

CONTENIDO DE HULE DE 15 GENOTIPOS DE GUAYULE *Parthenium argentatum* Gray, DE 3 AÑOS DE EDAD

Alfonso López Benítez¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²

RESUMEN

El análisis de varianza, para todas las características estudiadas, indicó diferencias altamente significativas entre genotipos. La variedad N-593, considerada como testigo, mostró 11.4% de hule en base a peso seco, y fue el más alto porcentaje obtenido, siendo estadísticamente iguales las variedades N-573, A-48118, G-12231, G-11600 y G-11624. Con respecto al contenido total de hule, en gramos por planta, la variedad G-11604 fue la mejor con 82.8 gr por planta y estadísticamente igual a ésta, las variedades A-48118, G-12231, G-11600 y G-11605, siendo, todas éstas, estadísticamente superiores al testigo. La superioridad de estas variedades, aun con mejor porcentaje de hule, aparentemente se debe a su mayor cantidad de biomasa, ya que la variedad N-593, con mayor porcentaje de hule, fue de las de menor peso seco.

La altura y diámetro de copa de la planta, aun cuando pueden ser útiles para determinar si las condiciones de crecimiento son favorables o no, no revelaron una correlación estadísticamente significativa con su peso seco, lo cual indica que las plantas de mayor altura o diámetro de copa, no necesariamente son las de mayor peso seco. Esta observación parece ser importante ya que, según este estudio, los mayores rendimientos de hule en gramos por planta los obtuvieron las variedades de mayor peso seco. No se observó correlación estadísticamente significativa entre porcentaje de hule y contenido de hule total en gramos por planta; sin embargo, sí se observó una correlación positiva y altamente significativa entre peso seco de la planta y contenido de hule en gramos por planta.

Aparentemente, en el rendimiento de hule en guayule intervienen por lo menos 2 factores importantes: el peso seco y porcentaje de hule en la planta. La recombinación genética de estos 2, mediante hibridación, parecen ser importantes en el mejoramiento genético de esta especie para lograr altos rendimientos de hule por unidad de superficie.

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

INTRODUCCION

El hule natural es uno de los productos agrícolas considerados como más importantes en el desarrollo tecnológico, industrial y económico de cualquier país. En México, actualmente, la producción total de hule natural se obtiene del árbol de hule *Hevea brasiliensis*, y satisface sólo el 10% de las necesidades internas de este producto, teniendo que importar aproximadamente 40 000 ton cada año. Esta situación constituye una enorme fuga de divisas en el país, ya que en el mercado internacional el kilogramo de hule se cotiza a \$ 204.00 (\$1.20 dólar)*.

México tiene en sus zonas áridas y semiáridas del norte, en la especie *Parthenium argentatum*, el potencial necesario para minimizar considerablemente estas importaciones, pues se estima que existen alrededor de 3 000 000 de toneladas de arbustos de esta especie, aptos para procesar, las cuales, con un promedio de 10% de hule, significan 300 000 ton de hule natural CONAZA (1976).

Recientemente, tanto en México como en Estados Unidos y muchos otros países del mundo, ha renacido el interés en esta especie como productor de hule natural, y se han iniciado programas de investigación agronómica y de procesamiento del arbusto para lograr hacer de esta especie una fuente segura y económica de hule.

Actualmente, en México, se ha determinado el proceso de extracción de hule, siendo los aspectos agronómicos, de manejo de la especie bajo cultivo y de mejoramiento genético, los que más atención están recibiendo, pues, la obtención de variedades mejoradas de alto rendimiento de hule, aunado a un paquete adecuado de prácticas culturales, harían de la producción de hule de guayule bajo cultivo, una industria de gran importancia para el país.

