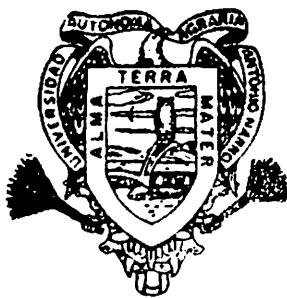


SALINIDAD, MEJORADORES DE SUELO Y
ELEMENTOS NUTRITIVOS EN EL DESARROLLO
DEL GUAYULE

MANUELA BOLIVAR DUARTE

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD DE SUELOS



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DE 1987

SALINIDAD, MEJORADORES DE SUELO Y
ELEMENTOS NUTRITIVOS EN EL DESARROLLO DEL GUAYULE

MANUELA BOLIVAR DUARTE

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
Especialidad de Suelos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

Mayo de 1987

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE SUELOS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

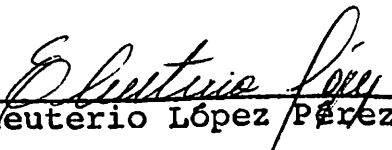

Dr. Eduardo A. Narro Farías.

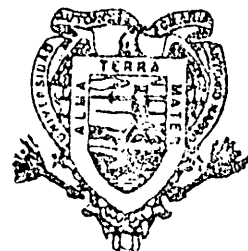
Asesor:


Dr. Héctor Gómez Contreras.

Asesor:


M.S. Jesús Noel Yáñez Reyes.


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 1987.

AGRADECIMIENTO

- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior (ANUIES), por su apoyo económico para la realización de mis estudios.
- Al Centro de Investigación y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora (CIDESON) y al Ing. Manuel Puebla P. por haber contribuido a la realización de este trabajo.
- A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darme la oportunidad de superación.
- Al Dr. Eduardo A. Narro F., Dr. Héctor Gómez C. y al M.S. Jesús Noel Yañez R., por su asesoría en la elaboración, conducción y revisión de este escrito.
- Al M.C. Arturo Rodríguez H., Dr. Alfonso López; M.C. Arturo Carranza y Héctor Gutiérrez, por haberme brindado el material para este trabajo y sobre todo, su amistad.
- Al Ing. Jaime Rodríguez del A. por su apoyo brindado en el análisis estadístico del trabajo.
- A maestros y compañeros que de alguna manera u otra contribuyeron a la realización del presente estudio.
- A Laura, Silvia, Letty, Paty y Lucy, por su colaboración en los análisis de las muestras de suelo y agua.
- A Carmen Zamora C., por su valiosa labor mecanográfica.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. GUERRERO BOLIVAR D.

Sra. TOMASA D. DE BOLIVAR

que con su ejemplo de amor y tenacidad, me han estimulado en seguir adelante.

A ADRIAN...

A ADRIAN EMMANUEL

que es el mejor regalo que Dios me ha dado.

A mis hermanos: Lucrecia, Marce, Ramón, Isabel, Narcisa
y Lucy.

por el cariño y confianza que siempre me han brindado.

A:

Ing. Luis Sergio Marmolejo D.

Profra. Ma. Antonieta Hernández de M.

Profr. Víctor Manuel Chiv de León.

por haber contribuido a mi formación personal y profesional

A mis amigos de siempre:

Alma, Luis e Ismael

COMPENDIO

Salinidad, Mejoradores de Suelo y Elementos Nutritivos en el Desarrollo del Guayule (*Parthenium argentatum Gray*).

POR

MANUELA BOLIVAR DUARTE

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 1987

Dr. Eduardo A. Narro F. - Asesor -

Palabras claves: Guayule, germinación, salinidad, mejoradores de suelo, hidroponia.

El presente trabajo se realizó en instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah.

Los objetivos planteados en este experimento fueron los de evaluar el efecto de diferentes niveles y fuentes de sales durante la germinación del guayule; diversos niveles de salinidad y dosis de mejorador en la etapa de desarrollo y probar la técnica de hidroponia, utilizando una solución nutritiva para

detectar los niveles adecuados de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio para el óptimo desarrollo de la planta.

Durante la prueba de germinación se observó que la variedad GN-576(4) fue la que logró mayor porcentaje, estimulada por el CaCl_2 sin importar la concentración.

