

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



T E S I S

**CARACTERIZACION BIOLOGICA DE LAS POBLACIONES
NATURALES DE GUAYULE, (PARTHENIUM ARGENTATUM)**

GLORIA ESTELA TERAN SARABIA

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1 9 8 0

M-23554



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	MAGDALENA ACOSTA SEGURA
VOCAE	ANGELINA QUINTERO RUIZ
SECRETARIO	ALEJANDRO BLANCO LABRA
1o. SUPLENTE	GRACIELA MEZA RUIZ
2o. SUPLENTE	ANDREA GABAYET MARTIN

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

**"CIQA" CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA
APLICADA. SALTILLO, COAHUILA.**

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSFENTANTE:

GLORIA ESTELA TERAN SARABIA.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:


ALEJANDRO BLANCO LABRA.

A MIS PADRES.

Por su abnegación y cariño.

A MI ESPOSO E HIJO.

Por el amor que me brindan.

A MIS AMIGOS.

Agradesco al Dr. Rodolfo Ganza G.
autor original de la idea y bajo
cuya dirección se realizó este
trabajo.

Al Centro de Investigación en Química
Aplicada "CIQA" por haber permitido la
elaboración de este trabajo.

Al Dr. Alejandro Blanco L.
por su valiosa asesoría.

<i>INDICE GENERAL.</i>		<i>PAG.S</i>
<i>I. INTRODUCCION.</i>		1
<i>II. OBJETIVOS.</i>		2
<i>III. REVISION DE LITERATURA</i>		3
<i>A. ANTECEDENTES DEL GUAYULE</i>		3
1. <i>Clasificación Botánica</i>		3
2. <i>Origen del guayule</i>		3
3. <i>Distribución geográfica del guayule</i>		4
4. <i>Clima</i>		4
5. <i>Topografía y suelos</i>		6
6. <i>Altitud</i>		7
7. <i>Efecto del pH del suelo</i>		7
8. <i>Morfología de la planta</i>		7
9. <i>Recolección de semilla</i>		12
10. <i>Variabilidad Genética</i>		14
<i>B. ANTECEDENTES DE LA PEROXIDASA</i>		17
1. <i>Peroxidasa en las plantas</i>		17
2. <i>Propiedades oxidativas de la peroxidasa</i>		18
3. <i>Peroxidasa como un marcado fisiológico</i>		18
<i>IV. MATERIALES Y METODOS</i>		21
<i>A. MATERIALES</i>		21
1. <i>Material de vidrio</i>		21
2. <i>Material de plástico</i>		21
3. <i>Material Biológico</i>		21
4. <i>Instrumentos</i>		22
5. <i>Reactivos</i>		22
<i>B. METODOS</i>		24
1. <i>Datos de Campo</i>		24
<i>a. Método del cuadrante</i>		24
<i>b. Determinación del contenido de hule en plantas de guayule</i>		27
<i>c. Morfología de las hojas de guayule</i>		29
<i>c. i. Determinación del grupo de tricomas</i>		29
<i>c. ii. Determinación de el número de dientes</i>		31

	PAGS
d. Descripción de la heterogeneidad en plantulas	33
2. Optimización de la técnica para determinar la actividad enzimática de la peroxidasa en hojas de guayule	34
Resultados	34
a. Efecto de la concentración de sustrato	34
b. Homogenización y agitación de la muestra con polivinilpirrolidona (PVP)	42
c. Uso de la polivinilpirrolidona (PVP)	45
d. Efecto del pH en la extracción de la peroxidasa	47
e. Efecto del pH en la actividad enzimática de la peroxidasa	49
f. Efecto de la temperatura en la extracción de la peroxidasa	51
g. Efecto de la temperatura en la actividad enzimática de la peroxidasa	53
V. RESULTADOS.	55
A. ESTUDIO DE CAMPO	55
1. Relación entre el contenido de hule y factores ecológicos	55
2. Variación en el contenido de hule con relación a la distribución geográfica	57
3. Relación entre el contenido de hule y factores morfológicos de las plantas	59
4. Distribución de plantas de guayule de acuerdo al tipo de tricoma.	78
B. DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DE LAS PLANTULAS DE GUAYULE	81
1. Características morfológicas de las plántulas	81
2. Relación entre el contenido de hule y factores morfológicos de las plántulas	83
3. Actividad enzimática de la peroxidasa y su posible correlación con factores morfológicos de las plántulas	85

	PAGES
4. <i>Actividad enzimática de la peroxidasa en relación al contenido de hule en plántulas</i>	87
VI. <i>DISCUSION.</i>	89
VII. <i>RESUMEN.</i>	93
VIII. <i>CONCLUSIONES.</i>	96
IX. <i>BIBLIOGRAFIA.</i>	99

INDICE DE FIGURAS

	PAG.S
1. Ubicación de las poblaciones naturales de guayule estudiadas en los estados de Coahuila, Zacatecas y Nuevo León	26
2. Forma de los tricomas en hojas de guayule y mariola	30
3. Forma de las hojas de guayule y mariola	32
4-9. Efecto de la concentración de sustrato en la actividad enzimática de la peroxidasa	
4. Sustrato guayacol, sistema Michaelis-Menten	36
5. Sustrato guayacol, sistema Lineweaver-Burk	37
6. Sustrato guayacol, sistema Eadie-Hofstee	38
7. Sustrato peróxido de hidrógeno, sistema Michaelis-Menten	39
8. Sustrato peróxido de hidrógeno, sistema Lineweaver-Burk	40
9. Sustrato peróxido de hidrógeno, sistema Eadie-Hofstee	41
10. Actividad enzimática de la peroxidasa en hojas de guayule homogenizadas, agitadas con PVP y control	44
11. Efecto de la cantidad de PVP en el momento de extracción de la enzima	46
12. Efecto del pH en la extracción de la enzima	48
13. Efecto del pH en la actividad enzimática de la peroxidasa	50
14. Efecto de la temperatura en la extracción de la enzima	52
15. Efecto de la temperatura en la actividad enzimática de la peroxidasa	54
16. Distribución de plantas de guayule de acuerdo a la forma de los tricomas, recolectadas en 15 localidades	79
17. Líneas de regresión entre los tres grupos de tricomas de las 15 poblaciones estudiadas.	80
18. Línea de regresión de la actividad enzimática de la peroxidasa y contenido de hule en plántulas	88

INDICE DE CUADROS

	PAGS
1. Relación entre el contenido de hule de las plantas de guayule y factores ecológicos de las poblaciones naturales.	56
2. Variación en el contenido de hule con relación a la distribución geográfica.	58
3. Características morfológicas de las hojas de guayule con relación al contenido de hule de los arbustos y por ciento de plantas existentes por localidad.	63
4. Clasificación de plantas de guayule de acuerdo a la forma de los tricomas y contenido de hule intervalos propuestos por Mehta.	64
5. Clasificación de plantas de guayule de acuerdo a la forma de los tricomas y contenido de hule en intervalos propuestos en este trabajo	64
6. Relación entre los factores morfológicos de las plantas y el contenido de hule por localidad.	66
7. Características morfológicas de las plantas de guayule agrupadas en intervalos de altura.	68
8. Guía para la identificación de plantas de guayule altamente productoras de hule para cada una de las localidades estudiadas, en base a la caracterización morfológica de los arbustos.	70
9. Características morfológicas de las plántulas	82
10. Relación entre el contenido de hule (no. de plántulas y factores morfológicos de las hojas (tricomas y no. de dientes).	84
11. Relación entre la actividad enzimática de la peroxidasa y factores morfológicos de las hojas (tricomas y no. de dientes).	86

I. INTRODUCCION.

El guayule (Parthenium argentatum) crece en forma silvestre en condiciones de extrema aridez, y es la única especie del género Parthenium capaz de acumular hule en cantidades apreciables.

Debido a la demanda de hule natural en el mercado mundial, el guayule puede ser una fuente de abastecimiento de hule muy importante para México, siendo este un recurso natural del Estado de Chihuahua, que puede ayudar al desarrollo económico regional y a substituir parcial o totalmente el hule de importación abriendo además fuentes de trabajo.

Junto con el guayule (P. argentatum) se encuentra asociada otra especie de Parthenium, denominada mariola (P. incanum) que no produce hule, existiendo cruzamiento interespecífico entre ambas especies. Los híbridos resultantes presentan características morfológicas y genéticas de los padres, siendo ésta una de las causas aparentes de que existan arbustos de guayule con diverso contenido de hule.

II. OBJETIVOS.

1. Conocer algunas características morfológicas y bioquímicas que existen en las poblaciones naturales de guayule (P. argentatum).
2. Buscar parámetros morfológicos, físicos o bioquímicos que sirvan como marcadores para la ubicación de plantas de guayule con alto contenido de hule.
3. Se utilizarán como parámetros; la morfología de las hojas, la actividad enzimática de la peroxidasa así como el contenido de hule de plántulas cultivadas en invernadero a fin de tratar de establecer alguna correlación entre estas características y las propiedades de la planta.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

A. ANTECEDENTES DE QUAYULE.

1. Clasificación Botánica.

Reino:	Plantae.
Phylum:	Tracheophyta.
Clase:	Angiospermae.
Subclase:	Dicotyledoneae.
Orden:	Asterales.
Familia:	Asteraceae.
Subfamilia:	Tubiflorae.
Tribu:	Heliantheae.
Género:	Parthenium.
Especie:	<u>P. argentatum.</u>

2. Origen.

La presencia de hule en el quayule fue conocida por los indígenas de Norteamérica desde hace varios siglos, el cual - empleaban para fabricar pelotas que usaban en sus juegos. Es probable que obtuvieran el hule por masticación de los tallos. Este arbusto fué descubierto por J. M. Bigelow en 1852 que era miembro de la Comisión de Límites México - Norteamericana, quien

envío algunas muestras a la Universidad de Harvard donde el botánico Asa Gray describió la planta y le dió el nombre de Pantherium argentatum, Gray (7).

3. Distribución Geográfica del Guayule.

El guayule es nativo de las zonas áridas del norte de México, en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y en el área del Big Bend en Texas (9,13,22). Esta superficie comprende un área de un millón de hectáreas (9).

Dentro de su habitat, crece en manchones dispersos con superficies que van de menos de una hectárea, hasta varias hectáreas de tamaño (13).

4. Clima.

El guayule es un arbusto de clima árido o semárido (13). El clima ideal para su crecimiento es aquel que se produce durante la estación de lluvias al final del invierno, en primavera y al principio del verano. Las lluvias subsecuentes promueven vigorosamente el crecimiento durante 3 ó 4 meses. Al final de la época de lluvias las plantas entran en dormancia por la sequía (8). La temperatura diurna y estacional varía -

gradualmente siendo la máxima de 46°C y la mínima de -9.5°C . Las temperaturas diurnas de 18.3 a 26.6°C combinadas con las nocturnas de 1.6 a 7.2°C , promueven satisfactoriamente la acumulación de hule en arbustos jóvenes (9).

Swensen y Bullard (1945), obtuvieron datos climáticos en el área donde crece el guayule y esbozaron los límites aceptables para su crecimiento. Bullard concluyó que el aspecto más crítico de la temperatura para el crecimiento del guayule, es la temperatura mínima que no debe ser menor de -9.5°C a menos que el invierno sea seco y las plantas estén en estado durmiente antes de que ocurra el mínimo. Los mismos autores reportan que en estado completamente durmiente el guayule ha soportado temperaturas de -17.8°C . Las plantas realizan su mejor crecimiento de 32.3°C a 37.7°C , siendo la temperatura media arriba de 12.8°C . Si son abajo de estas temperaturas, el crecimiento es lento y la mortalidad puede ser alta (13).

Los daños por el frío en el guayule, están relacionados con la precipitación disponible en el suelo y la actividad de crecimiento en la planta (16).

La precipitación media anual en las localidades donde crece el guayule varía de 5-15 pulgadas, dependiendo de la altitud y proximidad de las montañas (6, 9, 22).

La distribución de la precipitación, particularmente la frecuencia de las tormentas, afecta a las plantas establecidas y a la supervivencia de las nuevas plantaciones. Cuando el drenaje es pobre, la frecuencia y la intensidad de las tormentas están correlacionadas con el incremento de mortalidad de las plantas (9).

5. Topografía y Suelos.

El habitat nativo del guayule se encuentra restringido a declives ó taludes, en terreno pedregoso, en planos aluviales y crece en laderas al pie de las colinas o montañas (9,13,22). Crece en terrenos altamente calcáreos y es muy sensible a las condiciones del suelo. La mejor textura del suelo es la arenosarcillosa o marga. Para un crecimiento óptimo, el suelo tiene que ser permeable, con buen drenaje, buena aereación y suficiente suministro de agua por año (13,22).

El contenido de sales es importante, ya que el guayule tolera hasta 0.3% de sales en el perfil del suelo. Un contenido de 0.3 a 0.6% retarda el crecimiento y más de 0.6% de sales las plantas mueren (24,28).

6. Altitud.

Usualmente el guayule se encuentra en zonas donde varía la altitud, de 600 a 3300 Metros Sobre el Nivel del Mar (MSNM); (13,22). En un estudio reciente realizado en los estados de Coahuila, Zacatecas y Nuevo León se encontró que la mayoría de las poblaciones naturales de guayule están localizadas entre 1900 y 2000 MSNM (1).

7. Efecto del pH del Suelo.

El guayule crece en suelos con pH desde 6 a 8.5 pero no crece en un pH de 4.5 o de 10.5. Sin embargo el crecimiento óptimo ocurre de 7.2 a 8.3 (9).

8. Morfología de la Planta.

El guayule (P. argentatum) crece como un pequeño arbusto racémico que mide de 40 a 90 cm de alto y de 60 a 120 cm de ancho (mayor medición de la copa foliar); pudiendo vivir de 30 a 40 años en condiciones naturales (14,22). Las hojas de guayule están cubiertas con una capa densa de vellos llamados tricomas, que le sirven como estructura de protección contra la sequía y le dan el color verde grisáceo característico (13, 14,22). Se ha reportado que hay dos tipos de tricomas, en for

ma de "7" que son unicelulares, no glandulares, siendo estos los más comunes. Existen otros, sin embargo que son multicelulares y glandulares (14).

Nicolaieff (1929) y Artschwager (1943) encontraron e ilustraron varios tipos de tricomas. Los tricomas predominantes de guayule tienen una larga capa celular, con tallo acental y una o varias capas celulares unidas en ángulo recto, con dos extremos. Los tricomas de mariola, sin embargo son muy largos, tortuosos y multicelulares, los cuales están unidos por un extremo. En los híbridos, los tricomas son fenotípicamente intermedarios entre el guayule y la mariola (29).

Rollins (1944), estudió la hibridación natural entre el guayule y la mariola describiendo cinco formas de guayule. Su agrupación se basó en la medición de la capa celular de los tricomas que son en forma "7" y en los puntos de unión con el tallo de éste. En general, la morfología de los tricomas de los híbridos es intermedaria entre el guayule, y la mariola (29).

Mehta (1978), ha reportado una correlación entre la concentración de hule en el guayule y las características morfológicas de los tricomas. También correlacionó el contenido de hule, con la morfología de la hoja formando tres clases de --

grupos (23).

Usualmente, las hojas de mariola son lobuladas y obtusas mientras que en el guayule las primeras hojas son enteras y - las posteriores son dentadas y agudas (29). Durante los meses de invierno, solamente se conserva la hoja terminal, siendo - estas hojas mas pequeñas que las hojas de verano que son lanceoladas (2).

Los híbridos entre mariola y guayule tienen hojas similares a las de la mariola pero con menos lóbulos y son mas agudas (29).

Las flores del guayule están agrupadas en una inflorescencia, que mide aproximadamente 5 mm de diámetro y contiene dos clases de flores; flores de la periferia y flores centrales. Las centrales producen el polen para fertilizar a las de la periferia, las cuales van a formar el aquenio que encierra a la semilla, siendo cinco los aquenios en cada inflorescencia (19).

Lloyd (1911), describió dos tipos de guayule silvestre. "El guayule macho", arbusto pequeño con pocos brazos, diámetro mayor y con mayor contenido de hule que "el guayule hembra". Este último es un arbusto con mayor tamaño y brazos delgados.

Identificó también diferencias de color y sugirió que alguna de estas formas podían correlacionarse con el hule secretado (19).

En 1929, NicolaiFFE describió 8 variedades de plantas de guayule cultivadas provenientes de semilla que fue colectada en México, habiéndolo observado de 2 a 3 generaciones de las mismas plantas. Su clasificación se basó en la forma de las hojas, tamaño y características de la inflorescencia. Menciona que puede haber algunas indicaciones morfológicas externas respecto al contenido de hule. La descripción de las variedades encontradas es la siguiente:

Marioloide. - Tiene abundantes y fuertes ramificaciones, mide de 52 a 59 cm de alto y de 65 a 95 cm de ancho. Los brazos tienen color café verdáceo; la pubescencia de las hojas es muy desarrollada, las hojas son ovaladas con 2 a 3 pares de lóbulos. El eje de inflorescencia promedio mide 16.3 cm - y produce de 3 a 4 ramificaciones con 2 a 5 cabezas.

Angustifolium. - Arbusto erecto. El tallo principal cesa su crecimiento rápido y las ramas laterales empiezan a crecer, mide de 37 a 62 cm de altura y de 59 a 66 cm de ancho; el color de los tallos es café amarillento. Las hojas son lanceoladas muy largas y estrechas, con pequeños dientes, con pubes-

cencia corta. El eje de la inflorescencia promedio es de 21.7 cm y produce de 2 a 3 ramificaciones con cabezas de 0.79 a 0.88 cm de diámetro.

Longifolium. - Es similar a la variedad *angustifolium*, difiere de esta en que las hojas son grandes y anchas.