En el programa de mejoramiento genético de guayule de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, además de las introducciones de germoplasma nativo que periódicamente se hacen, se introducen materiales de otros programas como el de Estados Unidos. En 1980 se introdujeron, de ese país, un grupo de variedades mejoradas de alto rendimiento de hule, que fueron obtenidas durante el Proyecto de Emergencia de Hule de 1942 a 1959. Estas variedades han constituido el punto de partida de la investigación ac-

* Información proporcionada por la jefatura del departamento de precios oficiales de la Subsecretaría de Comercio Exterior.

tual en Guayule en Estados Unidos de Norteamérica, han vuelto a ser evaluadas y, en base a múltiples pruebas de rendimiento de hule, se han identificado las 7 mejores variedades, las cuales han obtenido la certificación correspondiente en febrero de 1982. Niehaus (1983).

El objetivo de este trabajo consistió en describir el comportamiento de este grupo de introducciones en el campo experimental de Buenavista, Coahuila, a los 3 años de edad, así como estudiar algunas correlaciones entre diferentes características agronómicas.

REVISION DE LITERATURA

Mc Ginnies (1975) reporta que la importancia del guayule, como fuente de hule natural, fue establecida por la Compañía New York Belting and Packing, la cual realizó la primera extracción comercial de hule de guayule en 1880, importando 46 ton de arbusto de las poblaciones naturales de México. Kuptsov (1955), menciona que el guayule también fue objeto de estudio por investigadores rusos, quienes en 1929 ya realizaban investigaciones sobre hibridaciones inter e intraespecíficas con el objeto de obtener materiales de alto rendimiento de hule. El valor del guayule como fuente de hule natural fue explotado plenamente por los Estados Unidos de Norteamérica, antes de y durante la segunda guerra mundial, pues según McCallum (1941), el guayule nativo de México proporcionó por muchos años, al mencionado país, un promedio aproximado de 4 600 ton anuales. La producción de hule natural fue notablemente incrementada mediante la domesticación y explotación bajo cultivo de esta especie y según la revisión histórica del guayule de McGinnies (1975), se sembraron un total de 1 440 ha que produjeran un total de 10 036 ton de hule. De acuerdo a Foster *et al.* (1979), la primer variedad mejorada de guayule que se obtuvo fue la N-593, pero su rendimiento de hule fue superado por otras variedades obtenidas posteriormente.

Los estudios de Stebbins y Kodani (1944). sobre poliploidía en guayule, de Powers (1945) sobre apomixis, de Powers y Rollins (1945) sobre hibridación, y de autoincompatibilidad por Gerstel y Riner (1950), revelaron que los procesos reproductivos en guayule son muy complejos, y que la ignorancia de estos fenómenos genéticos por parte de los primeros fitomejoradores de guayule, explica el porqué del limitado avance en el mejoramiento genético de esta especie. Sin embargo, Hammond y Polhamus (1965) señalan que como resultado de la intensa investigación agronómica y genética en guayule de 1942 a 1959, se obtuvieron 25 variedades mejoradas de alto contenido de hule.

Recientemente Tysdal *et al.* (1983) han descrito un grupo de selecciones de plantas individuales, cuyas progenies fueron evaluadas y superarán a la variedad estandar N-593 a la edad de 9 meses. Rubis (1983) trabajando sobre técnicas para conducir experimentos de rendimiento de hule en guayule, ha obtenido información para determinar el procedimiento para estas pruebas de evaluación, e indicó que los standares mínimos son parcelas de 4 surcos de 9.7 m de longitud con camas de 1 m de ancho, teniendo 2 surcos por cama con una separación entre surcos de 30 cm y una distancia entre plantas de 35 cm dentro de un surco.

MATERIALES Y METODOS

El material evaluado en este experimento fue introducido del Laboratorio Nacional de Almacenaje de Semillas de Fort Collins, Colorado U.S.A. Diez de estas introducciones, (N-576, A-48118, G-12231, G-11591, G-11600, G-11604, G-11605 y G-11646, N-566 y G-11633), fueron originalmente colectadas en México por investigadores americanos, como Hammond y Powers. El genotipo G-11701 es un híbrido entre la introducción 4265-1 derivada de una colecta también mexicana, y una planta diploide desconocida, la G-11634 que es un híbrido entre una planta tetraploide y una planta diploide de N-563. La variedad N-593 fue obtenida por la Compañía hulera International Rubber Company, y fue ampliamente usada como testigo para comparación. Este material involucra un amplio espectro de variabilidad genética para todas las características aquí estudiadas.