En la etapa de desarrollo de la planta, las transplantadas en el suelo con conductividad eléctrica (CE) > 20 mmhos/cm, con o sin mejorador, no sobrevivió ninguna; en los de 4-8 y 8-13 mmhos/cm, sin importar la dosis de mejorador, el tamaño de la planta se redujo, no así en el suelo libre de sales. El diámetro de copa de las que crecieron en suelo sin sal fue estadísticamente igual ($P \leq 0.05$) Duncan al suelo con la CE = 8-13 mmhos/cm; la variedad G-11633 fue la que tuvo mayor diámetro de tallo en suelo libre de sales y sin mejorador.

El mejorador no influyó en las características de las plantas, pero sí modificó algunas del suelo, aumentando la humedad disponible en los dos con C.E. menor y disminuyéndola en los otros dos de mayor concentración e incrementando la concentración de sales en tres de los cuatro suelos (excepto el de C.E = 8-13 mmhos/cm).

En la última etapa, la de hidroponia, no se determinaron los niveles de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio más adecuados para el guayule debido a que la mayoría de las plantas murieron y algunas de las que sobrevivieron presentaron diferencias en su respuesta a un mismo tratamiento por su variabilidad genética.

ABSTRACT

Salinity, Soil Amendment and Nutritive Elements in Development of Guayule (*Parthenium argentatum Gray*).

BY

MANUELA BOLIVAR DUARTE

MASTER

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 1987.

Dr. Eduardo A. Narro F. -Advisor-

Key words: Guayule, germination, salinity, soil amendment, hydropony.

This work was realized at Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", located in Buenavista, Saltillo, Coah.

The objectives in this experiment were to evaluate the effect of different salinity levels and soil amendment doses in guayule plant development stage and to probe the hydropony technique, using a nutrient solution to detect the adequate nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium levels for optimal development of plants.

During germination test , variety GN-576(4) has the highest germination percentage, stimulated for CaCl_2 , no matter the concentrations.

In development stage of plant, the plants transplanted in the soil with electric conductivity (C.E) > 20 mmhos/cm, with and without amendment, no survived neither; in 4-8 and 8-13 mmhos/cm, no matter the date fuzz dose, the plant size was decreased, not so in soil free of salts. The cup diameter of plants that growth in soils without salt was statistically equal ($P \leq 0.05$) Duncan to soil with CE = 8-13 mmhos/cm; the variety G-11633 was the variety that presented major shoot diameter in soil free of salts and without date fuzz.

The date fuzz in the tested dose, did not influence in plant characteristics, but it modified some of soil. A soil moisture in two treatments decreased in the other two; the E.C. increased in three of the four treatments, (except the C.E. = 8-13 mmhos/cm).

In the last stage, hydropony stage, the levels of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium more adequate were not determined for guayule plants, because most of the plants, due the majority of plants dead and the others presented high differences in their response to a some nutrient solution for its genetic variability.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
INTRODUCCION.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivos.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Origen e Historia.....	4
Importancia Económica.....	5
Descripción Botánica.....	8
Sistema Radical.....	9
Tallos.....	9
Hojas.....	9
Flores.....	10
Características Citogenéticas.....	11
Requerimientos Climáticos.....	12
Altitud.....	12
Temperatura.....	12
Precipitación.....	13
Requerimientos Edáficos.....	13
Fertilidad del Suelo.....	14
Algunos Requerimientos Nutricionales.	16
Nitrógeno.....	16

	Página
Fósforo.....	18 ✓
Calcio.....	19 ✓
Magnesio.....	21 ✓
Salinidad.....	22 ✓
Mejoradores de Suelo.....	26
Requerimientos Hídricos.....	27 ✓
Plagas.....	28 ✓
Enfermedades.....	29 ✓
MATERIALES Y METODOS.....	30
Localización del Sitio Experimental.....	30
Prueba de Germinación.....	30
Desarrollo de la Planta.....	37
Hidroponia.....	12
RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES.....	72
RESUMEN.....	74
LITERATURA CITADA.....	77
APENDICES.....	82

