas variedades, más útiles.

Reyes (1985) menciona que existen barreras que impiden la hibridación interespecífica natural, las cuales pueden ser simples, como la falta de coincidencia de las épocas de floración entre las especies o la morfología de la corc - la, entre otras cosas, pero éstas se pueden superar sin ninguna dificultad, realizando cruzamientos artificiales. Sin embargo, lo más frecuente es que estas barreras morfológicas no se presentan solas, como se indica, sino con otras, tales como: inhibición del crecimiento del tubo polímico o bien desequilibrio genético, que puede observarse desde la formación hasta la falla posterior de la semilla. Puede suceder que algunas semillas provenientes del cruzamiento germinen, o bien haya un desarrollo normal de las plantas, pero éstas, posteriormente, producirán gametos estériles.

La hibridación interespecífica en el género *Parthenium*, resulta de particular interés puesto que se pueden incorporar características importantes de otras especies a *P. argentatum.*

Por lo tanto, existe una gran variedad de trabajos en los que han tenido un gran éxito las hibridaciones interespecíficas en *Parthenium* y entre ellos existe el trabajo de Estilai *et al.* (1985), que obtuvo híbridos F1 de la cruza de *P. argentatum* que produce hule, con *P. schottii* especie que aunque no produce hule, tiene otras características deseables como: rápido crecimiento, mayor altura y cobertura. Se encontró que estos híbridos fueron morfológicamente variables y generalmente intermedios entre los dos progenitores con respecto a tamaño de la hoja, de capítulo y longitud de pedúnculo.

Naqvi (1982) realizó cruzas interespecíficas de *P. argentatum* con cuatro especies que fueron seleccionadas por presentar algunas características deseables. Estas especies fueron Mariola (*P. incanum*), la cual es más vigorosa que el guayule y más adaptable a diferentes condiciones de suelo; *P. fruticosum*, arbusto alto que se desarrolla rápidamente y puede dar un aumento en volumen; *P. tomentosum*, que es una especie arbórea que provee mayor vigor; y *P. confertum*, especie con un amplio hábitat y facilidad de adaptación a la cosecha mecánica. La mayoría de los híbridos obtenidos mostraron características intermedias entre los dos progenitores en la morfología general, biomasa y química total.

En otros estudios Youngner *et al.* (1986) obtuvieron diferentes híbridos F_1 fértiles entre guayule y las siguientes especies: *P. tomentosum, P. fruticosum, P. schottii, P. incanum, P. rollinsianum* y *P. alpinum*. La mayoría de éstas han sido llevados hasta retrocruza y generaciones F_2. Otra cruza que incluyeron fue la de *P. argentatum* y *P. integrifolium* y también obtuvieron híbridos, que fueron estériles, debido a las diferencias cromosómicas entre padres.

Otros investigadores que realizaron hibridaciones entre *P. argentatum* y *P. schottii* fueron Naqvi y Youngner (1984) con el fin de estudiar la herencia del contenido de hule y rasgos morfológicos de la progenie, encontraron que los híbridos F1 producidos fueron intermedios en tamaño, vigor y rasgos morfológicos, así como en el contenido de hule, pero aunque el porcentaje de hule en los híbridos haya sido menor que en el guayule *P. argentatum*, la cantidad total de hule en éstos es mayor, debido a la compensación en incremento en biomasa. En relación a la calidad de hule, el guayule mostró un peso molecular de, aproximadamente, 2 millones de g/mol, mientras que *P. schottii* mostró un bajo peso molecular inferior a 2,000 g/mol. En los híbridos no se realizó el estudio de la calidad de hule. Según las características generales de estos híbridos se puede decir que su herencia fue simple Mendeliana con codominancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero y laboratorio del Programa de Guayule de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el período comprendido de 1988-1990.

El material genético utilizado en este estudio fue un grupo de plantas diploides de la especie *Parthenium argentatum* productora de hule, con reproducción sexual y autoincompatibles; además se utilizaron cuatro plantas de la especie *P. lozanianum*, cuyas características son crecimiento rápido y mayor producción de biomasa. Las dos especies provienen del Programa de Guayule de la UAAAN.