Brevifolium. - Este arbusto es menos desarrollado. El tallo principal crece rápidamente en el primer año y en los siguientes se producen las ramificaciones, tiene una altura de 77 cm y un ancho de 58 a 90 cm en el segundo año; las hojas son contas, sin peciolo, divididas y cuneiformes. La pubescencia es de color gris plateado, con fuerte desarrollo. El largo del eje de inflorescencia promedio es de 20.1 cm y tiene de 1 a 3 cabezas en la inflorescencia.

Latifolium. - Planta de vigoroso crecimiento. Los arbustos llamativos por sus brazos extensivos. La intensidad de su crecimiento no disminuye en el segundo año. Es mas ancho que la mariola, el tallo principal es muy desarrollado, los brazos crecen en angulo agudo. Las hojas son anchas y poseen de 2 a 3 pares de lóbulos; la pubescencia varía considerablemente. El eje de inflorescencia mide 21.3 cm.

Dissectum. - La hoja muestra de 3 a 5 pares de lóbulos de

diferentes tamaños con muchas irregularidades, tiene una pequeña cantidad de cabezas siendo esto lo que se distingue de las otras formas mencionadas.

Deltoidesum.- Hojas anchas con lóbulos agudos, no tienen un rápido crecimiento, la inflorescencia es compacta.

Gracilis.- Tiene una altura de 36 a 61 cm y de ancho entre 46 y 70 cm durante el segundo año, tiene abundantes brazos. Las hojas son irregulares con 2 a 3 lóbulos. La inflorescencia es pequeña no ramificada (2 brazos) bajo la forma de 2 densas cabezas (25).

Aizpuruña (1958), notó que todas las plantas erectas con muchos brazos entrecruzados tienen diferente contenido de hule y que los mejores productores son los arbustos con poca altura, muchos brazos y con menor densidad de hoja. Siguió la clasificación de Nicolaieff encontrando que la variedad *argus tifulium* puede ser considerada como guayule típico con alto contenido de hule (14).

9. Recolección de Semilla.

En 1929, Nicolaieff efectuó las primeras recolecciones de semilla en México y cultivó las plantas en condiciones unifor-

mes. (34).

Otra de las recolecciones de que se tiene reporte, es la efectuada por Power en 1942. Seleccionó semilla en México, de las cuales cinco líneas fueron muy buenas productoras de hule. Posteriormente otras recolecciones de semilla fueron hechas por Hammond, en 1948 a 50 millas de las de Power, llegando a tener seis líneas que fueron buenas productoras de hule. Una compañía particular de California compró la mayoría de las semillas almacenadas por el laboratorio Nacional de Almacenamiento de semillas en Fort Collins, en donde había 25 líneas. De éstas 5 líneas fueron progenies seleccionadas por Power y 6 eran -- parte de las recolecciones de Hammond. Esta compañía en la actualidad ha puesto a la venta semillas de guayule provenientes de esas líneas (9).

Rollins en 1976 recolectó semilla en México. Además de P. argentatum, recolectó también P. incarum, P. confertum, P. fruticosum y P. bipinnatifidum. Realizó 114 selecciones en 45 localidades diferentes, y las sembró en la Universidad de Arizona bajo condiciones de invernadero. Naqui y Hanson en 1977, exploraron 53 sitios de guayule en los estados de Coahuila, Durango, Zacatecas y Nuevo León, México recolectando semilla y muestras de planta para analizar el contenido de hule. Los resultados de este estudio revelan algunos sitios donde hay plan

tas de guayule con alto contenido de hule (9).

La planta de guayule produce semilla a los 6 meses de edad y una planta cruzada retarda su floración hasta un año, ya que muchas poblaciones silvestres tienen una gran diversidad genética (9).

10. Variabilidad Genética.

El guayule (*P. argentatum*) y la mariola (*P. incarum*) coexisten en poblaciones naturales, ambas especies libremente entremezcladas tienen oportunidad de fecundarse por medio de polinización cruzada y autopolinización (26,29,31).

Powers y Rollins encontraron que la reproducción predominante en el guayule es la apomictica (autopolinización) y la sexual (polinización cruzada), (26). La progenie apomictica de una planta individual, demuestra duplicadas exactamente sus características genéticas y fisiológicas, (31). Los mismos autores (26) reportaron que el guayule y la mariola están caracterizados por un alto grado de apomixis facultativa (autopolinización y polinización cruzada) por lo que ocurre segregación genética. En las plantas de guayule, las formas sexuales tienen 36 cromosomas y son diploides, en éstas no han sido encontradas plantas con grado de apomixis.

Botschnsewa (1933), consiguió obtener un número pequeño de híbridos de cruce artificial entre guayule y mariola, concluyendo que una porción de la diversidad encontrada en el guayule silvestre es el resultado de la hibridación (29).

Rollins (31), reporta que una de las principales fuentes en la variación genética del guayule bajo condiciones naturales, es el cruzamiento entre guayule y mariola. Se ha encontrado (17,19) que la variación cromosómica en el guayule diploide es de: 36, 54, 58, 72 y de 100 a 112 cromosomas y en plantas de mariola diploide: 36, 54, 72, 90 y 110 cromosomas y en híbridos naturales y artificiales, diploides: 36, 54, 63, 72, 81, 90, 99 y 108 cromosomas (33).

Los pares de cromosomas 54, 72 y 74 son de origen poliploide, pero tienen probabilidad de una modificación secundaria a través de rearreglos de los cromosomas y la hibridación introgresiva con mariola (29).

Powers y Rollins (26) reportaron que las plantas de guayule apomicticas facultativas poliploides son de 54, 72 y 108 cromosomas (7). Rollins (1949) presenta pruebas de que la poliploidia permite ampliamente el cruzamiento interespecífico y que la fertilidad es más alta en los híbridos diploides (32). En poblaciones triploides (3), con cromosomas de 80 a 93, se

encuentran individuos aberrantes. Estos presentan características de bajo crecimiento y hojas más gruesas e irregulares. Los pecíolos de las flores y las flores son más grandes que de las poblaciones donde se originaron (3). Las progenes de los aberrantes, generalmente continúan siendo aberrantes con algunas excepciones (8).

Gerstel y Mishanec (1950) investigaron y analizaron más extensamente sobre la herencia de la apomixis, empleando plantas de guayule diploide ($2n = 36$) y una tetraploide apomictica ($4n = 72$) encontrando progenie con características intermedias de los padres y enteramente sexuales (11). La mayoría de las plantas de 4 meses crecidas en las mismas condiciones, no son distinguibles una de otra y las que son fenotípicamente diferentes, se debe a algún tipo de segregación genética en la planta madre (8).

B. ANTECEDENTES DE LA PEROXIDASA.

1. Peroxidasa en las Plantas.

La peroxidasa es una enzima que se encuentra en una gran variedad de plantas, pero su papel no está claro todavía. Fue descubierta por Shonbein en 1855 y en este mismo año fue reportada por Inossien. Fue descrita por vez primera en la sabia de higuera y la raíz de rábano picante (Horseradish), (10).

En tallos de P. sativum (chicharo) y maíz enano, los cuales tienen un lento crecimiento, poseen la cantidad más alta de peroxidasa soluble, comparada con otras especies (10).

La peroxidasa, al igual que la catalasa, son hemoproteínas; las cuales contienen como grupo prostético una ferriprotoporfirina (hematina), (35).

La peroxidasa cataliza todas las reacciones peroxidativas: $H_2O + 2e + 2H \rightleftharpoons 2H_2O$ donde se representan dos equivalentes reducidos. Una gran variedad de sustancias tales como fenoles, aminas aromáticas y enodoles similares al ácido ascórbico, son capaces de suplir equivalentes reducidos (10,36).

2. Propiedades Oxidativas de la Peroxidasa.

Ha sido reportado que la peroxidasa oxida polifenoles a quinonas, las cuales polimerizadas cambian a pigmentos cafés y sustancias semejantes a ligninas. Sheen sugirió que la oxidación de los fenoles por la peroxidasa es regulada por productos de inhibición de la enzima. Los compuestos fenólicos son bien conocidos como cofactores (monofenoles) e inhibidores (difenoles) de su actividad oxidativa (10).

3. Peroxidasa como un Marcador Fisiológico.

Las isoperoxidasas se encuentran en una gran variedad de tejidos de diferentes especies. Han sido investigadas más que otras isoenzimas por su fácil detección y ocurrencia común. Algunas isoperoxidasas pueden ser utilizadas para estudios genéticos, de desarrollo y fisiología (36). También se ha observado que es factible usar la actividad de la enzima peroxidasa como un indicador de diferenciación celular y regulación de crecimiento (40) y como criterio de formación de raíces (12,27).

Fueron observados importantes cambios en isoperoxidasas en cultivos resistentes a bajas temperaturas de *Dianthus*, ya que desarrollaron componentes isoenzimáticos adicionales bajo condiciones de invierno. En diferentes estudios se ha asocia-

do el metabolismo con la adaptación de las plantas al cambio del medio ambiente y a la tensión o "estres" (21).

Existe una evidencia de que ocurren cambios en el patrón de isoenzimas de la peroxidasa, durante la aclimatación del invierno. Esto ha sido demostrado en tallos de la variedad *Cornus*, *Dianthus*, *Lisimachia*, *Medicago*, *Salix* y *Medum* (20). Garza (10) demostró en árboles de durazno la aparición de una nueva isoenzima arábica, después de que los árboles cumplen con sus necesidades de fruto.

No se conoce la función de la peroxidasa en la adaptación de las plantas, pero los resultados obtenidos en isoperoxidasa de la variedad *Dianthus* indican que la adaptación no concierne al metabolismo del I A A (Acido Indol Acetico), lignificación o síntesis del etileno (26). En *Elementina* y *Rubideaus* (39), la actividad de la peroxidasa en días largos es mayor que en días cortos.

La utilidad de la peroxidasa como un indicador fisiológico en plantas, ha sido probado en cultivos de *Brassica*. No se encontró ningún paralelismo entre la respuesta de crecimiento y los cambios de la actividad enzimática de la peroxidasa (38). En hojas y yemas de durazno, se observó que los cambios en las condiciones ambientales modifican la actividad de la peroxidasa.

sa (27).

El incremento de la actividad enzimática de la peroxidasa ha sido inducido por temperaturas bajas en alfalfa, coníferas, cacahuate y tabaco; por aridez en algodón y trigo; por hipoxia en frijol y centeno. En algunas familias, incluyendo las crucíferas seleccionadas por fenotipos de tolerancia a la sal, la actividad de la peroxidasa fue investigada como un indicador de estress salino, en plántulas juvenes (38).

El etileno ha sido implicado en la regulación de la actividad de la peroxidasa en algunos tejidos de plantas. Este incrementa la actividad de la peroxidasa en hojas de algodón, raíces de papa y cacahuate, contes de garbanzo y plantas completas de tabaco. Sin embargo este fue responsable de la inhibición de la actividad de la peroxidasa en tejido de zanahoria (7).

En *Koh Saghyz* se encontró una relación inversa entre la actividad enzimática de la peroxidasa y el contenido de hule (5). Esta información nos lleva a buscar la correlación que pudiera existir entre la enzima peroxidasa y el contenido de hule, así como las características morfológicas en el guayule.

IV. MATERIALES Y METODOS.

A. MATERIALES.

1. Material de Vidrio.

- Jeringas automáticas de varios volúmenes marca Corwell
- Microjeringas de vidrio de diferentes volúmenes marca Hamilton.
- Mortero.

2. Material de Plástico.

- Micropipetas marca V. Rainin.

3. Material Biológico.

- Hojas de arbusto de guayule de diferentes localidades.
- Discos de corteza de 11 mm de diámetro, de plantas de guayule.
- Plántulas de guayule de 6 meses de edad provenientes de semilla mezclada que fué recolectada en Atenco en 1978.

4. Instrumentos.

- Potenciómetro modelo digital.
- Plancha de calentamiento y agitación.
- Microscopio.
- Timer.
- Cronómetro.
- Homogenizador.
- Altimetro.
- Evaporador con vacío y agitación.
- Balanza analítica
- Estufa de 0 a 300°C.
- Espectrofotómetro Coleman modelo 6/20 con longitud de onda, ultravioleta, visible e infrarroja.
- Medidor de sales disueltas marca Myron L. Company.

5. Reactivos.

Los reactivos usados fueron de calidad grado analítico (G A), a menos que se especifique de otra forma.

- Fosfato de potasio monobásico anhidro.
- Fosfato de potasio dibásico anhidro.
- Acido acético al 98%.
- Acetato de sodio anhidro.

- *Acido bórico anhidro.*
- *Borato de sodio anhidro.*
- *Peróxido de hidrógeno al 30%.*
- *Guayacol anhidro.*
- *Polivinilpirrolidona (PVP), técnico.*
- *Acetona al 98%, técnico.*
- *Benceno al 98%, técnico.*
- *Metanol al 98%, técnico.*
- *Acido sulfúrico al 98%, técnico.*
- *Hidróxido de sodio anhidro.*

B. METODOS.

1. DATOS DE CAMPO.

a. Método del Cuadrante.

Se estudiaron 11 localidades ubicadas al sur del estado de Coahuila, al norte del estado de Zacatecas y al este de - Nuevo León, (Figura 1). Las localidades son:

- 1. Atenco.*
- 2. El Colorado.*
- 3. Jagüey de Ferniza.*
- 4. Noria de Guadalupe.*
- 5. Paila.*
- 6. Potrero de San Pedro.*
- 7. Puerto México.*
- 8. Rancho de la Curva.*
- 9. Refugio de las Cajas.*
- 10. Rocamontes.*
- 11. San Felipe.*

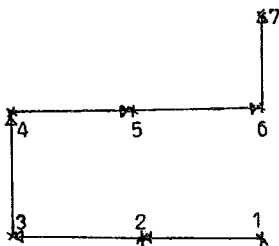
En cada una de las localidades se tomaron datos físicos del lugar y se recolectó información de las plantas de guayule existentes. Los muestreos se realizaron por el método del

cuadrante en cruz efectuándose en algunas localidades, más de un muestreo por considerarse que la población de guayule lo ameritaba en base a las características del lugar, tales como pendiente, tipo de suelo o vegetación.

Los muestreos se realizaron tomando 7 puntos, en cada lo calidad. Se colocaron dos varas en forma de cruz, lo que formaba cuatro secciones. Posteriormente se procedió a tomar la planta de guayule más próxima a el vértice de la cruz dentro de cada división. A cada una de estas plantas se le determinó lo siguiente:

- a. Altura de la planta.
- b. Área foliar ($A \times B$).

Se recolectó de cada planta, muestras de hojas, y una parte del tallo de aproximadamente 5 cm de largo que se cortó con serrucho. El siguiente punto se tomó a una distancia de 15 metros, así se tomaron 3 puntos en línea, después se siguió hacia la dirección donde se encontró más guayule hasta completar los 7 puntos:



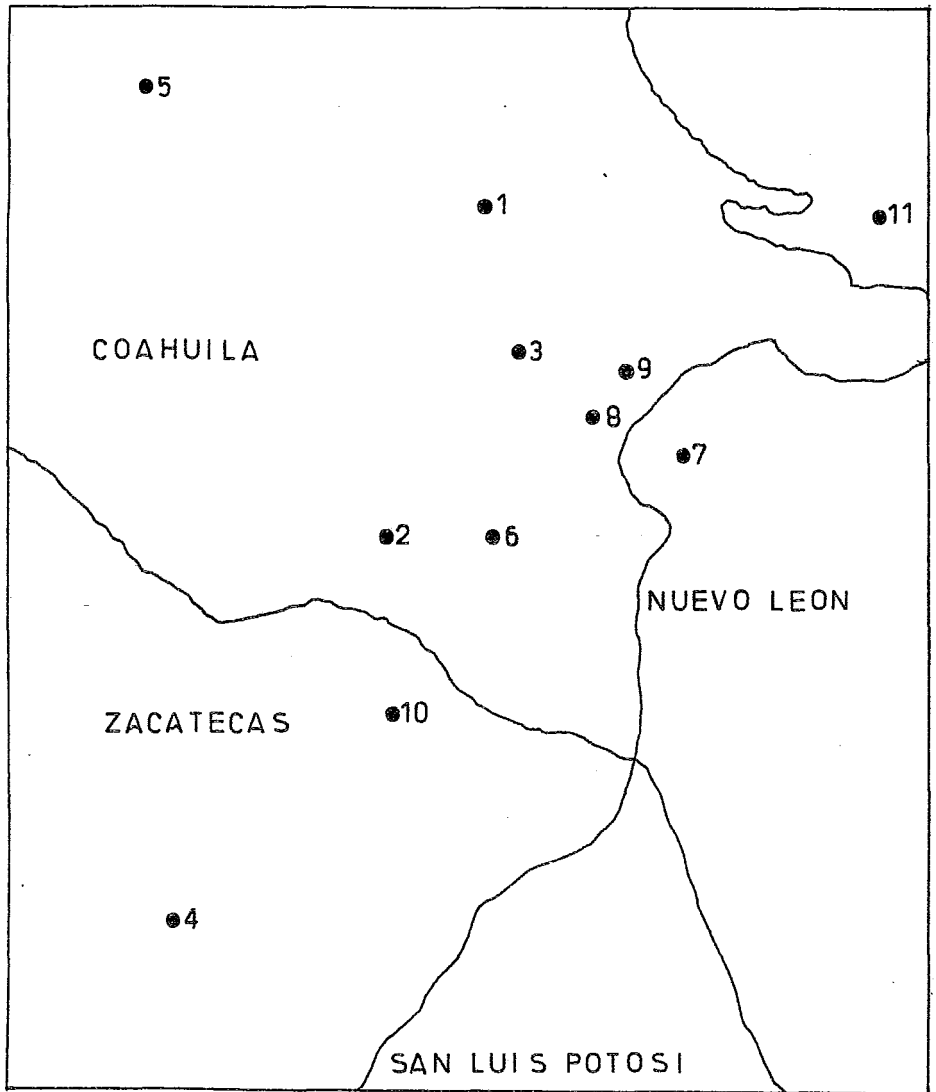


FIGURA 1. UBICACION DE LAS POBLACIONES NATURALES DE GUAYULE ESTUDIADAS.