INDICE DE CUADROS

	Página
3.1. Variedades utilizadas en base a su contenido de hule según el Programa de Mejoramiento de la UAA"AN".....	33
3.2. Composición química de los tipos de suelo del área bajo estudio.....	33
3.3. Variedad, fuentes y niveles de nutrientes utilizados como tratamientos en la prueba de hidroponia.....	43
3.4. Composición química de la solución completa Hoagland.....	44
4.1. Prueba de rango múltiple (Duncan) para la <u>de</u> terminación de la mejor variedad en la germinación.....	47
4.2. Prueba de rango múltiple (Duncan) para <u>deter</u> minar los efectos de los diferentes tipos de sales en la germinación.....	48
4.3. Interacción entre rangos y tipos de sales (Duncan).....	48
4.4. Plantas sobrevivientes al trasplante utilizadas como banco de semilla, donde se mues tra el número de plantas de cada variedad, así como su producción.....	50

4.5.	Número de días a la emergencia de los tres cv utilizados para el establecimiento del almá <u>ci</u> go.....	51
4.6.	Rangos de salinidad (CE) de los cuatro suelos (sin mejorador) utilizados, determinados al inicio del trabajo.....	53
4.7.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para altura de plantas.....	55
4.8.	Pruebas de rango múltiple (Duncan) para el diámetro de copa.....	56
4.9.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para el diá <u>me</u> tro de tallo de tres variedades.....	56
4.10.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para el diá <u>me</u> tro de tallo en los tres tipos de suelo....	57
4.11.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar el comportamiento del diámetro de tallo considerando las diferentes variedades y concentración de sales.....	58
4.12.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar la influencia del mejorador sobre el diámetro del tallo.....	60
4.13.	Prueba de rango múltiple (Duncan). Respuesta de la planta evaluada en grosor del diámetro del tallo, a la interacción variedad-dósis de mejorador.....	60

4.14.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar el comportamiento de la interrelación variedad-tipo de suelo-dosis de mejorador sobre el diámetro del tallo.....	62
1A.	Pruebas de rangos múltiples (Duncan) realizadas a los factores A,C e interacción de BxC..	83
2A.	Medias de los parámetros altura de planta, diámetro de copa y tallo de las plantas más vigorosas durante el desarrollo de éstas.....	85
3A.	Análisis químico de los diferentes tipos de suelo donde se desarrollaron las plantas.....	86
4A.	Concentración de datos sobre altura de plantas (cm).....	87
5A.	Prueba de rango múltiple (Duncan) realizada para determinar la influencia de la salinidad en la altura de la planta.....	88
6A.	Concentración de datos sobre diámetro de copa (cm).....	89
7A.	Prueba de rango múltiple (Duncan) realizada para determinar la influencia de la salinidad en el diámetro de copa.....	90
8A.	Concentración de datos sobre diámetro de tallo (cm).....	91

9A	Prueba de Duncan (rango múltiple) realizada para el comportamiento del diámetro de tallo en las diferentes variedades.....	92
10A.	Prueba de Duncan realizada para la determinación del comportamiento del diámetro del tallo en los diferentes tipos de suelo.....	92
11A.	Prueba de Duncan (rango múltiple) para determinar el comportamiento del diámetro de tallo con respecto a variedades y rangos de salinidad.	93
12A.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar la influencia del mejorador en el diámetro del tallo de la planta.....	93
13A.	Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar el comportamiento del grosor del tallo a la interacción de las variedades con las dosis de mejorador.....	94
14A.	Análisis químico del agua de riego.....	94
15A.	Análisis químico de los diferentes tipos de suelo al final de experimento.....	95

INDICE DE FIGURAS

	Página
3.1. Localización del sitio experimental.....	31
3.2. Distribución de las semillas en la prueba de germinación.....	35
3.3. Germinadora mostrando las cajas de Petri, en la prueba de germinación.....	35
3.4. Colonia de hongos desarrollada durante las pruebas de germinación.....	36
3.5. Plántulas transplatadas provenientes de las cajas de Petri.....	36
3.6. Banco de semilla formada por las plantas sobrevivientes del trasplante a charolas.....	38
3.7. Tratamiento de la tierra orgánica con bromuro de metilo para su esterilización.....	38
3.8. Panorama general del acomodo de los diferentes tratamientos en el invernadero.....	41
3.9. Panorama general de las plantas en solución nutritiva (hidroponia).....	46
4.1. Almacigo mostrando las diferentes alturas de las plantas.....	51