Las semillas de estas dos especies se colocaron en cajas petri para su germinación, después de un crecimiento de 20 días; se trasplantaron individualmente en macetas de 50 x 30 cm, después de llenarse con tierra cribada y fumigada con bromuro de metilo; se regaron constantemente y se le aplicó urea, para obtener un excelente crecimiento y desarrollo. Estas semillas se mantuvieron juntas en el invernadero.

Metodología de crecimiento

Cuando las plantas diploides de *P. argentatum* se encontraban floreando, se procedió a verificar si eran autoincompatibles ya que Gerstel, (1950), menciona que en las plantas de guayule diploide opera un sistema de autoincompatibilidad esporofítica, por lo cual se provocó la autofecundación de las plantas, en las inflorescencias jóvenes, de manera que al madurar el polen cayera en su propio estigma. Cuando la semilla maduró se colectaron suficientes aquenios de cada planta, se escarificó manualmente y se procedió a hacer una prueba de germinación, de la cual resultó que todos los aquenios fueron vanos.

En seguida, cuando todas las plantas se encontraban floreando, se procedió a realizar los cruzamientos. La polinización se realizó manualmente, solamente en un sentido, tomando las plantas diploides de *P. argentatum* como hembras y las de *P. lozanianum* como machos. Como no se hicieron emasculaciones el polen se pasó directamente de *P. lozanianum* a *P. argentatum*. Esto se realizó de la siguiente manera: de las plantas que se tomaron como machos, se cortaron inflorescencias con polen maduro, listo para fecundar; se llevaron y sacudieron directamente, encima de inflorescencias con flores maduras y listas para ser fecundadas en las plantas *P. argentatum* que se tomaron como hembras; posteriormente cada florecilla polinizada se colocó en una bolsa de celofán etiquetada.

El período de los cruzamientos duró el tiempo que permanecieron floreando las plantas, posteriormente, después de 20 a 30 días se recolectaron las inflorescencias con la semilla ya madura y se colocaron en bolsa de celofán, con su respectiva etiqueta.

La semilla proveniente de la cruza ya escarificada se sembró en vasos de nieve seca que contenían tierra, la cual se preparó con una parte de arena, otra de hojarasca y tierra de pino. En este proceso se obtuvo una germinación de un 90 %. Posteriormente, para evitar desarrollo de patógenos a las plántulas se les hicieron aplicaciones periódicas de Benlate al 0.7 gr en un litro de agua.

Al mismo tiempo que la semilla híbrida se sembró en diferentes macetas, semilla de los dos progenitores. Cuando las plántulas tuvieron una altura de 6 cm aproximadamente, se pasaron plantas individuales en bolsas de plástico negro de 10 cm de ancho por 15 cm de largo, con tierra preparada y fumigada; ahí permanecieron hasta que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 a 20 cm; posteriormente se pasaron a bolsas más grandes, de 50 cm de largo x 30 cm de ancho. Tanto híbridos como progenitores permanecieron en el invernadero.

Cuando las plantas de híbridos y progenitores empezaron a florerar y soltar polen, se procedió a analizar la viabilidad estimada, a través de una prueba de tinción de polen para lo cual se utilizó la técnica descrita por Hashemi *et al.* (1987).

Cuando las plantas de híbridos y progenitores tuvieron alrededor de 18 meses de edad se tomaron las siguientes mediciones por planta individual: altura de planta, cobertura, largo y ancho de nueve hojas por planta, longitud de pedúnculo, e inflorescencia más alta.

Cuando las plantas de híbridos como de progenitores tuvieron 28 meses, se procedió a analizar su contenido de hule y resina por el método de Soxhlet, descrito por Angulo *et al.* (1981).