Las muestras de hoja y tallo se llevaron al laboratorio para analizarse.

b. Determinación del contenido de hule en plantas de guala
yule.

Las muestras de tallo que se recolectaron en el campo, se analizaron utilizando la metodología estandarizada anteriormente por Quero (reporte semestral 1979, CIQA).

Se tomaron dos discos del tallo, utilizando un sacalocados de 11 mm de diámetro. Los discos se pusieron a secar a peso constante a una temperatura de 80-90°C, depositandolos en respectivos tubos de ensaye de 15 ml de capacidad. Se le agregó en el tubo 10 ml de acetona con el propósito de extraer la resina. Los tubos tapados se mantuvieron en acetona por un período de tres horas en un aparato Vortex a una temperatura constante de 35°C. La acetona se eliminó, después se lavó dos veces con acetona limpia (2 ml), colocando los tubos en la estufa por 15 minutos (evaporando la acetona residual). Posteriormente se agregó 10 ml de benceno y se colocó en el Vortex a una temperatura constante de 35°C, con agitación, por 4 horas. Después de ese tiempo se sacaron del Vortex y se dejaron en la gradilla en la oscuridad por 20 horas. Transcurrido este tiempo se agitaron los tubos y se dejaron reposar, efectuan

dose la reacción con 2 ml de alícuota de la muestra y 5 ml de metanol. Si el dato de transmisión es menor al 15% o se precipita el hule, es necesario hacer una dilución de la muestra -- original, la cual se deja reposar dos horas en la obscuridad a temperatura ambiente y se vuelve a realizar la reacción. El -- blanco con el que se comparan las muestras es de 5 ml de metanol y 2 ml de benceno.

Curva Estándar.

Se tomó hule de guayule extraído con benceno y se purificó por medio de coagulación en acetona redisolviéndolo en benceno por varias ocasiones, el hule se secó en una liofilizadora, se tomaron muestras de hule (2 ml) de cada concentración estándar, realizando la reacción con 5 ml de metanol. Las lecturas se efectuaron a 540 nm en transmisión por triplicado.

La concentración de los estándares es la siguiente: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 mg/ml. De la curva estándar se interpola el porcentaje de transmisión y nos da los miligramos de hule equivalentes que hay en la muestra.

Cálculos:

$$\% \text{ de Hule en la Muestra} = \frac{\text{mg. de hule} \times 5 \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

c. *Morfología de las hojas de guayule.*

c. *i. Determinación del grupo de tricomas.*

De acuerdo a la descripción de los tricomas y el contenido de hule, reportados por Mehta (1978), se procedió a clasificar las plantas por grupos. El grupo I es el que se consideró guayule puro, el II guayule mezclado y el III guayule amariolado, (Figura 2).

De cada uno de los muestreos realizados, se conservaron las hojas en bolsas de papel hasta que se utilizaron para su clasificación. El procedimiento para la determinación de los tricomas consistió en lo siguiente: Las hojas que se analizaron se encontraron secas, lo que facilitó el desprendimiento de los tricomas. La hoja se raspó con una navaja, depositando los tricomas con apariencia de polvo, sobre un portaobjetos. Posteriormente se agregó una gota de agua, observándose al microscopio con el objetivo 10 X, se determinó el tipo de tricoma en 15 hojas de cinco plantas diferentes, se encontró que los tricomas fueron semejantes, por lo cual se procedió a observar por duplicado en cada muestra.

GRUPO I. GUAYULE PURO.



GRUPO II. GUAYULE MEZCLADO.



GRUPO III. GUAYULE AMARIOLADO.



MARIOLA

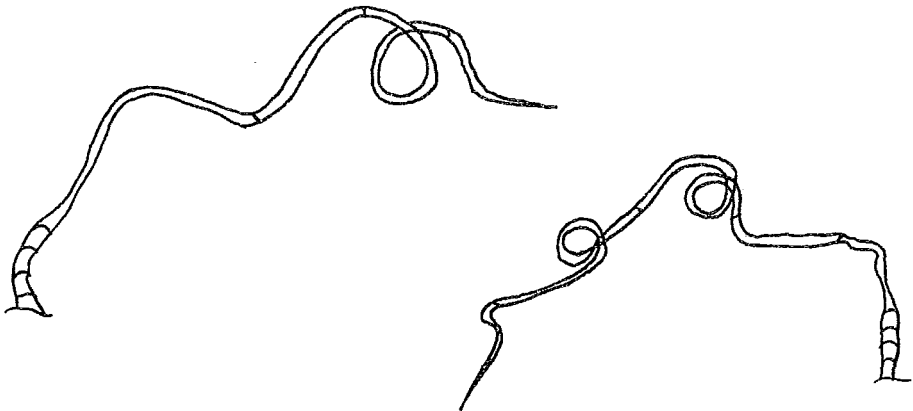


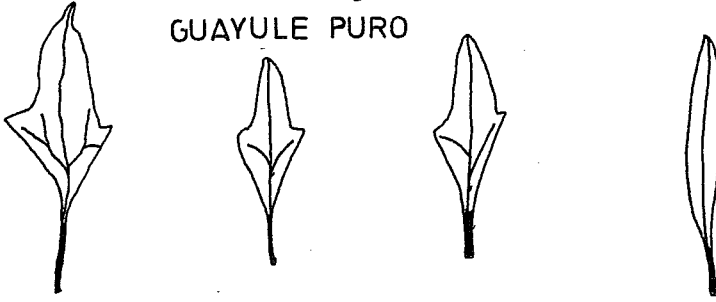
FIGURA 2. FORMA DE LOS TRICOMAS EN HOJAS DE GUAYULE Y MARIOLA.

c. ii. Determinación de el Número de Dientes.

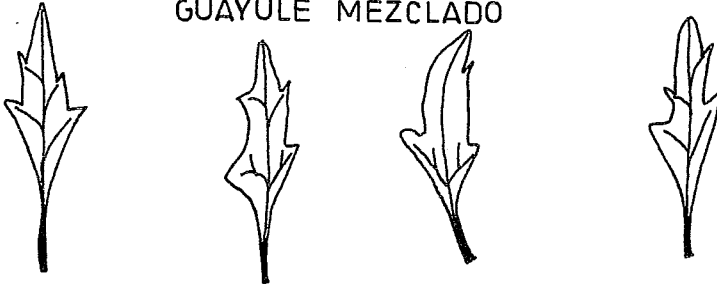
La determinación del número de dientes de las hojas, se realizó en base al método reportado por Mehta en 1978, (Figura 3). La clasificación se efectuó tomando el número de dientes - de 15 hojas, provenientes de cada una de las plantas estudiadas.

Se tomarón en cuenta los dientes que estan bien formados.

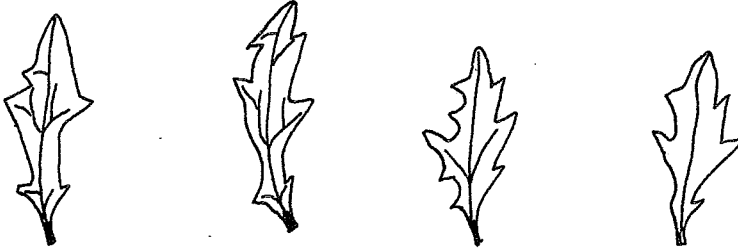
GUAYULE PURO



GUAYULE MEZCLADO



GUAYULE AMARIOLADO



MARIOLA

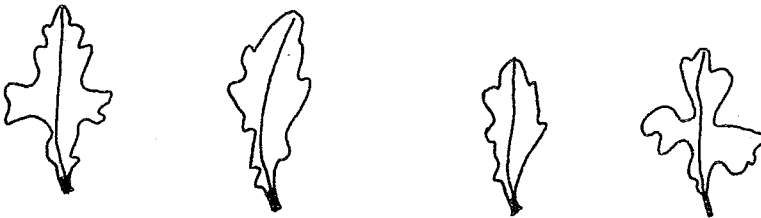


FIGURA 3. FORMA DE LAS HOJAS DE GUAYULE Y MARIOLA.

d. Descripción de la Heterogeneidad en Plántulas.

Se colectaron semillas de guayule en el área de Atenco en 1978, habiendo sido ésta, una de las localidades estudiadas anteriormente. Las semillas se limpiaron, escarificaron, separándose las llenas de las vacías, utilizando una corriente de aire controlado a través de un tubo de acrílico transparente. Las semillas finalmente limpias, se lavaron con agua durante 12 horas. Posteriormente se trataron con hipoclorito de sodio 0.5 ppm durante 4 horas de acuerdo con la técnica de Quezada (reporte semestral 1979, CIOA). Una vez tratadas, se sembraron en cajones de madera de 60 X 60 y 15 cm de profundidad, con una mezcla de suelo arcilloso con arena cribada (1:1) y se mantuvieron en condiciones de invernadero a una temperatura máxima de 25°C y una mínima de 15°C. Seis meses después se determinaron los siguientes datos:

1. Altura de las plántulas.
2. Diámetro del tallo.
3. Número de dientes en las hojas.
4. Tipo de tricomas.
5. Humedad total.
6. Contenido de hule.
7. Actividad enzimática de la peroxidasa en las hojas.

2. OPTIMIZACION DE LA TECNICA PARA DETERMINAR LA PEROXIDASA EN HOJAS DE GUAYULE.

RESULTADOS.

a. Efecto de la Concentración de Substrato.

Para conocer las condiciones de saturación de la peroxidasa (que el sustrato no sea un factor limitante), se siguió el procedimiento siguiente:

Se peso un gramo de hojas, se trituró en un mortero con 400 mg de polivinilpirrolidona (PVP), y 10 ml de amortiguador de fosfato de potasio monobásico ($\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NaOH}$) 10^{-3} mol/l, pH 5.8; se separó el bagazo del extracto por filtración en algodón, el filtrado se agitó con 400 mg de PVP durante dos minutos y se volvió a filtrar. La reacción enzimática se efectuó con 0.1 ml del extracto y 2 ml de sustrato.

Preparación del sustrato.- Se determinó el punto de saturación de dos sistemas. El primero para el guayacol utilizando 10 ml de amortiguador de fosfato de potasio monobásico -- ($\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NaOH}$) 10^{-3} mol/l, pH 5.8, se le agregó una cantidad -

constante de peróxido de hidrógeno (0.006 ml), variando el --
guayacol de 0.01 a 0.14 ml. El otro sistema correspondiente al
peróxido de hidrógeno, utilizando la misma cantidad del comuti-
gador conteniendo 0.1 ml de guayacol, variando el peróxido de
hidrógeno de 0.002 ml a 0.03 ml. Se midió en el espectrofotóme-
tro en absorción a 470 nm, efectuando las lecturas. El experi-
mento se realizó por triplicado.

Se emplearon tres métodos para encontrar la constante de
Michaelis-Menten como se observa en las Figuras 4, 5 y 6 del --
guayacol, y las Figuras 7, 8 y 9 para el peróxido de hidrógeno.
Estos métodos son el de Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk y el
de Eadie-Hofstee; se encontró que la K_m del guayacol y peróxi-
do de hidrógeno es respectivamente 2×10^{-2} y 5×10^{-4} mol/l.

[V]

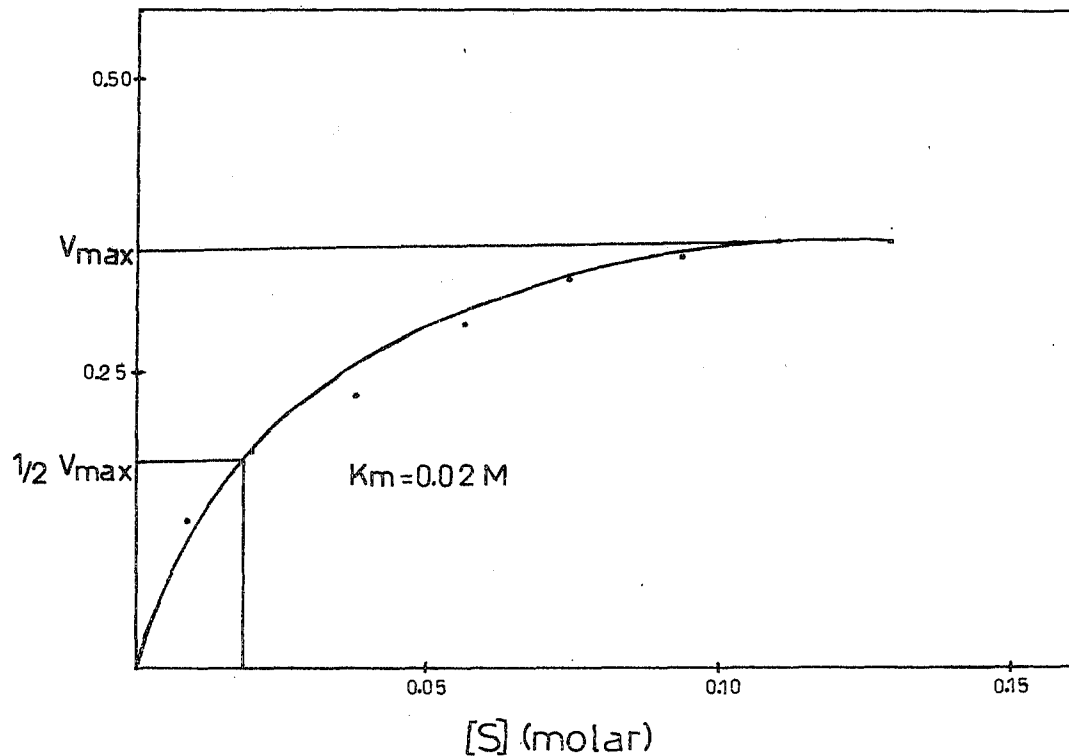


FIGURA 4. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO (GUAYACOL) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA. MICHAELIS-MENTEN.

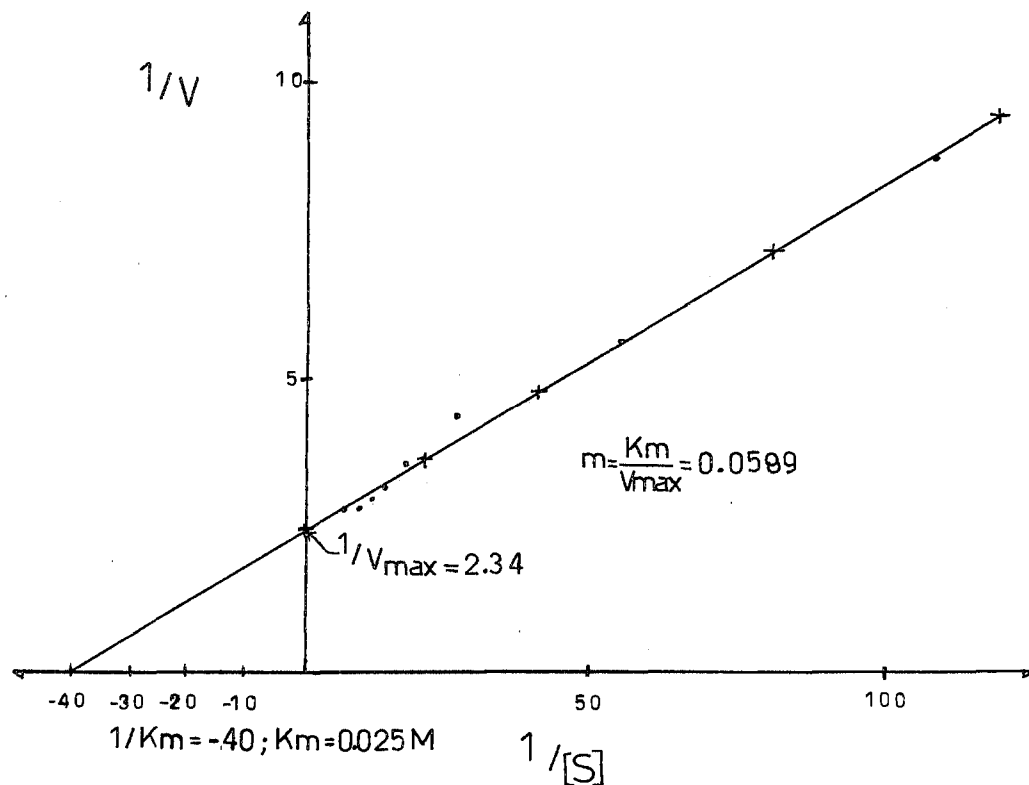


FIGURA 5. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO
 (GUAYACOL) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE
 LA PEROXIDASA. LINEWEAVER-BURK.