Las semillas de estos 15 genotipos fueron sumergidas en agua de la llave por 8 hr, y luego tratadas con hipoclorito de sodio al 2% para romper la dormancia; posteriormente se sembró en el invernadero en camas preparadas con suelo de bosque y después de 3 meses fueron transplantadas individualmente al campo, a una distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 50 cm, dentro de cada surco. El transplante se hizo a raíz desnuda, dando riego antes y después de éste. Posteriormente se dieron de 3 a 4 riegos por año para favorecer el crecimiento y producción de semilla.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 4 repeticiones, siendo cada parcela de 4 surcos de 10 m de longitud. Los datos tomados fueron: altura de planta, diámetro de copa, peso seco, porcentaje de hule, producción de hule por planta y porcentaje de apomixis. Excepto apomixis, los datos se tomaron en 5 plantas de cada 20 por variedad, que fueron escogidas completamente al azar en cada repetición por variedad. La determinación de contenido de hule, tanto en porcentaje como total de hule en gramos por planta, se hizo mediante el método de extracción por Soxhlet, descrito por

Spence y Caldwell (1946). El porcentaje de apomixis se estimó en base al número de plantas uniformes y número de plantas fuera de tipo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza para las características estudiadas, Cuadro 2, indican diferencias altamente significantes entre genotipos, revelando que el mejoramiento genético es promisorio en esta especie.

Cuadro 1. Valores promedio para diferentes características en Guayule.

Genotipo	Hule %	Hule/pta gr.	Peso seco pta. gr.	Altura planta cm.	Diámetro planta cm.	Apomixis %
N-573	10.4 *	54.0 *	547.7	40.6	60.1	69.5
N-566	7.8	25.4	325.6	63.8	63.6	73.8
N-576	6.3	43.4	663.3	76.6 *	79.1 *	85.7
A-48118	10.8 *	71.0 *	674.1	67.3	67.3	84.6
N-593	11.4 *	46.4	421.5	41.6	58.7	92.4
G-12231	10.0 *	73.6 *	777.4 *	58.0	80.6 *	80.2
G-11591	9.3	63.4	716.0	65.4	74.6	87.2
G-11610	9.8 *	68.8	731.5 *	64.6	71.5	82.6
G-11604	8.7	82.8 *	952.1 *	72.3 *	84.1 *	78.0
G-11605	8.8	81.8	866.5 *	54.2	73.8	78.5
G-11633	9.0	29.4	334.0	45.3	86.7 *	85.4
G-11624	10.4 *	49.0	515.9	65.8	78.5	91.5
G-11646	9.5	35.2	369.9	52.1	60.1	87.5
N-563	6.9	58.6	833.6 *	70.9 *	78.2	80.7
G-11701	8.5	33.0	457.5	51.3	60.0	89.6
Media	9.17	54.4	631.3	59.3	71.8	83.2
D.M.S. 0.05	1.88	14.9	229.4	7.3	7.8	

* Estadísticamente iguales al 5 % de significancia.

Cuadro 2. Análisis de varianza para 5 diferentes características en Guayule.

Fuente de variación	Grados de libertad	Altura de planta	Diámetro de planta	Peso seco	Hule %	Hule planta gr
Repeticiones	3	10.63	1.34	3.27	0.76	0.62
Genotipos	14	19.46 **	12.17 **	7.3 **	4.67 **	13.64 **
Error	42	26.41	29.98	11 590.2	1.69	106.51

** Significantes al nivel del 1%

El contenido de hule varió de 6.3 % para el genotipo N-576, a 11.4 % para el genotipo N-593 con una media de 9.17%, siendo precisamente el genotipo N-593, incluido como testigo, el que resultó con el mayor porcentaje de hule en base a peso seco. Los genotipos A-48118, N-573, G-11624, G-12231 y G-11600, fueron estadísticamente iguales al N-593.