En este trabajo, además de conocer que porcentaje de hule presentaban tanto híbridos como progenitores, se realizó el análisis de calidad del hule, por medio del análisis de peso molecular por cromatografía de líquidos según Angulo *et al.* (1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de diferentes características agronómicas de *P. argentatum* x *P. lozanianum* se muestran en el cuadro 1. Para el primer progenitor, que es el guayule, el porcentaje de hule varió entre 5.3 % a 7.54 %, con un promedio de 6.75 %, entre las plantas individuales evaluadas, lo que indica que existen diferencias de contenido de hule entre las plantas utilizadas. El porcentaje de hule registrado para el progenitor *P. lozanianum* fue mínimo, ya que sus valores oscilaron entre 0.46 % a 0.65 %, con una media de 0.56 %; entre las plantas individuales estudiadas de esta especie, no se mostraron diferencias muy amplias en cuanto al contenido de hule.

El progenitor *P. argentatum* registró un 1105. 35 % de contenido de hule superior al de *P. lozanianum*. Esta cruza mostró una variación amplia de 3.43 a 5.95 %, en cuanto a su porcentaje de hule, con un promedio de 4.55 %. Aunque en el progenitor *P. lozanianum* el porcentaje de hule fue mínimo, los híbridos heredaron un contenido relativamente alto.

En comparación con el progenitor *P. argentatum* los híbridos produjeron un promedio bajo de porcentaje de hule, mientras que respecto a su progenitor *P. lozanianum*, el porcentaje fue mayor. Esto pudo deberse, también, a que los híbridos heredaron el 50 % de la constitución genética de *P. argentatum* y un 50 % de *P. lozanianum*, por lo tanto, la acción génica que controla la producción de hule fue diluida, manifestando herencia intermedia, por lo cual, para aumentar el porcentaje de hule en estos híbridos, es necesario establecer un programa de mejoramiento por medio de retrocruzas hacia el progenitor guayule.

Naqvi y Youngner (1984) consideran que el peso molecular es un indicativo de la calidad del hule y que es aceptable cuando supera a un valor de un millón. En este sentido, los híbridos y progenitores se analizaron con este criterio y se encontró que el peso molecular para *P. argentatum* fue de 1.95×10^6 gr/mol mientras que para *P. lozanianum* fue de 2.27×10^6 gr/mol; para los híbridos obtenidos de esta cruza, el peso molecular fue de 2.21×10^6 gr/mol. Esto demuestra que los dos progenitores tienen buena calidad de hule y que esta característica fue heredada a los híbridos.

Varios investigadores Estilaí (1985), Naqvi (1984), Hashemi (1986) sugieren realizar retrocruzamientos y selección hacia el progenitor guayule, para aumentar el porcentaje y calidad del hule en la progenie.

Cuadro 1. Promedio de diferentes características agronómicas de los progenitores *P. argentatum* y *P. lozanianum* y sus híbridos F_1.

	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm) Long.	Hoja (cm) ancho	Flor (cm) Long.	Flor No. Flores/ pedúnculo	Tinción de polen (%)
Progenitor *P. argentatum*									
1	7.52	10.34	50.0	46.0	6.32	1.97	14.0	2	90.90
2	6.42	7.56	46.0	38.0	5.03	1.15	11.7	4	92.85
3	5.33	7.22	43.0	40.2	6.48	2.05	12.0	3	91.92
4	7.54	9.34	43.1	38.4	7.53	1.90	14.3	6	89.93
5	5.70	8.30	50.0	46.2	4.88	1.38	14.3	4	98.03
6	7.28	10.10	43.0	40.0	5.86	1.70	15.5	3	89.71
7	7.52	8.78	50.0	45.0	5.68	1.78	10.5	3	96.42
8	--	--	50.0	44.0	6.13	1.46	10.3	2	89.47
$\bar{X}$	6.75	8.80	46.88	42.22	5.98	1.67	12.82	3.37	92.40
DS	0.94	1.19	3.46	3.43	0.84	0.31	1.94	1.30	3.21
Progenitor *P. lozanianum*									
1	0.65	4.60	118	89.5	11.6	8.93	12.1	3	80.88
2	0.46	4.93	110	82.0	7.60	5.55	11.6	3	84.32
3	0.57	6.36	100	79.6	5.68	3.07	8.0	4	80.76
$\bar{X}$	0.56	5.29	109.33	83.7	8.29	5.85	10.56	3	81.76
DS	0.09	0.93	7.36	5.16	3.02	2.94	2.23	0.57	2.0