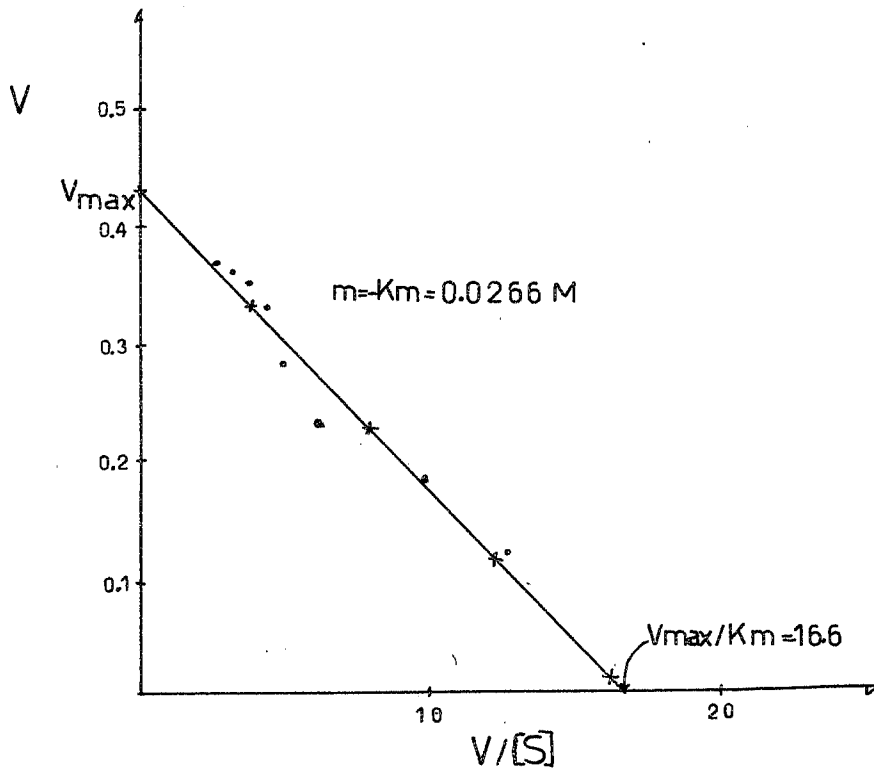


FIGURA 6. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO (GUAYACOL) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA. EADIE-HOFSTEE.

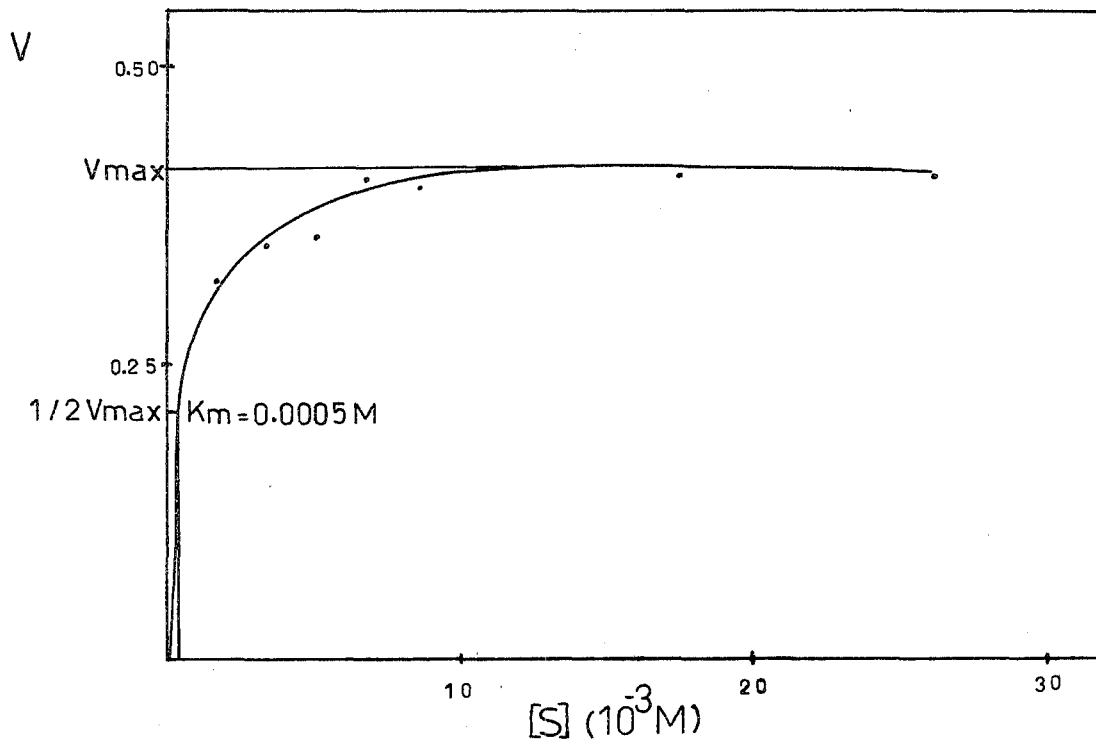


FIGURA 7. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO (PEROXIDO DE HIDROGENO) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA. MICHAELIS-MENTEN.

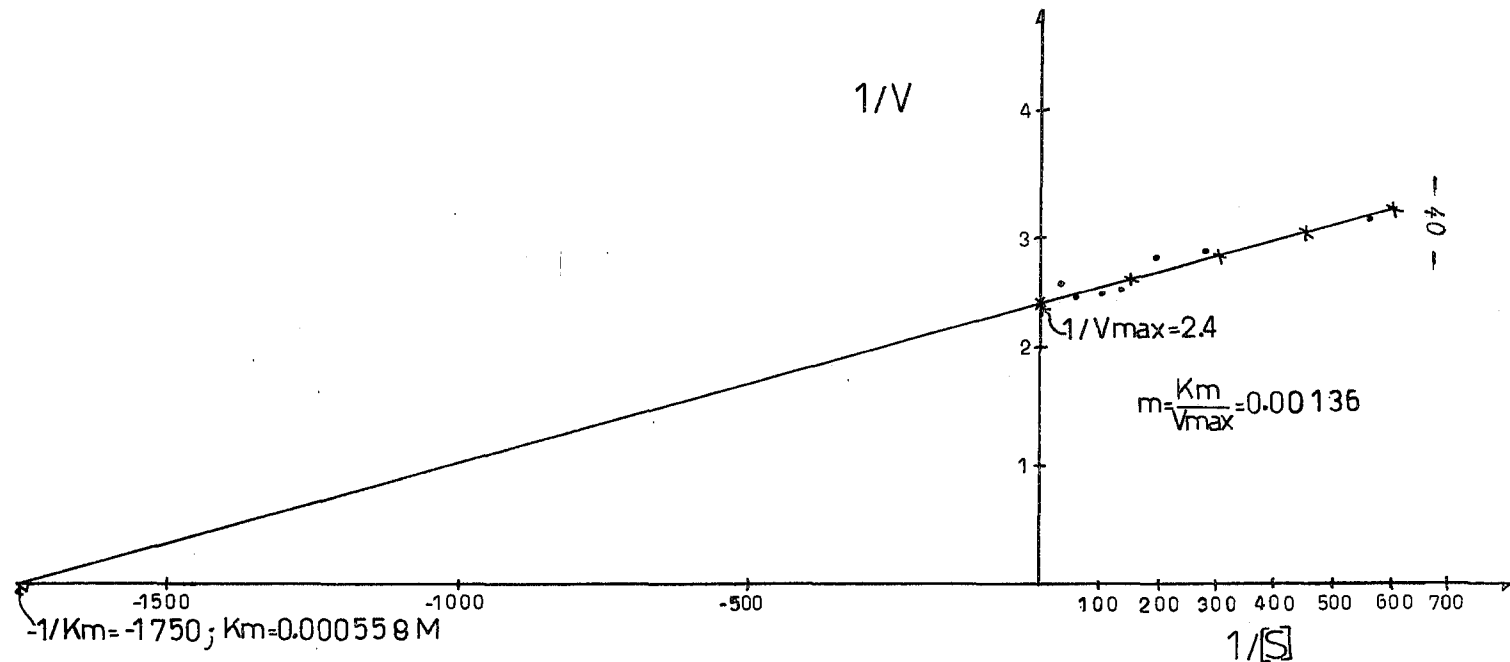


FIGURA 8. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO (PEROXIDO DE HIDROGENO) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA. LINEWEAVER-BURK.

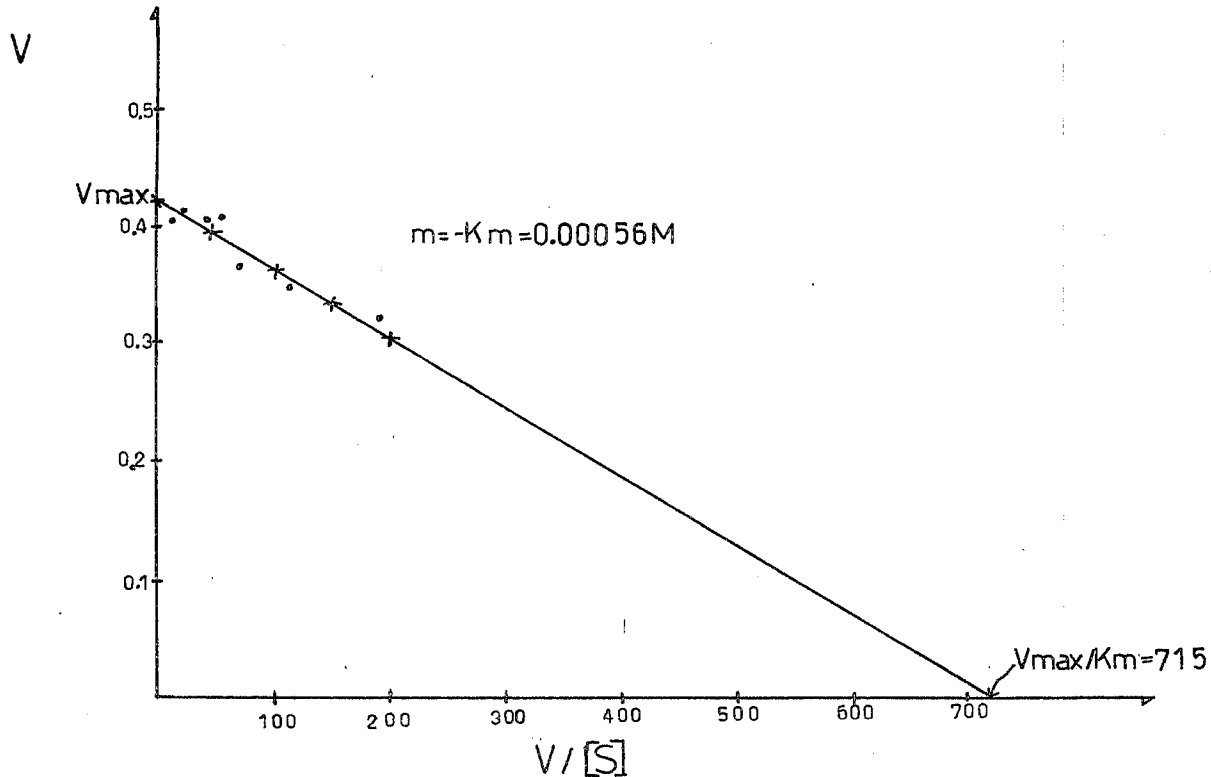


FIGURA 9. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUBSTRATO (PEROXIDO DE HIDROGENO) EN LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA. EADIE-HOFSTEE.

b. Homogenización y agitación de la muestra con polivinilpirrolidona (PVP).

Para evitar la oxidación del extracto enzimático y eliminar la acción de los compuestos fenólicos que pudieran inhibir la actividad enzimática de la peroxidasa, se usó PVP. Para lo cual se procedió de la siguiente manera:

Se maceró 0.5 g de hojas con 200 mg de PVP y 5 ml de amortiguador ($\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NaOH}$) 10^{-3} mol/l, pH 5.8, se separó el hazazo del extracto enzimático por filtración en algodón; el extracto se agitó durante dos minutos con 200 mg de PVP y se filtró, -- 0.1 ml del extracto se hizo reaccionar con 2 ml de sustrato y se midió en el espectrofotómetro a 470 nm. Se tomaron muestras del mismo extracto a intervalos de 15 minutos. Al mismo tiempo se corrió un control, la reacción se llevo a cabo a 15°C ; el experimento se realizó por triplicado.

La actividad enzimática de la peroxidasa en hojas de guayule homogenizadas y agitadas con PVP es constante al igual que el control, su diferencia como se observa en la Figura 10, es que la tratada con PVP es mayor la actividad y esto se debe a que el PVP atrapa ciertos compuestos coloridos que pueden interferir en la reacción.

Preparación del sustrato.- A 100 ml de amortiguador ----
($\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NaOH}$) 10^{-3} mol/l, pH 5.8, se le agregó 1.6 ml de guaya
col y 0.28 ml de peróxido de hidrógeno. Esto corresponde a 7 -
veces la K_m , para estar seguros de trabajar en condiciones de -
saturación, ya que el guayacol es el factor limitante porque -
un gramo de éste es soluble en 60 ml de agua.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA
 ΔD_{0470} nm/min/g de tejido

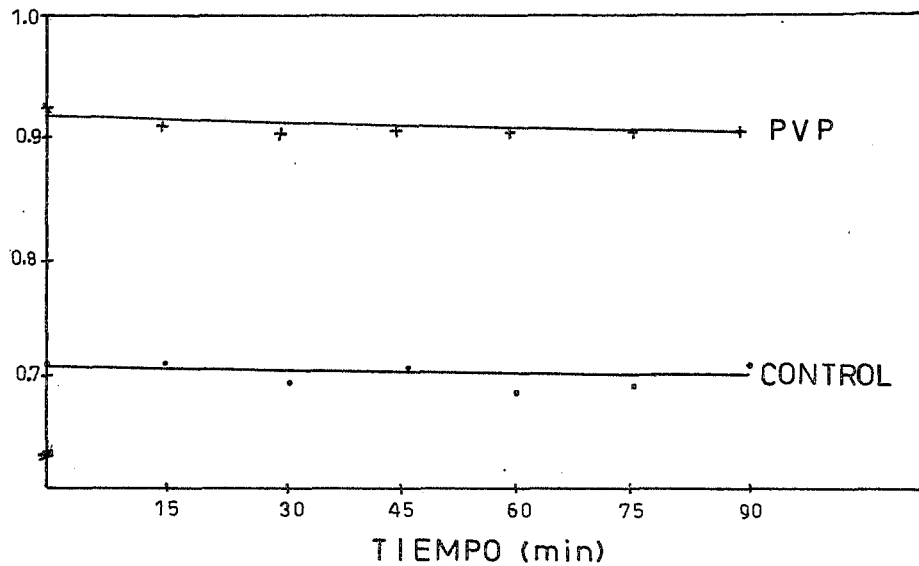


FIGURA 10 ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA EN HOJA DE GUAYULE HOMOGENIZADAS Y AGITADAS CON PVP.

c. Uso de polivinilpirrolidona (PVP).

Una vez conocido el efecto del PVP en la reacción se consideró necesario optimizar la cantidad de PVP por utilizar en cada muestra, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

Se maceró 0.5 g de hojas de guayule con diferentes cantidades de PVP, de 0 a 400 mg con 5 ml de amortiguador de fosfato de potasio monobásico ($\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NaOH}$) 10^{-3} mol/l, pH 5.8; el bagazo se desecha, se separó por filtración, el extracto se agitó durante dos minutos con la misma cantidad de PVP con la que se maceró y se volvió a filtrar. La reacción se efectuó con 0.1 ml de extracto enzimático y 2 ml de sustrato, se midió en densidad óptica a 470 nm, esto se hace por triplicado.

La actividad enzimática de la peroxidasa en hojas de guayule homogenizadas y agitadas con PVP a diferentes concentraciones se incremento a su máximo a los 200 mg de PVP, como se observa en la Figura 11.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA
 Δ DO₄₇₀ nm/min/g de tejido.

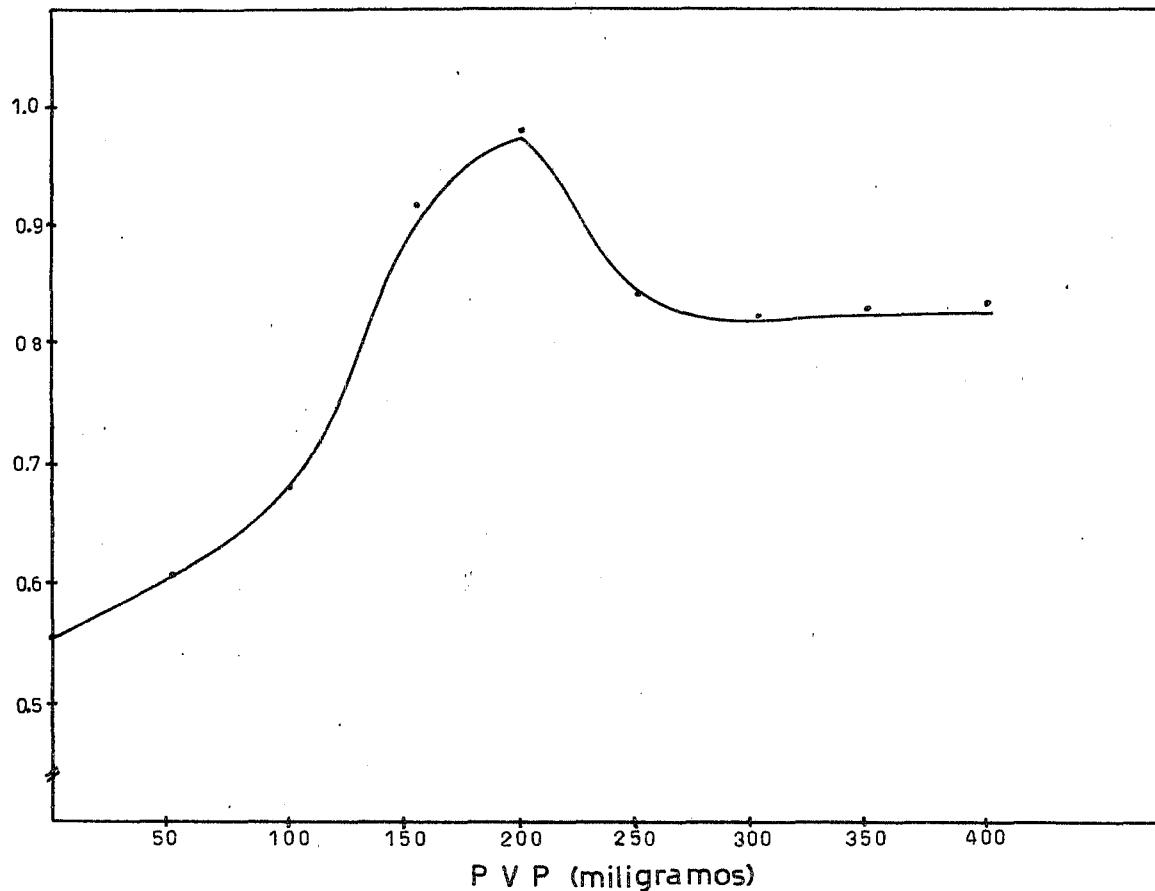


FIGURA 11. EFECTO DE LA CANTIDAD DE PVP EN EL MOMENTO DE EXTRACCIÓN DE LA ENZIMA.

d. Efecto del pH en la extracción de la peroxidasa.