	Página
4.2. Planta mostrando clorosis que inició en hojas jóvenes.....	54
4.3. Curvas de retención de humedad de cuatro suelos con mejorador y sin mejorador.....	54
4.4. Comparación de sintomatología visual entre la planta -N, 100 y 200 ppm.....	65
4.5. Sintomatología presentada por las plantas como respuesta a -P y 15 ppm de fósforo.....	66
4.6. Planta presentando clorosis intervenal en hojas jóvenes y adultas (400 ppm de calcio)....	67
4.7. Comparación sintomatológica entre los tratamientos de Ca, Mg y P.....	68

CAPITULO I.
INTRODUCCION

México cuenta, dentro de su territorio, con dos grandes zonas que por sus características son conocidas como Desiertos Sonorense y Chihuahuense. En éstos existen considerables extensiones con problemas de salinidad, ya sea por su origen, por el mal uso del agua o por la calidad de ésta, razón por la que se está por prescindir de su utilización en los cultivos tradicionales por no ser tolerantes a los altos contenidos de sal. Lo anterior significa un retroceso en el desarrollo de estas áreas, pues hasta el momento no se tiene una alternativa agronómica de solución mediante el cultivo de alguna planta que se adapte a estas condiciones.

En el Desierto Chihuahuense crece un arbusto en forma silvestre llamado guayule (*Parthenium argentatum Gray*). Este está distribuido en 337,000 kilómetros cuadrados comprendiendo los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas en México, así como en los de Texas y Nuevo México en Estados Unidos (Siddiqui y Lock - tov, 1981).

Esta planta es una fuente de hule natural que puede utilizarse para complementar las necesidades de este producto en el país, pues cada año se importan 46,000 toneladas

procedentes de Brasil y del Sureste Asiático, debido a que en México sólo se obtiene el 10 por ciento de la demanda nacional proveniente del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* L.) (Campos y García, 1982).

Con el propósito de aprovechar de manera integral los recursos con que cuenta el desierto, es indispensable incorporar a la producción las zonas áridas y semi-áridas marginadas induciendo el cultivo del guayule en forma comercial mediante la utilización de técnicas agronómicas tanto en condiciones de riego como de temporal, selección de líneas sobresalientes en cuanto a su contenido de hule y rápido creci-miento bajo diversas condiciones de suelo como son la salinidad de éste, del agua o de ambos, pobres en materia orgánica, baja fertilidad, etcétera.

El solucionar de esta forma el problema técnico de las zonas áridas conlleva a resolver también los aspectos de orden económico y social que limitan la participación de estos sectores marginados en el desarrollo nacional.

Hipótesis

1. La germinación de semillas de guayule es afectada por el tipo y concentración de sales solubles.
2. El desarrollo de las plantas de guayule, en condiciones de invernadero, es afectado por el tipo y concentración de sales solubles.
3. El tamo de dátil, como mejorador de suelo, favorece el desarrollo de las plantas de guayule.

4. La técnica de hidroponia facilita la detección de los niveles adecuados de nutrientes en el desarrollo del guayule.

Objetivos

Con el fin de dar congruencia a las acciones requeridas para resolver los problemas referentes al desarrollo del guayule sobre suelos salinos, se pretenden los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de diferentes niveles y fuentes de sales en la etapa de germinación del guayule.
2. Evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad sobre el desarrollo del guayule bajo condiciones de invernadero.
3. Evaluar el efecto del tamo de dátil como mejorador de suelo sobre el desarrollo del guayule bajo condiciones de invernadero.
4. Probar la técnica de hidroponia, usando solución nutritiva para la detección de los niveles adecuados de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio para el óptimo desarrollo del guayule bajo condiciones de invernadero.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia.

El guayule (*Parthenium argentatum Gray*) es un arbusto nativo del Desierto Chihuahuense, particularmente de los estados Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas y del área de Big Bend, Texas. Se encuentra disperso en una superficie de 337,000 kilómetros cuadrados. Dentro de su habitat natural crece en manchones de superficies que van desde menos de una hectárea hasta varias (Siddiqui y Locktov, 1981).