Cuadro 1... Continuación

	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm) Long.	Hoja (cm) ancho	Flor (cm) Long.	Flor (cm) No. flores/ pedúnculo	Tinción de polen (%)
Híbridos *P.a.* x *P. l.*									
1	4.78	6.25	55.66	40.83	4.92	1.57	14.44	4	87.05
2	3.43	6.71	46.00	30.00	5.90	1.66	9.66	4	89.80
3	4.42	6.71	72.00	46.25	5.59	1.59	15.71	4	87.19
4	4.16	6.94	68.16	56.16	5.67	1.53	13.61	4	90.32
5	4.26	7.71	71.00	67.50	6.48	1.46	23.00	5	84.00
6	4.31	7.43	59.40	49.38	5.58	1.87	17.76	3	91.93
7	5.95	9.04	55.00	54.00	5.83	1.58	20.30	4	88.48
8	4.13	7.97	61.25	37.25	5.45	1.65	17.40	4	90.42
9	5.50	9.64	84.00	39.50	6.05	2.31	27.30	3	86.76
10	4.57	9.66	64.33	49.16	5.07	1.60	16.63	4	90.10
11	--	--	67.35	44.42	5.07	2.16	9.56	4	87.74
$\bar{X}$	4.55	7.80	64.01	46.76	5.60	1.72	16.85	4	88.52
DS	0.71	1.25	9.74	9.76	0.44	0.26	5.06	0.51	2.25

Kuruvadi *et al.* (1987) menciona que el segundo producto de importancia económica en el guayule es la producción de resinas, que fue de 8.80 % para *P. argentatum*, mientras que para *P. lozanianum* fue un valor medio de 5.29 %. Los híbridos tuvieron un promedio de resinas de 7.80 %.

Por lo que respecta a la altura de las plantas, las de *P. argentatum* manifestaron un promedio de 46.88 cm, mientras que las de *P. lozanianum* presentaron una altura promedio de 109.33 cm, mientras que los híbridos tuvieron una media de 64.01 cm. En general, los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas se desarrollaron en las mismas condiciones ambientales, lo cual indica herencia simple con dominancia completa de *P. lozanianum.*

En este tipo de cruzas interespecíficas en el género *Parthenium*, es muy importante aumentar la altura y la cobertura. En esta cruza se incrementó más la altura que la cobertura y, además, hubo una gran variación en los híbridos de estas dos características lo cual puede servir para una selección y retrocruzamiento de los mejores genotipos.

El tamaño de hojas por planta de *P. argentatum* fue de 5.98 cm de longitud, y 1.67 cm de ancho, mientras que *P. lozanianum* tuvo un promedio de longitud de hoja y ancho de 8.29 cm y 5.85 cm, respectivamente; para los híbridos, las medias fueron de 5.60 cm de longitud, y 1.72 cm de ancho.

Respecto a la característica longitud de pedúnculo los híbridos presentaron un efecto positivo en el incremento, en comparación con sus dos progenitores. Esto, quizás, se deba a la gran variabilidad que se presentó en la progenie de esta cruza.

El análisis de viabilidad de polen, estimado mediante una prueba de tinción reveló que el progenitor *P. argentatum* tuvo un promedio alto de viabilidad de polen de 92.40 %, *P. lozanianum* de 81.76 %, mientras que los híbridos manifestaron un promedio de tinción de polen de 88.52 %. De acuerdo al alto porcentaje éstos pueden ser muy útiles para obtener semilla viable y así, establecer un buen programa de mejoramiento por medio de retrocruza.