El contenido de hule total, en gramos por planta individual, varió de 25.4 g para el genotipo N-566, a 82.8 g para el genotipo G-11604 con una media de 54.4 g. Los genotipos G-11604, G-11605, G-12231, A-48118 y G-11600, fueron estadísticamente iguales y superiores al testigo. Del G-11604, G-11605 y A-48118, ya se está produciendo semilla certificada en los Estados Unidos de Norteamérica para pruebas en diferentes Estados de ese país, resultando con los más altos rendimientos de hule. Niehaus (1983).

Puede verse claramente que estos genotipos tienen una amplia capacidad de adaptación y que, en un momento dado, pueden cultivarse comercialmente en México. Usando la densidad de población de 25 125 pta/ha, como la que se usa en este experimento, es posible, de acuerdo a los datos obtenidos, cosechar 2 010 kg de hule por hectárea, en plantaciones de 3 años.

El porcentaje de hule en base a peso seco y el contenido de hule total por planta, no se encontraron correlacionados significativamente ($r = 0.132$), según se puede ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Correlaciones fenotípicas entre contenido de hule y otras características en Guayule.

Carácter	Altura de planta	Diámetro de copa	Peso seco	Hule planta gr
Hule %	0.48	0.364	0.264	0.362
Alt. planta		0.374	0.376	0.164
Diám. de copa			0.510	0.372
Peso seco				0.911 **

* Nivel de significancia al 1% — 0.691

** Nivel de significancia al 5% — 0.514

El peso seco por planta individual varió de 334 g para el genotipo G-11633 a 952 g para el genotipo G-11604 con una media de 631 g. En general, los genotipos de alto peso seco como G-12231, G-11600, G-11604, y G-11605 registraron alto contenido de hule por planta, en tanto que los genotipos N-566, N-593, G-11633, G-11646 y G-11701, registraron bajo peso seco y bajo contenido de hule en gramos por planta.

Parece ser que, aunque las plantas con alto peso seco registraron bajo porcentaje de hule, produjeron más hule por planta debido a su mayor producción de biomasa. Esto queda demostrado con la altamente significativa y positiva correlación ($r = 0.911$) encontrada entre peso seco y contenido total de hule en gramos por planta, según se muestra en el Cuadro 3.

Entre peso seco y porcentaje de hule en base a peso seco, la correlación obtenida ($r = 0.264$) no fue significativa. Consecuentemente, el peso seco de la planta es un mejor índice de la producción total de hule de la planta, que el porcentaje de hule en ésta. Esta observación coincide con Ray *et al.* (1983), quien estudió los aspectos de componentes de rendimiento de hule de guayule e indicó que el peso seco fue en general un mejor indicador del contenido de hule, que el porcentaje de hule o resina de la planta.

La altura de la planta tuvo una correlación no significativa con contenido de hule ($r = 0.164$).

En cuanto a diámetro de copa, los genotipos G-11633, G-11604, G-12231 y N-576 registraron el mayor diámetro, y éste mostró una ligera y positiva correlación ($r = 0.510$) con el peso seco, aunque no significativa (un valor de 0.514 es significativo al 5%).

Aparentemente 2 mecanismos componentes operan en guayule para la producción total de hule: el primero es el porcentaje de hule de una planta, y el segundo es la biomasa total. El porcentaje de hule parece ser un factor independiente, inherente a un genotipo, y la selección para contenido de hule, basado solamente en este componente, es ineficiente. El rendimiento total de hule depende de la producción de biomasa, pero ésta es un componente complejo que depende del número, tamaño y peso de cada rama, tronco y sistema radical. A este respecto, Frangmeier *et al.* (1938) encontraron que el porcentaje de hule fue menor en tratamiento con mayor número de riegos, pero los rendimientos finales de hule por hectárea fueron los mayores, debido a la mayor producción de biomasa en estos tratamientos. Por otro lado, aunque los porcentajes de hule fueron altos en los tratamientos con menor número de riegos, la producción total de hule fue menor por hectárea debido a la menor producción de biomasa.

Aunque el porcentaje de hule no está significativamente correlacionado ($r = 0.132$) con la producción total en gramos de hule por la planta, deben enfatizarse estas 2 características para identificar variedades altamente rendidoras en un programa de mejoramiento genético de esta especie.