Con el propósito de conocer el efecto del pH para la extracción de la enzima, se maceró 0.5 g de hojas de guayule con 200 mg de PVP y 5 ml de amortiguador 0.2 mol/l, de diferente pH; separándose el bagazo del extracto por filtración en algodón. El extracto se agitó durante dos minutos con 200 mg de PVP y se volvió a filtrar. La reacción enzimática se efectuó con 0.1 ml de extracto y 2 ml de sustrato, se midió en el espectrofotómetro a 470 nm. La determinación se realizó por triplicado.

Preparación del sustrato.- a 10 ml de amortiguador (KH_2PO_4 /NaOH) 10^{-3} mol/l, pH 5.8, se le agregó 0.16 ml de guayacol y 0.028 ml de peróxido de hidrógeno.

Amortiguadores utilizados.- de 3.5 a 5.8 ácido acético/acetato de sodio; de 6.0 a 7.0 fosfato de potasio monobásico y dibásico.

La extracción de la peroxidasa manifiesta ser mayor a pH de 5.6 como se observa en la Figura 12.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA
 $\Delta O_{470 \text{ nm}} / \text{min/g de tejido}$

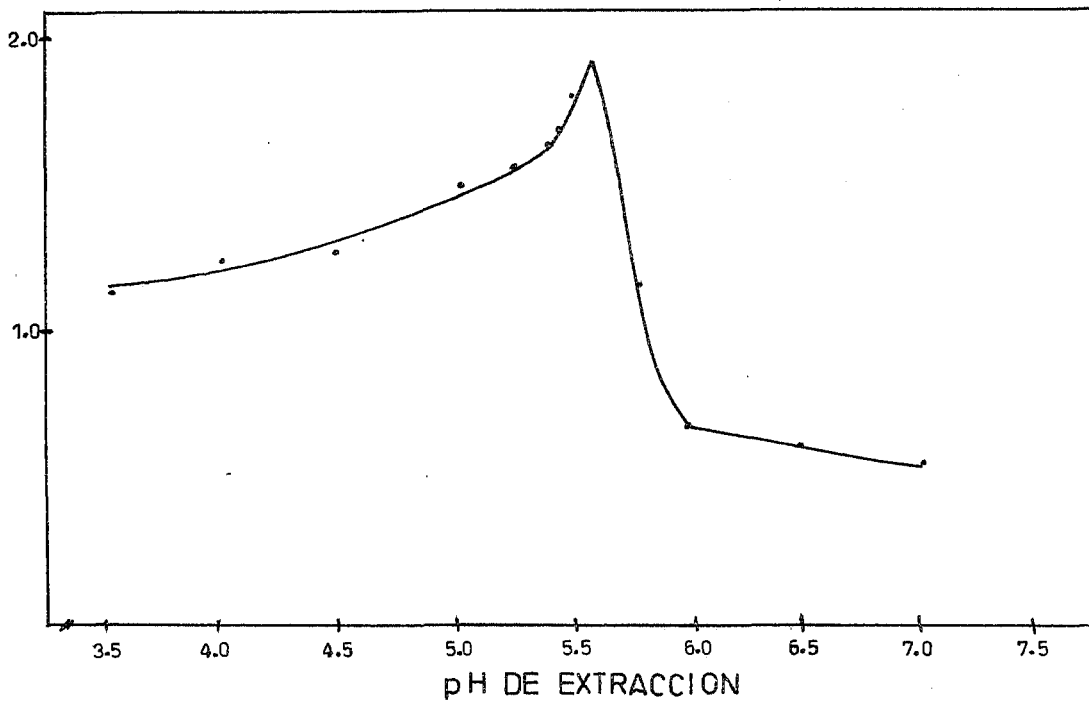


FIGURA 12. EFECTO DEL pH EN LA EXTRACCION DE LA PEROXIDASA.

e. Efecto del pH en la actividad enzimática de la peroxidasa.

Con el propósito de conocer el efecto del pH en la actividad enzimática de la peroxidasa, se maceró 0.5 g de hojas de guayule con 200 mg de PVP y 5 ml de amortiguador ácido acético/acetato de sodio 0.2 mol/l, pH 5.6; separándose el bagazo del extracto enzimático por filtración en algodón. El extracto se agitó durante dos minutos con 200 mg de PVP y se volvió a filtrar. La reacción enzimática se efectuó con 0.1 ml de extracto y 2 ml de substrato, éste último se preparó con 10 ml de amortiguadores 0.2 mol/l, a diverso pH, se le agregó 0.16 ml de guayacol y 0.028 de peróxido de hidrógeno. El experimento se realizó por triplicado.

Amortiguadores utilizados.- de 4.5 a 5.5 ácido acético/acetato de sodio; de 6.0 a 7.5 fosfato de potasio monobásico y dibásico; de 8.0 a 9.0 ácido bórico/borato de sodio.

La actividad enzimática de la peroxidasa manifiesta ser mayor a un pH de 7.0, como se puede ver en la Figura 13.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA

ΔO_{470} nm/min/g de tejido.

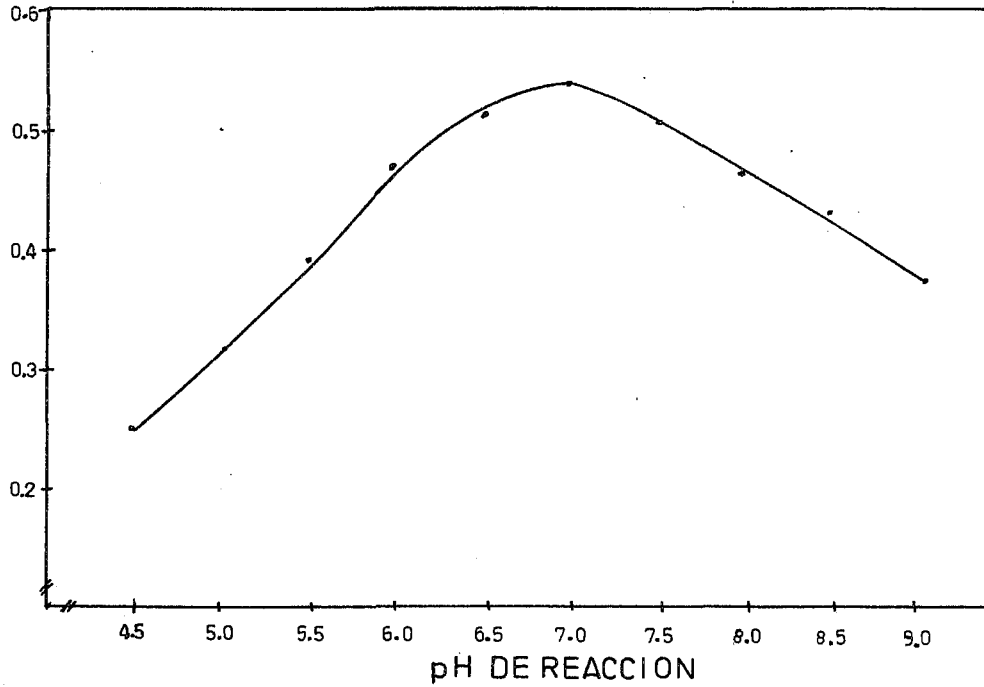


FIGURA 13. EFECTO DEL pH EN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA.

f. Efecto de la temperatura en la extracción de la peroxidasa.

La extracción de la enzima se realizó en las condiciones antes descritas, incubándose cada extracto, en un baño de agua por 30 minutos a diferentes temperaturas desde 5 hasta 35°C. La reacción enzimática se llevo a cabo en condiciones constantes de temperatura (10°C) y pH (7.0).

Como se puede observar en la Figura 14, la actividad enzimática de la peroxidasa es menor al extraerla a temperaturas bajas de 5 a 10°C y es mayor cuando la extracción se hace de 15 a 35°C permaneciendo constante en este intervalo.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA
 ΔD_{0470} nm/min/g de tejido.

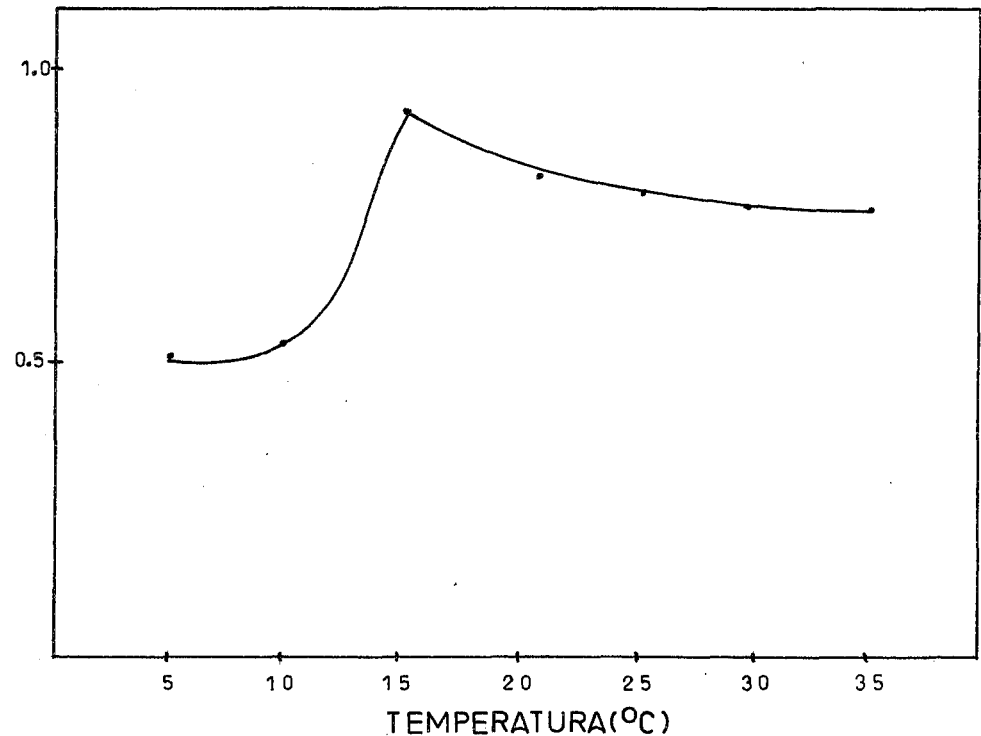


FIGURA 14. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EXTRACCION DE LA PEROXIDASA.

g. Efecto de la temperatura en la actividad enzimática de la peroxidasa.

La extracción de la enzima se realizó en las condiciones antes descritas, incubándose por 30 minutos a una temperatura constante de 10°C y pH 5.6. La actividad de la enzima se determinó a diferentes temperaturas desde 5 hasta 35°C .

Como se puede ver en la Figura 15, la actividad enzimática de la peroxidasa casi permanece constante entre 15 y 35°C . Lo cual indica que esta enzima es muy estable.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA
 ΔD_{0470} nm/min/g de tejido.

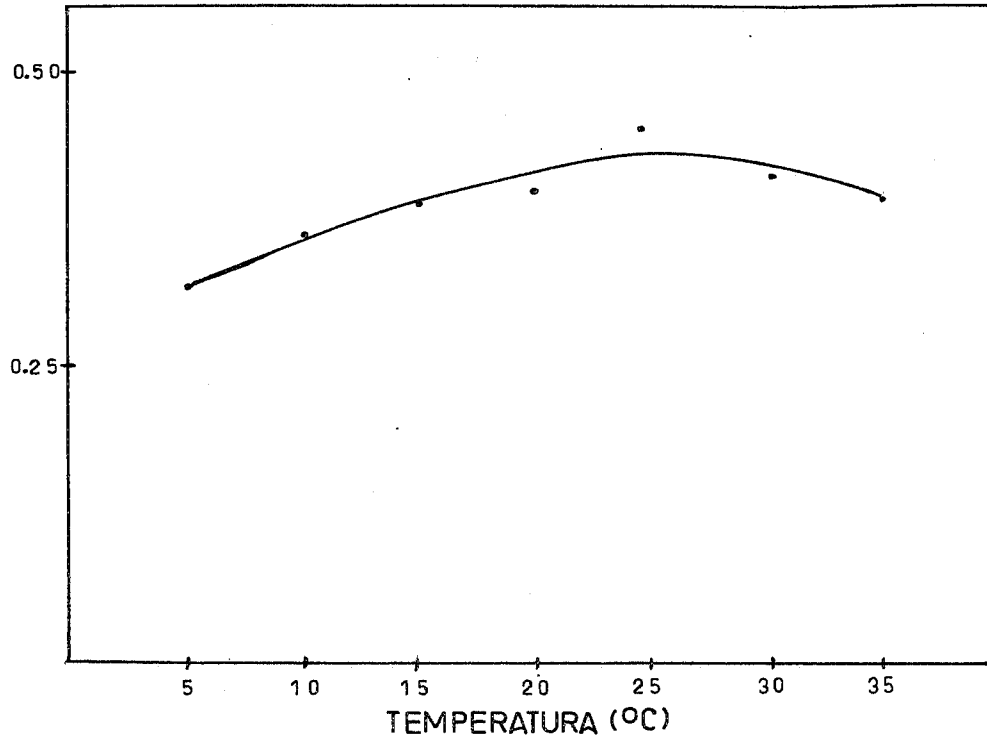


FIGURA 15. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA.

V. RESULTADOS.

A. ESTUDIO DE CAMPO.

1. Relación entre el contenido de hule y factores ecológicos estudiados.

Las poblaciones naturales donde se encuentra el guayule - están ubicadas a una altitud de 1260 a 2080 MSNM, con exposición al norte (una localidad), al noreste (2 localidades), al noroeste (3 localidades), al suroeste (2 localidades) y al sureste (4 localidades), en la exposición noroeste están las poblaciones con mayor contenido de hule, que son Atenco 1,2 y San Felipe; la pendiente varía de 7 a 79% y la profundidad en el suelo de 5.98 a 16.66 cm, no se encontró correlación alguna entre el contenido de hule y los factores ecológicos de altitud, pendiente y profundidad del suelo (Cuadro 1).

Otros factores importantes son el pH del suelo, contenido de sales e identificación de estas, textura del suelo, y la correlación que existe con el contenido de hule. Estos datos se encuentran en un reporte interno del CIDA, realizado por Native Plants en 1979.

FACTORES ECOLOGICOS ESTUDIADOS					
LOCALIDADES	ALTITUD (MSNM)	EXPOSICION	PENDIENTE (%)	PROFUNDIDAD EN EL SUELO (cm)	HULE PROMEDIO (%)
ATENCO 1	1690	NO	11	14.92	21.13
ATENCO 2	1675	NO	21	10.40	15.70
SAN FELIPE	1490	NO	7	9.70	10.70
POTRERO DE SAN PEDRO	2025	SE	14	13.54	16.92
SIERRA DE PAILA	1270	SO	15	5.90	15.31
PUERTO MEXICO 2	1892	SE	16	7.14	15.14
PUERTO MEXICO 1	1864	SE	27	9.72	12.65
ROCAMONTES 2	NO	SE	TIENEN DATOS		14.40
ROCAMONTES 1	NO	SE	TIENEN DATOS		13.29
RANCHO DE LA CURVA	1840	N	11	12.54	12.70
JAGUEY DE FERNIZA 2	1915	NE	16	16.66	11.60
JAGUEY DE FERNIZA 1	2000	SO	79	9.62	9.77
EL COLORADO	NO	SE	TIENEN DATOS		11.05
NORIA DE GUADALUPE	1830	NE	13	10.04	7.36
REFUGIO DE LAS CAJAS	1952	SE	11	10.34	6.38

CUADRO 1 RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE HULE Y FACTORES ECOLOGICOS DE LAS POBLACIONES NATURALES DE GUAYULE (499 PLANTAS).

2. *Variación en el contenido de hule con relación a la --
distribución geográfica.*

En las poblaciones naturales que se estudiaron, se encontró una gran heterogeneidad en el contenido de hule, esto se observa en el Cuadro 2, este cuadro está ordenado de mayor a menor contenido promedio de hule. El mayor porcentaje de plantas con alto contenido de hule se encontró en San Felipe en -- donde el 30% de los arbustos presentaron de 25 a 30 % de hule. En Atenco 1 el 60% de las plantas tienen de 15 a 25% de hule; otras tres localidades tienen la mayoría de las plantas de 15 a 20% de hule, siendo éstas, Puerto México 2, Rocamontes 2 y Potrero de San Pedro. En dos localidades el máximo de plantas presentan de 10 a 20% de hule, estas son Atenco 2 y El Colonado; otras dos localidades tienen la mayoría de las plantas de 10 a 15% de hule siendo éstas, Sierra de Paula y Puerto México 1; en Nonia de Guadalupe, Rancho de la Curva, Rocamontes 1 y Jagüey de Ferriza 1, la mayoría de las plantas se encuentran en el intervalo de 5 a 10%; en dos localidades el mayor número de plantas lo tienen de 1 a 5 %, estas son Refugio de las Cajas y Jagüey de Ferriza 2.