Los híbridos presentaron una variación en cuanto a su apariencia morfológica, ya que hubo algunos híbridos que tuvieron, más similitud con su progenitor *P. lozanianum* (Figura 1), respecto a su hábito de crecimiento, color, forma y textura de la hoja, y forma de inflorescencia (Figura 2). También hubo híbrido que fueron más similares a *P. argentatum* en hábito de crecimiento, forma de la hoja, color y textura, incluyendo forma de inflorescencia, sin embargo, también los hubo con características muy peculiares; aunque éstas fueron pocas, sobresalen porque presentan hojas muy largas, con bordes lisos y, además, presentaron un pedúnculo de inflorescencia muy largo, diferente al de sus dos progenitores.

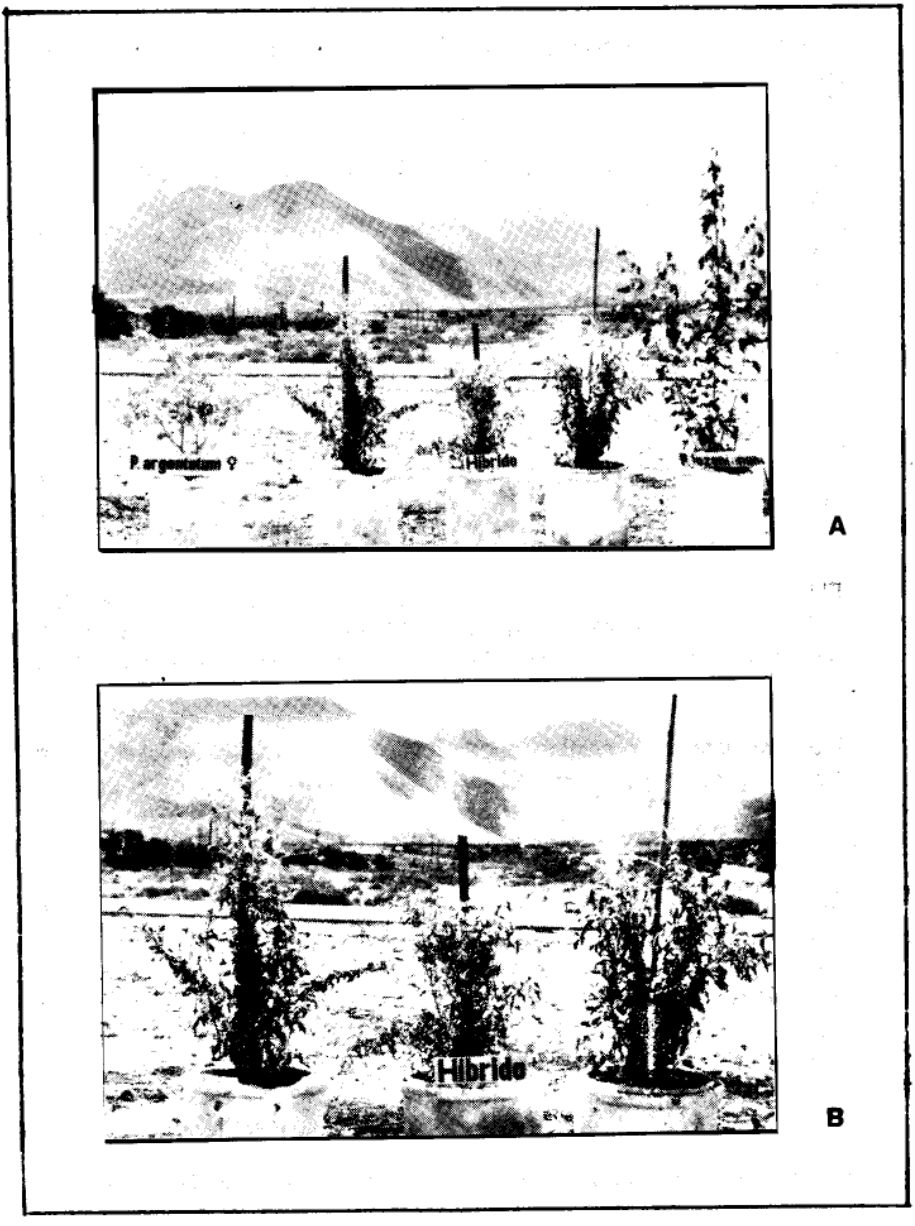

Figura 1. A) Progenitor *P. argentatum* izquierda, a la derecha *P. lozanianum*, y al centro sus tres híbridos F1.