CONCLUSIONES

1. El genotipo con más alto porcentaje de hule fue el N - 593 con 11.40% y el de mayor contenido de hule en gramos por planta fue el G-11604 con 82.8 g siendo estas características controladas genéticamente en forma independiente.
2. Los genotipos con mayor contenido de hule en gramos por planta requieren de una alta producción de biomasa y de un alto porcentaje de hule.
3. De los genotipos evaluados en este estudio, el G-11604, el G-11605 y el A - 48118, coinciden con 3 de los 5 mejores descritos hasta ahora en E U A.
4. Entre las características agronómicas evaluadas, solamente el peso seco y contenido de hule en gramos, mostraron una correlación positiva y altamente significativa.
5. El peso seco mostró una ligera y positiva correlación con el diámetro de la copa de la planta.
6. Ninguno de los parámetros estudiados puede utilizarse en el campo como un indicador indirecto para seleccionar plantas por contenido de hule.

BIBLIOGRAFIA

- CONAZA 1972. Informe de actividades 1972-1976. México, D.F. Subdirección industrial.
- Foster, K.E. 1979. A Sociotechnical Survey of Guayule Rubber Commercialization: A state of the Art Report. Kansas City, Missouri. Office of the Arid Lands Studies, University of Arizona, Tucson and Midwest Research Institute.
- Frangmeier, D.D., D. Ray and D. Garrot Jr. 1983. Response of Guayule to four irrigation levels. p. 42. Proceedings of the Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, E U A.
- Gerstel, D.V. and Riner, M.E. 1950. Self incompatibility studies in guayule I. Pollen tube behaviour. Journal of Heredity 41(2),49 - 55.
- Hammond, B.L. and Polhamus, L.G. 1965. Research on guayule *Parthenium argentatum* 1942 - 1959. U.S.D.A. Washington, D.C. A.R.S. Technical Bull 1 327:1 - 157.
- McCallum, W.B. 1941. Cultivation of guayule, I and II. India Rubber world 105:33 - 36, 153 - 156.
- McGinnies, W.G. and E.F. Hase, ed 1975. An International Conference on Guayule. Tucson, Arizona, Nov. 15 - 19, 1975.
- Nelson, J.K. 1983. Department of Defense Incentives for Commercialization. p. 69. Proceedings of the Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, E U A.
- Niehaus, M. 1983. The Role of the Guayule Administrative Management Committee in Guayule Comercialization/Research, p. 3. Proceedings of the Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, EUA.
- Powers, L. 1945. Fertilization without reduction in guayule and a hypothesis as to the evolution of apomixis and polyploidy. Genetics 30 (4) 323 - 346.
- Powers, L. and Rollins, R.C. 1945. Reproduction and pollination studies on guayule and mariola. American Society of Agronomy Journal 37(2): 96 - 112.

- Ray, T.R., Garrot, D.T. and Rose, M.R. 1923. Aspects of Yield Components in Guayule Breeding, p. 25. Proceedings of the Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, E U A.
- Rubis, D. 1983. Influence of irrigation and fertilizer treatments on guayule. p. 47. Proceedings of the fourth International Guayule Conference, Riverside, California, E U A.
- Siddiqui, I.A., and Connell, J.L. 1983. The California Guayule Development Project: Current Status. p. 4. Proceedings of the Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, E.U.A.
- Spence, D. and Calldwell, M.L. 1933. Determination of rubber in Rubber-bearing plants. Industrial and Engineering Chemistry. Analytical Edition 5:371 - 375.
- Stebbins, G.L. and Kodani, M. 1944. Chromosomal variation in guayule. Journal of Heredity 35:162 - 172.
- Tysdal, H.M., A. Estilai, P.F. Knowles and I.A. Siddiqui, 1983. New Promising guayule selections with increased yield Fourth International Guayule Conference, Riverside, California, EUA.
- Velazquez, M., A.O. Martínez y R.T. Aguirre. 1978. Revisión Histórica de la Producción de Hule de Guayule en México de 1903 a 1951. Guayule Reencuentro en el Desierto. p. 27 - 70.