No. DE PLANTAS EN %
 CUYO CONTENIDO DE HULE
 SE ENCUENTRA EN
 LOS SIGUIENTES INTERVALOS

LOCALIDADES	1 - 5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	media	des. est.
ATENCO 1		3.8	3.8	34.6	34.6	23.2	21.13	5.26
ATENCO 2		15.3	33.3	34.7	12.5	4.2	15.78	5.43
SAN FELIPE		21.8	17.5	13.1	17.5	30.1	18.7	7.85
POTRERO DE SAN PEDRO		4.5	29.9	41.8	17.9	5.9	16.82	5.84
SIERRA DE PAILA		17.9	41.1	17.9	12.8	10.3	15.31	5.99
PUERTO MEXICO 2	3.4	27.6	13.8	33.3	20.7	3.2	15.14	6.02
PUERTO MEXICO 1	3.6	32.1	35.8	21.4	7.1		12.65	4.72
ROCAMONTES 2	12.9	3.2	3.9	22.6	12.9	9.5	14.48	6.46
ROCAMONTES 1	3.6	42.9	17.8	10.7	21.4	3.6	13.29	6.66
RANCHO DE LA CURVA	4.2	50.0	25.0		4.2	16.6	12.7	7.95
JAGUEY DE FERNIZA 2	29.6	14.8	18.6	22.2	14.8		11.6	7.35
JAGUEY DE FERNIZA 1	30.8	34.6	26.9	7.7			8.77	4.5
EL COLORADO	7.1	42.9	25.0	25.0			11.05	4.59
NORIA DE GUADALUPE	10.7	78.6	10.7				7.36	3.61
REFUGIO DE LAS CAJAS	50.0	38.5	11.5				6.38	3.18

CUADRO 2. VARIACION EN EL CONTENIDO DE HULE CON
 RELACION A LA DISTRIBUCION GEOGRAFICA.

3. Relación entre el contenido de hule y factores morfológicos de las plantas.

Las características morfológicas de las localidades estudiadas de acuerdo a la forma de las hojas (tricomas y número de dientes) muestran la heterogeneidad que existe entre poblaciones, (Cuadro 3). Puerto México 1 y 2, Rocamontes 1 y 2, El Colorado, Sierra de Paila y San Felipe son 7 localidades que tienen la mayoría de las plantas con tricomas del tipo II y dos dientes; dos localidades que son Atenco 1 y 2 tienen el mayor número de plantas con tricomas tipo II y número de dientes 4; en Refugio de las Cajas y Potrero de San Pedro se observa la mayoría de las plantas que tienen tricomas del tipo III y 2 dientes; otras localidades que son Rancho de la Curva y Jagüey de Ferriza 1 la mayoría de las plantas tiene tricomas del tipo II y cero dientes; Jagüey de Ferriza 2 tiene la mayoría de las plantas con tricomas del tipo II y III con cero y dos dientes respectivamente. Noria de Guadalupe tiene tricomas del grupo III con dos y cuatro dientes.

El contenido de hule de las plantas estudiadas tiene una gran variación.

- 60 -
CUADRO No. 3

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS HOJAS DE GUAYULE CON
RELACION AL CONTENIDO DE HULE DE LOS ARBUSTOS Y NUMERO DE
PLANTAS EXISTENTES EN CADA LOCALIDAD (No. EN PARENTESIS), AMBOS
EXPRESADOS EN PORCIENTO.

LOCALIDAD	TRICOMAS	NUMERO DE DIENTES					
		0	1	2	3	4	6
ATENCO 1	I	—	—	23.57 (4.0)	24.7 (8.0)	20.61 (12.0)	—
	II	—	—	19.56 (12.0)	26.12 (12.0)	18.68 (28.0)	—
	III	—	—	22.58 (8.0)	—	17.8 (16.0)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 25)

EL COLORADO	I	—	—	19.14 (7.1)	17.63 (3.6)	10.08 (10.7)	—
	II	13.6 (7.1)	—	12.13 (21.4)	—	9.84 (17.9)	—
	III	9.2 (10.7)	—	10.94 (17.9)	—	10.9 (3.6)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28)

JAGUEY DE FERNIZA 2	I	—	—	14.04 (7.7)	—	—	—
	II	13.07 (19.2)	5.23 (11.5)	14.81 (7.7)	25.13 (3.9)	11.03 (3.9)	—
	III	14.74 (11.5)	—	14.03 (19.2)	8.83 (7.7)	10.84 (7.7)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 26)

JAGUEY DE FERNIZA 1	I	9.67 (10.7)	—	—	—	—	—
	II	10.24 (67.8)	9.54 (3.6)	7.72 (10.7)	—	—	—
	III	9.48 (3.6)	—	8.8 (3.6)	—	—	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28).

NORIA DE GUADALUPE	I	—	—	—	—	7.57 (3.6)	—
	II	8.95 (3.6)	—	7.11 (21.3)	—	7.89 (10.7)	—
	III	—	—	7.99 (26.6)	5.91 (3.6)	6.73 (28.6)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28).

PUERTO MEXICO 1	I	—	16.99 (3.8)	15.3 (15.5)	—	—	—
	II	13.16 (19.3)	—	11.33 (50.0)	—	13.99 (3.8)	—
	III	—	—	9.8 (3.8)	—	16.6 (3.8)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 26).

PUERTO MEXICO 2	I	25.63 (3.7)	18.68 (3.7)	14.09 (14.80)	—	—	—
	II	13.9 (11.1)	20.21 (3.7)	13.92 (44.5)	—	—	—
	III	—	—	28.64 (18.5)	—	—	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 27).

RANCHO DE LA CURVA	I	9.3 (5.3)	—	—	—	—	—
	II	10.98 (63.1)	14.98 (5.3)	10.36 (10.5)	—	—	—
	III	28.35 (10.5)	—	14.88 (5.3)	—	—	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 24).

REFUGIO DE LAS CAJAS	I	12.38 (4.2)	—	—	—	7.68 (4.2)	—
	II	9.45 (4.2)	2.38 (4.2)	14.56 (8.3)	—	—	—
	III	4.19 (8.3)	6.4 (8.3)	7.9 (37.5)	3.82 (12.4)	9.76 (4.2)	7.78 (4.2)

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 24).

ROCAMONTES 2	I	—	—	—	15.98 (3.6)	—	—
	II	25.56 (3.6)	10.4 (3.6)	17.6 (21.4)	—	14.85 (14.3)	—
	III	14.75 (17.8)	—	11.57 (4.3)	9.61 (3.6)	16.66 (17.8)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 31)

ROCAMONTES 1	I	—	—	13.5 (7.1)	8.62 (3.6)	—	—
	II	15.41 (25.0)	—	11.79 (32.1)	—	—	—
	III	21.11 (3.6)	23.15 (3.6)	12.78 (17.8)	4.87 (3.6)	18.56 (3.6)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28).

SAN FELIPE	I	—	—	18.32 (8.7)	9.69 (4.3)	16.27 (8.7)	—
	II	—	—	19.08 (34.9)	—	22.36 (30.4)	—
	III	—	—	17.44 (4.3)	—	11.93 (8.7)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 23).

ATENCO 2	I	—	—	16.6 (5.6)	9.97 (6.9)	17.8 (16.0)	—
	II	—	—	13.85 (22.2)	15.71 (19.4)	16.58 (2.8)	—
	III	—	—	16.0 (4.2)	—	16.26 (29.2)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 72).

POTRERO DE SAN PEDRO	I	—	—	10.23 (1.5)	17.63 (1.5)	—	—
	II	17.11 (1.5)	—	16.66 (14.9)	15.91 (4.5)	20.87 (4.5)	18.26 (1.5)
	III	16.02 (1.5)	15.69 (3.0)	16.35 (32.8)	18.84 (17.9)	22.87 (10.4)	15.68 (4.5)

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 67).

SIERRA DE PAILA	I	—	—	13.59 (15.3)	25.73 (2.6)	—	—
	II	—	—	17.18 (20.5)	14.74 (41.0)	12.65 (7.7)	—
	III	—	—	29.18 (2.6)	11.97 (7.7)	13.63 (2.6)	—

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 39)

Las plantas se clasificaron de acuerdo al tipo de tricomas, a determinados intervalos de contenido de hule y el número de arbustos que se encuentran en cada intervalo, obteniéndose lo siguiente:

CUADRO 4 CLASIFICACION SIGUIENDO LA REALIZADA POR MEHTA.

NUMERO DE PLANTAS (%)					
CONTENIDO DE HULE (%)		2-9	5-16	13-19	>19
TRICOMAS	I	10.8	41.2	23.7	16.3
	II	16.5	43.6	23.1	16.8
	III	21.6	39.2	23.0	16.2

CUADRO 5 CLASIFICACION PROPUESTA.

NUMERO DE PLANTAS (%)					
CONTENIDO DE HULE (%)		<10	10-20	20-30	TOTAL
TRICOMAS	I	3.9	14.4	9.7	28.0
	II	8.5	27.0	8.1	43.6
	III	4.3	17.8	6.3	28.4
	TOTAL	16.7	59.2	24.1	100.0

La diferencia entre la clasificación de Mehta y la Propuesta en este trabajo es que nuestro caso se analizó un mayor número de muestras, siendo estas 493 y que hay un traslape en los grupos del contenido de hule en la clasificación de Mehta. La clasificación propuesta, muestra que el mayor número de plantas se encontró en el grupo II de los tricomas y la gran variación que hay en el contenido de hule de las plantas estudiadas, en los tres grupos de tricomas; por lo cual se deduce que no hay relación entre los tricomas y el contenido de hule.

Las características de altura y área foliar de las plantas de guayule por localidad se agruparon de acuerdo a la forma de los tricomas y se compararon con el contenido de hule (Cuadro 6). Se observó que el área de copa promedio, la altura de las plantas y el contenido de hule promedio en los tres grupos de tricomas no presentan diferencia significativa, con excepción de Jajtoy de Ferniza 2 y Puerto México 2. En contenido de hule hay diferencia en los tres grupos de tricomas en 5 localidades que son: San Felipe, Rancho de la Curva, Potrero de San Pedro, Puerto México 1 y 2.

En cambio agrupando las plantas en intervalos de altura (Cuadro 7) y contenido de hule, se observa que las plantas que miden menos de 40 cm contienen de 16.66 a 19.07% de hule, con tricomas del grupo I, tienen un área de copa de 63 a 910 cm².

LOCALIDADES	CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS								
	AREA DE COPA PROMEDIO (m ²)			ALTURA PROMEDIO (cm)			HULE PROMEDIO (%)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
ATENCO 1	0.07	0.13	0.10	31.8	32.8	34.3	22.5	20.6	19.4
ATENCO 2	0.16	0.11	0.17	37.0	36.6	36.7	13.6	15.4	15.7
EL COLORADO	NO HAY DATOS						11.2	11.5	10.4
JAGUEY DE FERNIZA 1	0.16	0.15	0.17	39.7	55.5	41.0	9.67	9.88	8.14
JAGUEY DE FERNIZA 2	0.80	0.14	0.07	59.0	36.8	23.4	14.0	12.5	12.3
NORIA DE GUADALUPE	0.25	0.22	0.20	50.0	44.6	45.8	7.6	7.5	7.2
POTRERO DE SAN PEDRO	0.23	0.19	0.15	40.0	48.5	36.1	13.9	17.4	16.7
PUERTO MEXICO 1	0.04	0.06	0.03	24.6	34.4	38.5	15.4	11.8	12.9
PUERTO MEXICO 2	0.03	0.10	0.13	20.3	20.2	25.0	16.8	13.7	18.7
RANCHO DE LA CURVA	0.08	0.16	0.12	34.0	34.1	28.7	7.4	11.8	19.4
REFUGIO DE LAS CAJAS	0.02	0.03	0.18	15.5	22.4	16.8	10.0	8.7	6.6
ROCAMONTES 1	NO HAY DATOS						11.9	12.9	14.6
ROCAMONTES 2	NO HAY DATOS						16.0	16.8	14.3
SAN FELIPE	0.13	0.12	0.12	39.0	35.8	37.0	15.8	20.6	13.8
SIERRA DE PAILA	0.32	0.24	0.24	68.7	59.1	63.0	15.3	15.2	15.7

CUADRO 6. RELACION ENTRE LOS FACTORES MORFOLOGICOS Y EL CONTENIDO DE HULE POR LOCALIDAD.

En el grupo II de tricomas, las plantas tienen 15.26% de hule midiendo de 20 a 30 cm, con un área de copa de 483 cm² y para el grupo III el mayor contenido de hule es de 14.79 a 14.83% - midiendo de 20 a 40 cm de altura, con un área de copa de 373 cm² a 941 cm². Los tres grupos de tricomas, se encuentran en una proporción de 10.4, 10.9 y 13.0% de plantas respectivamente para los grupos I, II y III.

Los resultados obtenidos anteriormente plantearon la necesidad de poder localizar los arbustos con alto contenido de hule por medio de sus características morfológicas (altura, tricomas, número de dientes y área foliar) y esto, se logró por medio de una guía (Cuadro 8). La forma de emplear esta guía se muestra por medio de un ejemplo:

En la localidad de Refugio de las Cajas se encontró que los arbustos con mayor contenido de hule (14.56%) tienen las siguientes características:

- a. Menores de 40 cm. Se tiene el 100% de la población.
- b. Tipo de hoja con dos dientes; se tiene el 40.8% de la población total.
- c. De los arbustos con las características anteriores a y b, se buscan aquellos que tienen mayor área de copa, ya

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS PLANTAS DE GUAYULE									
ALTURA (cm)	AREA DE LA COPA PROMEDIO (m ²)			HULE PROMEDIO (%)			No. DE PLANTAS (%)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10 - 20	0.0063	0.0098	0.0120	18.61	12.74	8.50	2.6	7.0	8.3
20 - 30	0.0380	0.0483	0.0373	19.07	15.27	14.83	3.0	10.9	5.2
30 - 40	0.0910	0.1131	0.0941	16.66	13.94	14.79	4.8	18.8	7.8
40 - 50	0.0860	0.1672	0.1311	14.22	10.92	8.61	0.4	14.8	5.2
50 - 60	0.1933	0.2098	0.3091	10.15	12.82	7.7	2.2	3.0	3.0
60 - 70	0.7563	0.2956	0.4061	11.16	11.22	10.9	0.4	2.2	0.4

CUADRO 7 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS PLANTAS DE GUAYULE AGRUPADAS EN INTERVALOS DE ALTURA.

que los de mayor contenido de hule presentan un promedio de 0.054 m^2 .

- d. Los arbustos con las características a, b, c, serán de los que se recolecte semilla y una muestra de corteza para analizar el contenido de hule en el laboratorio. Se recolectan igualmente muestras de hoja para verificar los tricomas.

CUADRO 8 GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE PLANTAS DE GUAYULE ALTAMENTE PRODUCTORAS DE HULE, PARA CADA UNA DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS EN BASE A LA CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS ARBUSTOS.

LOCALIDAD	ALTURA DE LA PLANTA	TRICOMAS	No. DE DIENTES EN LAS HOJAS						TOTAL DE PLANTAS(%)
			0	1	2	3	4	6	
ATENCO 1	>40 cm	II	—	—	a) 20.3 b) 0.22 c) 8.0	—	a) 21.96 b) 0.16 c) 4.0	—	12.0
	* <40 cm	I	—	—	a) 23.57 b) 0.05 c) 4.0	a) 24.7 b) 0.08 c) 8.0	a) 20.61 b) 0.08 c) 12.0	—	24.0
		II	—	—	a) 18.12 b) 0.05 c) 4.0	a) 26.12 b) 0.08 c) 12.0	a) 21.79 b) 0.08 c) 24.0	—	40.0
		III	—	—	a) 22.58 b) 0.09 c) 8.0	—	a) 17.81 b) 0.18 c) 16.0	—	24.0
(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 25).									
JAGUEY DE FERNIZA 2	>40 cm	I	—	—	a) 14.04 b) 0.8 c) 7.7	—	—	—	7.7
		II	a) 10.45 b) 0.21 c) 11.6	a) 12.27 b) 0.16 c) 3.8	a) 16.28 b) 0.09 c) 3.8	—	—	—	19.2
		III	—	—	a) 5.23 b) 0.53 c) 3.8	—	—	—	3.8

70

<40 cm	II	a) 17.01 b) 0.09 c) 7.7	a) 6.71 b) 0.14 c) 7.7	a) 13.34 b) 0.01 c) 3.8	a) 25.13 b) 0.30 c) 3.8	a) 11.03 b) 0.03 c) 3.8	—	2 6.8
	III	a) 14.74 b) 0.01 c) 11.6	—	a) 16.23 b) 0.02 c) 5.5	a) 8.83 b) 0.04 c) 7.7	a) 10.84 b) 0.3 c) 7.7	—	4 2.5

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 26).

JAGUEY DE FERNIZA 1	>40 cm	I	a) 2.63 b) 0.18 c) 3.6	—	—	—	—	—	3.6	1 77
		II	a) 11.33 b) 0.2 c) 32.1	a) 9.54 b) 0.1 c) 3.6	a) 7.72 b) 0.16 c) 10.7	—	—	—	46.4	
		III	—	—	a) 8.8 b) 0.24 c) 3.6	—	—	—	3.6	
<40 cm	I	a) 13.19 b) 0.21 c) 7.1	—	—	—	—	—	—	7.1	
		II	a) 9.27 b) 0.11 c) 35.7	—	—	—	—	—	3 5.7	
		III	a) 9.48 b) 0.09 c) 3.6	—	—	—	—	—	3.6	

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28).

NORIA DE GUADALUPE	>40 cm	I	—	—	—	—	a) 7.58 b) 0.25 c) 3.6	—	3.6
		II	a) 8.95 b) 0.35 c) 3.6	—	a) 7.11 b) 0.20 c) 21.3	—	a) 7.89 b) 0.21 c) 10.7	—	35.6
		III	—	—	a) 8.55 b) 0.23 c) 25.0	a) 5.91 b) 0.08 c) 3.6	a) 6.48 b) 0.2 c) 25.0	—	53.6
	<40 cm	III	—	—	a) 4.15 b) 0.12 c) 3.6	—	a) 7.86 b) 0.07 c) 3.6	—	7.2

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 28).