B) Un acercamiento de los mismos tres híbridos.

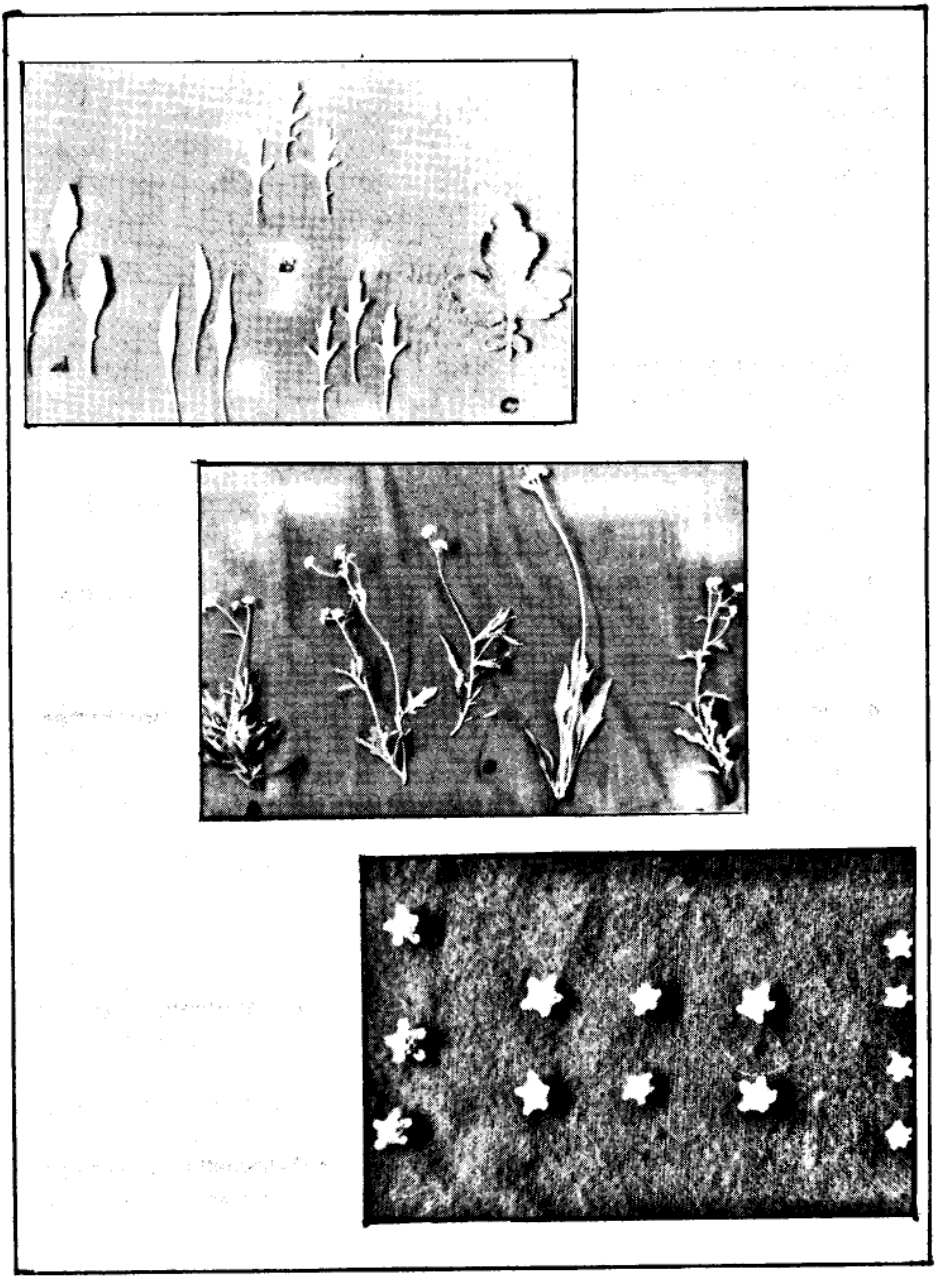

Figura 2. Características morfológicas de hojas, inflorescencias y flores de progenitores e híbridos. A) *P. argentatum*, izquierda; B) Tres híbridos diferentes centro; C) *P. lozanianum* derecha.