PUERTO MEXICO 1	>40 cm	I	—	—	a) 16.57 b) 0.06 c) 3.8	—	—	—	3.8
		II	a) 15.59 b) 0.03 c) 7.8	—	a) 10.2 b) 0.12 c) 19.2	—	—	—	27.0
		III	—	—	—	—	a) 16.66 b) 0.04 c) 3.8	—	3.8
	<40 cm	I	—	a) 16.59 b) 0.01 c) 3.8	a) 14.88 b) 0.02 c) 11.6	—	—	—	15.4
		II	a) 11.55 b) 0.14 c) 11.6	—	a) 12.05 b) 0.04 c) 30.8	—	a) 13.39 b) 0.03 c) 3.8	—	46.2
		III	—	—	a) 9.08 b) 0.03 c) 3.8	—	—	—	3.8

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 24).

PUERTO MEXICO 2

<40 cm

I

a)25.65
b) 0.01
c) 3.7

a)18.68
b) 0.003
c) 3.7

a)14.09
b) 0.05
c)14.8

— — —

22.2

II

a)13.9
b) 0.01
c)11.1

a)20.21
b) 0.08
c) 3.7

a)13.92
b) 0.03
c)44.5

— — —

59.3

III

—

—

a)18.71
b) 0.03
c)18.5

— — —

18.5

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 27).

73

RANCHO DE LA CURVA

>40 cm

II

a)19.3
b) 0.25
c) 8.3

— — —

— — —

8.3

<40 cm

I

a) 7.35
b) 0.04
c) 8.3

— — —

— — —

8.3

II

a)10.6
b) 0.13
c)5.00

a)14.98
b) 0.07
c) 4.3

a)10.6
b) 0.12
c)12.5

— — —

66.8

III

a)28.35
b) 0.17
c) 8.3

—

a)10.5
b) 0.01
c) 8.3

— — —

16.6

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 24).

REFUGIO DE LAS CAJAS	>40 cm	I	a) 12.38				a) 7.68		8.4
			b) 0.01	—	—	—	b) 0.04	—	
			c) 4.2				c) 4.2		
		II	a) 9.45	a) 2.38	a) 14.56				16.7
			b) 0.002	b) 0.02	b) 0.05	—	—	—	
			c) 4.2	c) 4.2	c) 4.2				
		III	a) 4.19	a) 6.4	a) 7.9	a) 3.82	a) 9.76	a) 7.78	74.9
			b) 0.01	b) 0.1	b) 0.02	b) 0.02	b) 0.04	b) 0.01	
			c) 8.3	c) 8.3	c) 32.5	c) 12.4	c) 4.2	c) 4.2	

(N_o. DE PLANTAS OBSERVADAS 24).

SAN FELIPE	>40 cm	I					a) 14.22		4.3
							b) 0.09	—	
							c) 4.3		
		II			a) 17.13				17.5
					b) 0.23	—	—	—	
					c) 17.5				
		III			a) 17.44				4.3
					b) 0.26	—	—	—	
					c) 4.3				

<40 cm	I	—	—	a)18.32 b) 0.13 c) 8.7	a) 9.69 b) 0.32 c) 4.3	a)18.31 b) 0.13 c) 4.3	—	17.3
	II	—	—	a)21.03 b) 0.13 c)17.5	—	a)22.36 b) 0.04 c)30.4	—	47.9
	III	—	—	—	—	a)11.93 b) 0.05 c) 8.7	—	8.7

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 23).

SIERRA DE PAILA	>40 cm	I	—	—	a)13.59 b) 0.33 c)15.4	a)25.73 b) 0.29 c) 2.6	—	—	18.0	
		II	—	—	a)15.98 b) 0.15 c) 2.6	a)15.53 b) 0.25 c)59.8	a)12.64 b) 0.21 c) 7.7	—	—	70.1
		III	—	—	a)16.28 b) 0.22 c)10.3	a)13.63 b) 0.30 c) 2.6	—	—	12.9	

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 39).

POTRERO DE SAN PEDRO	>40 cm	I	—	—	—	a)17.63 b) 0.39 c) 1.5	—	—	1.5
		II	a)17.11 b) 0.17 c) 1.5	—	a)19.75 b) 0.25 c) 6.0	a)15.78 b) 0.16 c) 3.0	a)20.9 b) 0.27 c)4.5	—	15.0
		III	—	a)20.26 b) 0.12 c) 1.5	a)15.88 b) 0.15 c)10.4	a)20.11 b) 0.25 c) 7.5	a)17.42 b) 0.25 c) 6.0	a)15.41 b) 0.13 c) 3.0	28.4
	<40 cm	I	—	—	a)10.23 b) 0.09 c) 1.5	—	—	—	1.5
		II	—	—	a)14.6 b) 0.13 c) 9.0	a)16.17 b) 0.13 c) 1.5	—	a)18.26 b) 0.19 c) 1.5	12.0
		III	a)16.02 b) 0.21 c) 1.5	a)11.12 b) 0.08 c) 1.5	a)16.57 b) 0.13 c)22.3	a)17.94 b) 0.09 c)10.3	a)12.4 b) 0.1 c) 4.5	a)16.23 b) 0.09 c) 1.5	41.6

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 67).

ATENCO 2

>40 cm

I	—	—	a)14.94 b) 0.22 c) 4.2	a)11.9 b) 0.4 c) 1.4	—	—	5.6
II	—	—	a)13.07 b) 0.22 c) 6.9	a)16.65 b) 0.14 c) 8.3	a)12.29 b) 0.12 c) 4.2	—	19.4
III	—	—	a)20.49 b) 0.07 c) 1.4	—	a)17.51 b) 0.07 c) 4.2	—	5.6
<40 cm							
I	—	—	a)21.56 b) 0.07 c) 1.4	a) 9.48 b)0.07 c) 5.5	a)16.57 b) 0.14 c) 2.8	—	9.7
II	—	—	a)14.2 b) 0.1 c)15.3	a)14.8 b) 0.14 c) 9.7	a)16.89 b) 0.07 c)26.4	—	51.4
III	—	—	a)13.76 b) 0.04 c) 2.8	—	a)14.1 b) 0.21 c) 5.5	—	8.3

(No. DE PLANTAS OBSERVADAS 72).

* LA ALTURA MINIMA DE LAS PLANTAS OBSERVADAS FUE DE 10 cm.

+ a) CONTENIDO DE HULE PROMEDIO (%).

b) AREA DE COPA PROMEDIO (m²).

c) PORCIENTO DE INDIVIDUOS CON LAS CARACTERISTICAS DE a Y b.

4. Distribución de plantas de guayule de acuerdo al tipo de tricomas por localidad.

El por ciento del número de plantas de 15 localidades estudiadas referido al tipo de tricomas (Figura 16), se ordenó de mayor a menor por ciento en el grupo III de los tricomas. A cada localidad corresponde un por ciento de cada tipo de tricoma, siendo el 100% la suma de los tres grupos. Se encontró que el grupo III tiene una relación inversa con el grupo II, como se puede ver en la gráfica; mientras que el grupo I permanece en cantidad menor, llegando a estar en la misma proporción que los tricomas III cuando están éstos últimos en menor cantidad.

La línea de regresión entre los diferentes tipos de tricomas; expresados en por ciento de número de plantas se muestra en la Figura 17. En el eje de las abscisas se representan los grupos I y II, en el de las ordenadas los grupos II y III. La mayor correlación se encuentra entre los grupos II y III siendo de 0.96, entre los grupos I y III hay una correlación de 0.71 y entre los grupos I y II la correlación es de 0.47.

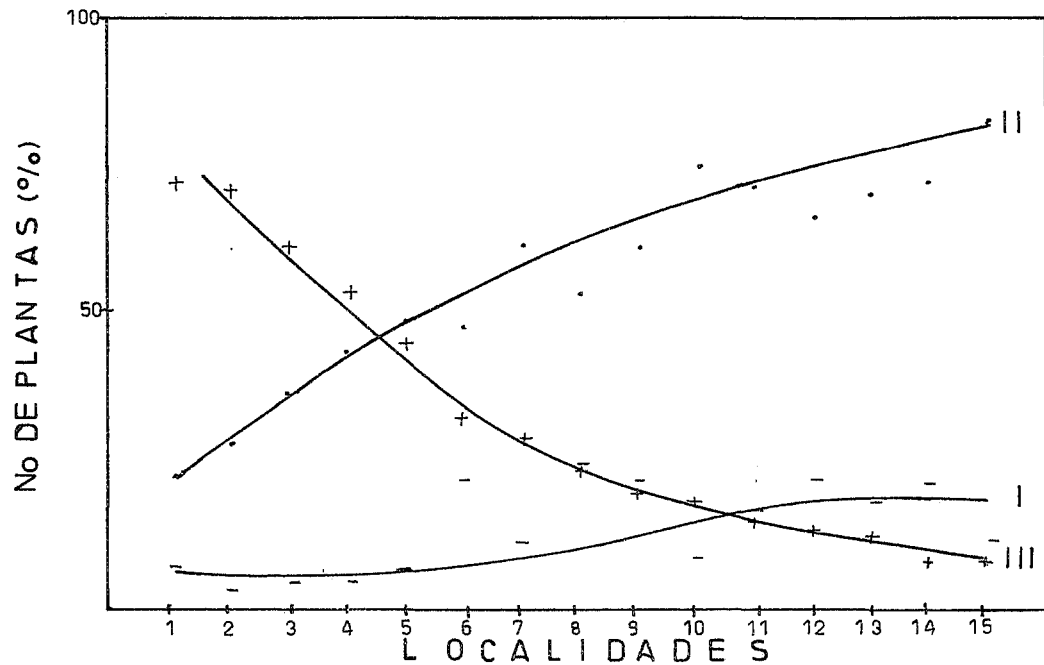


FIGURA 16. DISTRIBUCION DE PLANTAS DE GUAYULE DE ACUERDO A LA FORMA DE LOS TRICOMAS



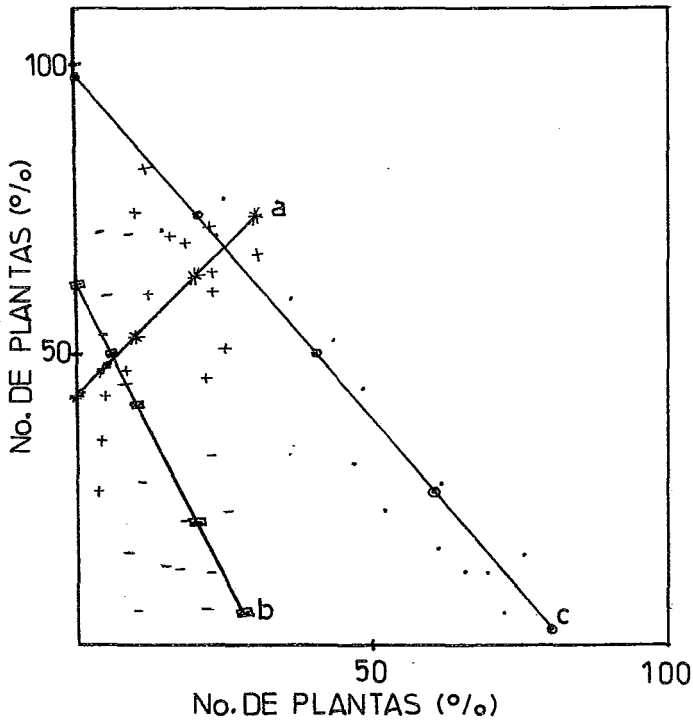


FIGURA 17 CORRELACION EXISTENTE ENTRE
LOS TIPOS DE TRICOMAS DE LAS
15 POBLACIONES ESTUDIADAS,
(EN EL EJE DE LAS ABSOCISAS SE
REPRESENTAN LOS GRUPOS I Y II;
Y EN EL DE LAS ORDENADAS LOS
GRUPOS II Y III).

a. I vs. II, b. I vs. III, c. II vs. III.

B. DESCRIPCION DE LA HETEROGENEIDAD DE LAS PLANTULAS DE
GUAYULE.

1. Características morfológicas de las plántulas.

Se escogieron 15 plántulas de un lote de 100 de acuerdo a la morfología de sus hojas, dividiéndose en tres grupos de cinco plantas cada uno.

1. de 0 dientes.
2. de 2 dientes.
3. de 4 dientes.

En estas plántulas se observaron las siguientes características: altura, diámetro del tallo, tricomas, porcentaje de humedad, contenido de hule y actividad enzimática de la peroxidasa. Su media y desviación estándar se encuentran en el Cuadro 9.

El pH del suelo en que se cultivaron las plántulas y el contenido de sales solubles en el suelo fueron respectivamente de 9.05 y 0.48%.

DIVERSAS CARACTERISTICAS DE PLANTULAS DE GUAYULE.		
VARIABLES	MEDIA	DES. EST.
ALTURA (cm)	12.23	4.76
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	0.50	0.09
HUMEDAD (%)	52.80	3.06
CONTENIDO DE HULE (%)	0.43	0.15
ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA $\Delta DO_{470nm}/muvg$ de tejido.	1.51	0.32

CUADRO 9. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y FISIOLÓGICAS DE PLANTULAS

2. Relación entre el contenido de hule y factores morfológicos de las plántulas.

En las características morfológicas de las plántulas relacionando la forma de los tricomas y número de dientes, (Cuadro 10), se observó que el grupo I de los tricomas se encuentra una plántula con dos dientes, siendo este grupo el que tiene mayor contenido de hule. El grupo II de los tricomas tiene de 0 a 4 dientes, no habiendo diferencia significativa en el contenido de hule entre éstas; en el grupo III hay plántulas de 0 a 4 dientes estando el mayor contenido de hule en las que tienen dos dientes.

El mayor número de plántulas se encuentra en el grupo II de tricomas, con cero dientes.

El número de plántulas de guayule en porciento de acuerdo al tipo de tricoma para los grupos I, II, III son respectivamente 6.6, 67.0 y 26.4%.

No. DE DIENTES DE LAS HOJAS.		CONTENIDO DE HULE Y NUMERO DE PLANTU- LAS EN (%).		
		0	2	4
TRICOMAS	I		0.75 (6.6)	
	II	0.35 (27.0)	0.42 (20.0)	0.47 (20.0)
	III	0.37 (6.6)	0.55 (6.6)	0.42 (13.2)

CUADRO 10. RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE HULE Y FACTORES MORFOLOGICOS DE LAS HOJAS (TRICOMAS Y NUMERO DE DIENTES). PORCENTAJE DE PLANTULAS EN PARENTESIS.

3. *Actividad enzimática de la peroxidasa y su posible correlación con los factores morfológicos de las plántulas.*

En la actividad enzimática de la peroxidasa de las plántulas clasificadas por sus características morfológicas de las hojas, tricomas y número de dientes (Cuadro 11), se encontró que en el grupo I de tricomas la actividad enzimática es menor en las plántulas con dos dientes; en el grupo II es mayor en las plántulas con 4 dientes y en el grupo III tienen su mayor actividad en las que no son dentadas.

La actividad enzimática promedio referida al tipo de tricoma es menor en el grupo I, no habiendo diferencia significativa entre los grupos II y III de tricomas.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA $\Delta DO_{470 \text{ nm}} / \text{min/g de tej.}$					
No. DE DIENTES DE LAS HOJAS		0	2	4	PROMEDIO
TRICOMAS	I		0.95		0.95
	II	1.47	1.35	1.71	1.51
	III	1.91	1.30	1.74	1.65

CUADRO 11. RELACION ENTRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA PEROXIDASA Y FACTORES MORFOLÓGICOS DE LAS HOJAS (TRICOMAS Y NUMERO DE DIENTES) EN PLANTULAS.

4. *Actividad enzimática de la peroxidasa en relación al contenido de hule en plántulas.*

Se observó que la actividad enzimática de la peroxidasa - tiene una tendencia inversa al contenido de hule (Figura 18), se encontró que había una correlación de 0,60 en los resultados obtenidos. Sin embargo estos datos deben tomarse con reserva - debido a que el número de muestras analizadas fué relativamente pequeña para poder generalizar en forma concluyente.

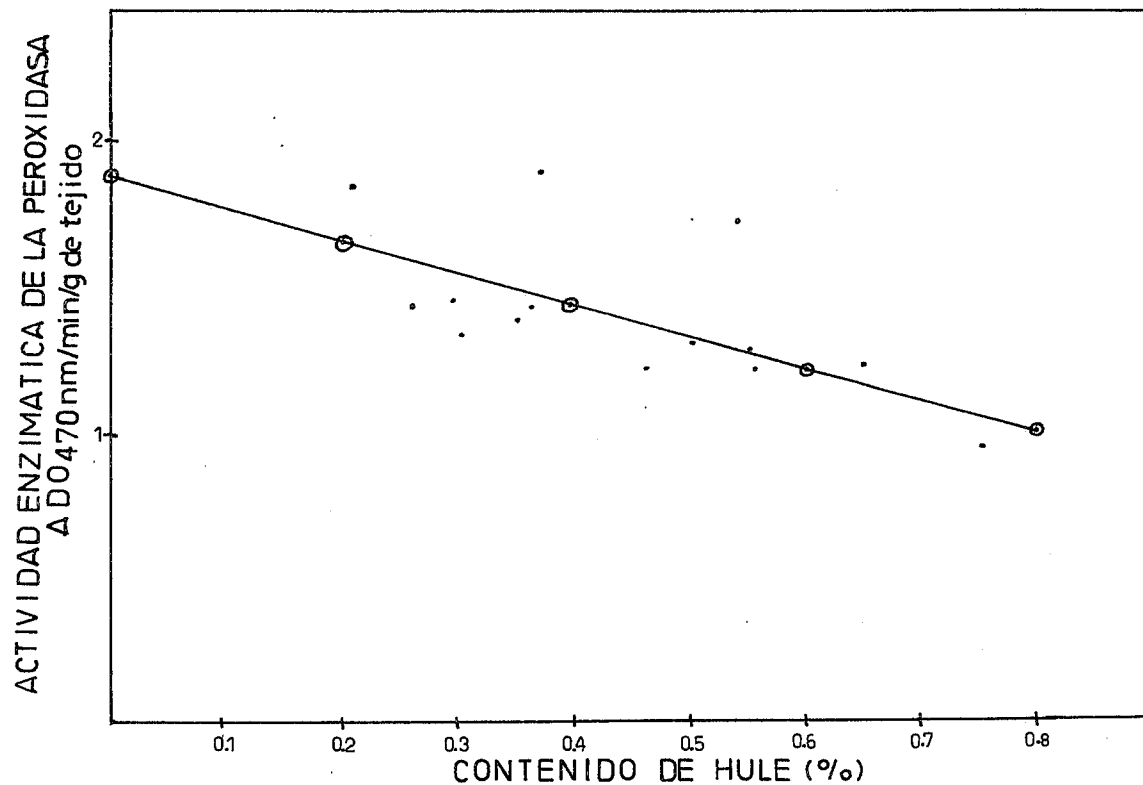


FIGURA 18. LINEA DE REGRESION DE LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA PEROXIDASA Y CONTENIDO DE HULE EN PLANTULAS.