En general, la cruza interespecífica entre estas dos especies pueden traer buenos resultados, como se muestra en esta investigación, ya que se obtuvieron plantas híbridas vigorosas con hule y, además de buena calidad, por lo que se deduce que hay una gran afinidad entre *P. argentatum* y *P. lozanianum*; por lo tanto es posible que los híbridos puedan ser utilizados en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento, que puedan producir más biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

CONCLUSIONES

1. Existe una gran afinidad entre la especie *P. argentatum* y la especie *P. lozanianum*, indicada por la facilidad con que fueron obtenidos los híbridos de la cruza interespecífica, realizada entre ambas especies.

2. La mayoría de los híbridos manifestaron características morfológicas intermedias respecto a sus progenitores.

3. El contenido de hule en los híbridos fue mayor en comparación, del progenitor *P. lozanianum* y menor en comparación del progenitor *P. argentatum*.

4. Los híbridos obtenidos de las cruzas pueden utilizarse en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento y, por lo tanto, mayor cantidad de biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo S., J.L., L.L. Jiménez y E. Campos. 1981. Storage hardening and "abnormal" groups in guayule rubber. J. Appl. Polym. Sci. 26: 1511-1517.

Brauer H., P. 1983. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa. México p. 283-312.

CIQA. 1977. Reencuentro en el desierto CIQA Centro de Investigación en Química Aplicada, perteneciente al programa para la creación del Centro de Investigación. Saltillo, Coahuila, México. p. 27-70.

Estilai, A., A. Hashemi y V.B. Youngner. 1985. Genomic relationship of guayule with *Parthenium schottii*. Amer. J. Bot. 72 (10): 1522-1529.

Gerstel, D.W. 1950. Self-incompatibility studies in guayule. II Inheritance Genetics. 35: 482-506.

Hashemi, A., A. Estilai, J.E. West y J.G. Waines. 1987. Relationship of woody *Pharthenium argentatum* an Horccous *P. hispidum auriculatum* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 74 (9): 1350- 1358.

Hashemi, A.,J.E. West y J.G. Waines. 1986. Chromosome pairing and pollen fertility in interespecific hybrids of species of *Parthenium* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 73 (7):

Kuruvadi, S., E.C. Cárdenas y A. López B. 1987. Comparative study of diploid and tetraploid guayule for rubber and other quantitative characters. El Guayulero.

Miller, M.J. y R.A. Backhaus. 1985. Rubber content in diploid guayule *Parthenium argentatum* chromosomes, rubber variation and implications for economic use. Economic Botany 40 (3). 366-374.

Naqvi, H.H. 1982. Interespecific hybridization between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii* and *P. integrifolium*. Guayulero 4 (1): 10-12.

Naqvi, H.H. y V.B. Youngner. 1984. Inheritance of rubber content and morphological traits in F1 hybrids between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii*. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 111 (3): 377-382.

Naqvi, H.H.1985. Variability in rubber content among USDA guayule lines. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 112 (2): 196-198.

Patoni, C. 1917. El guayulero *Parthenium argentatum* Gray. Secretaría de Fomento, Colonización e Industria. Dirección de Agricultura. México. pp. 10-12.

Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGD. Editor, S.A. México. p. 189-196.

Tipton, J.L. y E.C. Gregg. 1982. Variation in rubber concentration of native Texas guayule. Hort. Science. 17(5): 742- 743.

Youngner, V.B., H.H. Naqvi, J. West y A. Hashemi. 1986. *Parthenium* species of potential use in the improvement of guayule, *Parthenium argentatum*. Journal of Arid Environments. 11: 97-102.