VI. DISCUSION.

Existe una gran variación en cuanto a contenido de hule - en las poblaciones naturales de guayule (Cuadro 2) y en plántu las cultivadas en invernadero (Cuadro 10). Mehta y colaborado res (1978), hicieron una clasificación del guayule con respecto a la morfología de las hojas (forma de los tricomas y número de dientes) y el contenido de hule, ésta se basó en la agru pación de los tricomas en tres grupos: Grupo I guayule puro -- que tiene de 0 a 2 dientes en las hojas, con contenido de hule de 13 a 19%; el grupo II guayule mezclado (híbridos con trico mas con parecido a los de guayule) que tienen contenido de hu le de 5 a 16%, con 0 a 4 dientes y el grupo III guayule amario lado (tricomas muy parecidos a los de mariola), tienen conteni do de hule de 2 a 9%, con 4 a 8 dientes. Se agruparon los datos según la clasificación de Mehta, encontrándose una gran fluctua ción en el contenido de hule (Cuadro 4), debido a que los inter valos se traslapan. Esta clasificación no coincide con los re sultados obtenidos en este trabajo, ya que existen arbustos en cada grupo de tricoma con gran variación en el contenido de hu le (Cuadro 3). La diferencia entre la clasificación de Mehta y la realizada en este trabajo es que el número de muestras anali zadas por Mehta es menor y que la variación en el contenido de hule en cada grupo de tricoma no tiene un determinado interva lo.

Rollins (1944) reportó que los híbridos intermedios entre P. argentatum y P. incarum se encontraban muy raramente en el campo. Sin embargo en este trabajo (Figuras 16, 17 y Cuadro 5) se encontró que hay una gran proporción de dichos híbridos y que los predominantes son los del grupo II. Esto puede ser un índice de que al transcurrir el tiempo el entrecruzamiento de guayule y mariola ha ido en aumento pudiendo ser mayor al pasar los años y posiblemente lleguen a predominar los del grupo III como ya sucede en algunas localidades estudiadas.

La correlación que existe entre los grupos de tricomas (Figura 17) es mayor entre los grupos II y III (0.96), que en los grupos I y III (0.71) y los grupos I y II (0.47).

En cuanto a las características morfológicas de los arbustos, como son: área foliar, altura promedio y contenido de hule relacionado con el tipo de tricoma por localidad (Cuadro 6) no se encontró relación alguna. En cambio agrupando las plantas en intervalos de altura (Cuadro 7), se observó que los arbustos con mayor contenido de hule presentaban las siguientes características en los tres grupos de tricomas: altura entre 10 y 40 cm, área foliar entre 63 y 941 cm², contenido de hule de 14.79 a 19.07%; encontrándose en una proporción de 34.3% del total de las plantas estudiadas.

Aizpurúa (1958) reportó que las plantas con mayor contenido de hule, son de poca altura, muchos brazos y menor densidad de hojas, concluyendo que la variedad *angustifolium* de *Nicolaieff* puede ser considerada como guayule típico con alto contenido de hule.

Los resultados obtenidos plantearon la necesidad de poder localizar los arbustos con alto contenido de hule por medio de sus características morfológicas como son altura, área foliar, forma de los tricomas y número de dientes en las hojas; y en que proporción se encuentran en cada población silvestre estudiada, esto se logró por medio de una guía (Cuadro 8), con la cual se puede ir a cada uno de los lugares y localizar estas plantas para hacer análisis posteriores de hule, recolectando semilla de éstas, para poder obtener individuos que tengan alto contenido de hule por medio de selecciones.

Los factores ecológicos (Cuadro 1) no demuestran una influencia directa en el contenido de hule y las características morfológicas de las plantas; esto tal vez sea ocasionado por la interacción de la segregación genética que existe en los arbustos y la adaptación de éstos al medio ambiente. Hammond (1948) encontró que una selección obtenida por él (N 396) con alto contenido de hule al cambiarle el hábitat fue susceptible a marchitarse y al ataque de hongos. Esto sucede cuando las

plantas no se adaptan al medio ambiente.

No se encontró correlación entre la actividad enzimática de la peroxidasa y las características morfológicas de las hojas: [forma de los tricomas y número de dientes] en plántulas cultivadas en invernadero (Cuadro 10). Esto muestra la gran -- heterogeneidad que existe entre las plántulas, ya que no tienen la misma actividad enzimática.

Gnebinski (1945) encontró una relación inversa entre la actividad enzimática de la peroxidasa y catalasa con el contenido de hule en Kók-Saghyz. En plántulas de guayule cultivadas en invernadero, se observó que la actividad enzimática y el contenido de hule (Figura 18) presentan una tendencia inversa con una correlación de 0.60, este valor es bajo, tal vez por que el número de muestras analizadas fué pequeña y debe ser tomado con reserva ya que no se puede generalizar en forma concluyente.

VII. RESUMEN.

Se presentan datos que manifiestan la existencia de introgrésion (cruzamiento) de guayule (P. argentatum) y mariola (P. incanum) en las poblaciones naturales, ya que se observó una gran proporción de híbridos intermedarios, estando en mayor cantidad el grupo II de los tricomas y habiendo una correlación inversa de 0.96 entre los grupos II y III.

Hay una gran variación en cuanto a contenido de hule en las poblaciones naturales y plántulas cultivadas en invernadero, fluctuando respectivamente el contenido de hule de 1 a 30% y de 0.21 a 0.75%.

Los resultados obtenidos en plantas adultas de diferentes localidades ecológicas, y en plántulas de 6 meses de edad cultivadas en invernadero, no demuestran correlación entre el contenido de hule y la morfología de las hojas (forma de los tricomas y número de dientes).

No se encontró correlación entre el contenido de hule y las características morfológicas del arbusto (área foliar y altura promedio) por localidad.

Al agrupar las plantas en intervalos de altura, se encon-

tró que existen arbustos con alto contenido de hule en los tres grupos de tricomas, estas plantas se encuentran en el intervalo de 14.79 a 19.07%, con altura entre 10 y 40 cm, área foliar entre 63 y 941 cm². El número de plantas con estas características es de 34.3%, se demuestra la gran heterogeneidad que existe entre plantas de guayule.

Debido a la gran variación que existe entre los arbustos de guayule en su contenido de hule y características morfológicas se planteó la necesidad de identificar las plantas con alto contenido de hule, esto se logró por medio de una guía hecha por localidad estudiada.

No se observó relación alguna entre los factores ecológicos y el contenido de hule, encontrándose únicamente que hay poblaciones con alto contenido de hule en la exposición noroeste. La interacción del medio ambiente con la segregación tal vez sea la causa de la gran variación de las características morfológicas y contenido de hule de las plantas de guayule.

Se trató de correlacionar la actividad enzimática de la peroxidasa con la morfología de las hojas (forma de los tricomas y número de dientes) en plántulas, no encontrándose relación alguna.

Se encontró que la actividad enzimática de la peroxidasa y el contenido de hule de plántulas cultivadas en invernadero presentan una tendencia inversa con una correlación de 0.60, - estos datos deben ser tomados con reserva ya que no se puede - generalizar en forma concluyente, porque el número de muestras analizadas fué pequeña.

VIII. CONCLUSIONES.

1. Se demuestra la heterogeneidad en plantas de una población y entre localidades, por lo siguiente:

1.1 Las características morfológicas de las hojas (tricomas y número de dientes) relacionadas con el contenido de hule muestran la variación que existe entre plantas de una localidad a otra, no encontrándose relación alguna con los resultados de Mehta.

1.2 Las características morfológicas de las plantas de guayule (área de copa y altura promedio), así como el contenido de hule promedio agrupadas de acuerdo a la forma de los tricomas no presentan diferencia significativa por localidad.

2. Se encontraron plantas con alto contenido de hule en los tres grupos de tricomas y diferentes características morfológicas, por lo cual se hizo una guía para poder localizarlas.

3. En la distribución de las plantas de guayule de acuerdo a la forma de los tricomas por localidad, se encontró una relación inversa entre el grupo II y III, las cuales mostraron una correlación de 0.96; permaneciendo el grupo I en cantidad menor, la correlación entre los grupos I y III es de 0.71 y -

la de los grupos I. y II es de C.47.

En datos agrupados se encontró que el grupo II de los tricomas es el que está en mayor proporción, en 493 plantas.

4. No se detectó una relación entre los factores ecológicos estudiados y el contenido de hule, encontrándose únicamente que hay poblaciones con alto contenido de hule en la exposición noroeste.

5. Las características morfológicas de plántulas cultivadas en invernadero provenientes de semilla mezclada recolectada en Atenco muestran la heterogeneidad que existe entre ellas.

5.1. No se encontró relación entre el contenido de hule y factores morfológicos de las plántulas (tricomas y número de dientes).

5.2. La actividad enzimática de la peroxidasa referida a factores morfológicos de las hojas (tricomas y número de dientes) en plántulas no muestran relación alguna.

5.3 Se observó una tendencia inversa entre el contenido de hule y la actividad enzimática de la peroxidasa en plántu-

las. Estos datos no pueden ser generalizados en forma concluyente, ya que el número de muestras analizadas fué pequeña.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Alders, M., y Garza R. "Ecology and reproduction of guayule (*P. argentatum*, Gray) in natural stand in Coahuila, Nuevo León and Zacatecas, México". Native Plants and Centro de Investigación en Química Aplicada. Reporte interno del CIQA, sin publicar. (1979).
2. Antshwager, E. "Contribution to the morphology and anatomy of guayule (*P. argentatum*)". U.S. Dept. of Agr. Washington D.C. Tech. Bull. No. 842. (1942).
3. Bengner, A.F. "Polyploidy and aneuploidy in guayule". U.S. - Dept. Agr. Tech. Bull. No. 918. (1946).
4. Berry, J.A., y Franke, R.F. "Taxonomic significance of intraspecific isozyme patterns of the slime mold *fuligo septica* produced by disc electrophoresis". Am. Jour. Bot., 10, 976, (1973).
5. Bonner, J. y Galston, A.W. "The physiology and biochemistry of rubber formation in plants". The Botanical Review, 10, 543, (1947).
6. Bullard, W.E. Jr. "Studies in guayule yields", Collection of four papers, Emergency Rubber Project, Forest. Service, (1946).
7. Dendsay, J.P.S. y Sachar, R.C. "Hormonal control of peroxidase activity in germinating mung Bean Cotyledone", Phytochemistry, 17, 1017, (1978).
8. Fedenen, W.T. "Variability of certain seed, seedling and --

- young plant characters of guayule", U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 919, (1946).
9. Foster, W.F. "A sociotechnical survey of guayule rubber -- commercialization", Midwest Research Institute., A State of the Art report, (1979).
 10. Garza, G.R. "Involvement of peroxidase and nitrate reductase in dormancy development and bud opening of Peach (Prunus persica) leaf buds, Thesis Ph.D. Hebrew Univ. of Jerusalem. (1976).
 11. Gerstel, D.V. y Mishanec, W. "On the inheritance of apomixis in Parthenium argentatum", Bot. Gaz., 112, 96, (1950).
 12. Gurumurti, K. y Nanda, K.K. "Changes in peroxidase isoenzymes of Phaseolus Mungo Hypocotyl a cuttings during rooting", Phytochemistry, 13, 1089, (1974).
 13. Hammond, L.B., y Polhamus, G.L. "Investigación sobre el guayule (P. argentatum) Tech. Bull. No. 1327. Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agr. Washinton (Traducción), (1965).
 14. Hanson, P.G. y Mehta, I. "Reporte anual, secc. morfología", Arboretum del estado de los Angeles, (1978).
 15. Hanson, P.G. y Mehta, I. "Reporte semestral, secc. morfología", Arboretum del estado de los Angeles, (1979).
 16. Jenkins, M.B. "Cold tolerance of guayule", U.S. Dept. of Agr. Forest Service. Emergency Rubber Project, (1946).
 17. Johnson, B.L., Barnhart, D. y Hall, O. "Analysis of genome and species relations in the polyploid Wheats by protein

- electrophoresis", *Am. J. Bot.*, 9, 1089, (1967).
18. Lehninger, L.A. BIOCHEMISTRY, Whont Publishers, Inc., 2a. Ed, The Johns Hopkins University school of Medicine, 189, (1978).
19. Lloyd, F.E. GUAYULE (P. ARGENTATUM, GRAY) A RUBBER-PLANT OF THE CHIHUAHUA DESERT, Connegie Institution of Washington Pub, 1a Ed., Washington, D.C., Cap. III, (1911).
20. McCown, B.H., Bech, G.E. y Hall, T.C. "Plant leaf and stem proteins. II. Isozymes and enviromental change", *Plant. Physiol.*, 44, 210, (1969).
21. McCown, B.H., Bech, G.E. y Hall, T. C. "The hardening response of three Clones of *Cianthus* and the correspondin complement of peroxidase isoenzymes", *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 6, 691, (1969).
22. McGinnies, G.W. y Mills, L.J. " Rough Draft guayule rubber production the world warr II", Emergency Rubber Project. - Office of Arid Land Studies. University of Arizona Tucson, U.S.A., (1946).
23. Mehta, I., Dhillon, P.S. y Hanson, P.G. "Trichome morphology as a basis of selecting high rubber bearing guayule in native stands", *Guayule Newsletter*. The Angeles State and Country Arboretum Arcadia, California, (1978).
24. Netzer, J.L. y Noyer, C.A. "Soil guayule relation ships. The salt tolerance of guayule", Emergency Rubber Project, U.S. Forest Service., (1945).
25. Nicolaieff, V. "The morphology and clasification of the gua

- yuile plant" (Translated title), *Trudy po Prikladn. No. 1, Botanike Genetike I Seletts II*, 4, 271, (1929).
26. Powers, L. y Rollins, R.C. "Reproducción and polination studies on quayule, *P. argentatum*, Gray y *P. incanum*", *Jour. of the Am. Soc. of Agronomy*, 8, 728, (1945).
27. Quezada, M.R. "Influencia de las hojas en el periodo de letargo de árboles de Durazno (*Prunus persica*)". Tesis Lic. Biología. Universidad Autónoma del Noroeste.
28. Retzer, J.L. y Mogen, C.A. "The salt tolerance of quayule", *J. Am. Soc. of Agronomy*, 8, 728, (1946).
29. Rollins, R.C. "Evidence for natural hybridity between quayule (*P. argentatum*) and mariola (*P. incanum*)", *Am. Jour. of Bot.*, 31, 93, (1944).
30. Rollins, R.C. "Interspecific hybridity in *Parthenium*. Crosses between quayule (*P. argentatum*) and mariola (*P. incanum*)", *Am. Jour. of Bot.*, 32, 395, (1945).
31. Rollins, R.C. "Evidence for genetic variation among apomictically produced plants of several F₁ progenies of quayule (*P. argentatum*) and mariola (*P. incanum*)", *Am. Jour. Bot.*, 32, 554, (1945).
32. Rollins, R.C. "Sources of genetic variation in *Parthenium argentatum*, Gray (compositae)", *Evolution*, 3, 358, (1949).
33. Rollins, R.C. "Special quayule research project", U. S. -- Dept. of Agriculture Salinas, California, Abstracts 18.

34. Rollins, R.C. "The guayule rubber plant and its relatives", The Gray Herbarium of Harvard University Cambridge, Mass., U.S.A., (1950).
35. Scandalios, J.G. "Genetic control of multiple molecular -- forms of biochemical", *Genetics*, 3, 37, (1969).
36. Scandalios, J.G. "Isozymes in development and differentiation", *Am. Rev. Plant. Physiol.*, 25, 225, (1974).
37. Stebbins, G.L. y Kodani, M. "Chromosomal variation in guayule y mariola", *Hered.*, 35, 163, (1944).
38. Stevens, H.C., Calver, M., Lee, K. y Siegel, B.Z. "Peroxidase activity as a screening parameter for salt stress in Brassica species", *Phytochemistry*, 17, 1521, (1978).
39. Warren, R. M. y Upadhyya, M.D. "Effect of photoperiod on isoenzymic composition of citrus and poncirus", *Physiologia Plantarum*, 21, 941, (1968).
40. Wolter, K.E. y Gordon, J.C. "Peroxidases as indicators of growth and differentiation in Aspen Callus Cultures", *Physiol. Plant.*, 33, 219, (1975).

TESIS



Tesis por computadora

Medicina 25 Local 2
Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina
Ciudad Universitaria