Fue descubierto en 1852 por J.M. Bigelow, miembro de la Comisión de Límites México-Estados Unidos, quien envió algunas muestras a la Universidad de Harvard, donde el botánico Asa Gray describió la planta y le dio el nombre de *Parthenium argentatum* (Aguilera, 1978).

Según Velázquez et al. (1978) el hule de este arbusto silvestre fue conocido por las tribus indígenas que habitaban en la zona antes de la conquista; lo obtenían masticando los tallos de las plantas y lo usaban con el objeto de manufacturar pelotas que utilizaban en sus juegos.

Fue hasta el año de 1876 que esta planta fue conocida en Estados Unidos en una exposición en Filadelfia (Carbajal, 1973). Doce años después dos compañías americanas importaron 50 toneladas de plantas de guayule de poblaciones naturales de México, realizando así, la primera extracción comercial de hule de guayule. En aquella época, la calidad del hule de esta planta, fue considerado igual a la del mejor hule del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* L.).

Como consecuencia en 1902, la Continental Mexican Rubber Company, estableció 19 plantas procesadoras en la región del Norte de México durante un período comprendido entre 1902-1944, resultando así, México como primer país exportador de hule. La desmedida explotación de este recurso, trajo consigo la total devastación de las zonas pobladas de guayule silvestre, que a pesar de ser tan extensas, no resistieron la continua cosecha, por lo que varias fábricas tuvieron que clausurarse (Academia Nacional de Ciencias, 1977).

Durante la Segunda Guerra Mundial, volvió a tomar importancia, tanto que más de 1000 científicos y técnicos fueron asignados a la producción e investigación del guayule, iniciando así el programa llamado "Emergency Rubber Project" (ERP).

Después de 1946, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) continuó su investigación sin ser debidamente apoyado a pesar de que las innovaciones mejoraron grandemente la calidad del hule producido. En 1959 el ERP fue liquidado totalmente (Aguilera, 1978). Sólo en México se

continuó con las investigaciones sobre esta planta, con el objeto de aprovechar económicamente la población nativa estimada en 2.6 millones de toneladas de arbustos adultos, por lo cual, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), siguen apoyando la investigación sobre este aspecto, a tal grado que en la actualidad, consideran como prioridad el establecimiento de este cultivo a nivel comercial a través del Centro de Investigación y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora (CIDESON).

Debido a la importancia que ha cobrado el cultivo de esta planta, se han sumado a México para la investigación, otros países como son: Estados Unidos, principalmente Arizona y California; Australia, Argentina, China, Israel, La India, Perú, Arabia Saudita, Egipto, Sud-Africa, Pakistán, Francia y Rusia.

Importancia Económica.

El hule natural es un material estratégico y crítico para la economía nacional. Después de la Segunda Guerra Mundial, el hule sintético sustituyó grandes volúmenes al natural; pero a partir de 1973, éste último empezó a mejorar sus precios. Los estudios sobre el mercado del hule natural difieren cuantitativamente, pero coinciden en que el producto conservará su competitividad y participación en el mercado internacional en aproximadamente el 30 por ciento del total que consuma la humanidad.

En México, la producción de hule se basa única y exclusivamente en el *H. brasiliensis* que se cultiva en las zonas tropicales del Sureste de México. Nuestro país se ha caracterizado por ser un país importador de hule natural, ya que en 1980 solamente produjo el 10 por ciento de su demanda que fue aproximadamente de 4,000 toneladas, teniendo que importar el resto (Campos y García, 1982).

Según Campos y García (1982) en 1980 cada mexicano consumió, en promedio, 600 gramos de hule natural; en 1995 con una tasa anual de crecimiento de siete por ciento cada uno consumirá un kilogramo y medio, lo que traerá como consecuencia un déficit de 155,000 toneladas y para el año 2000, 219,000 toneladas, lo cual representa una inversión considerable tomando en cuenta la situación económica del país.

Las proyecciones del consumo del elastómero para el año 2000 hechas por el Banco Mundial y otras Instituciones, indican que debido a factores económicos y políticos en el Sureste Asiático, la producción de hule natural proveniente del *H. brasiliensis* será insuficiente para satisfacer las necesidades.

El hule de *P. Argentatum* constituye la mejor opción para complementar la demanda de hule natural si su precio compite con el de *H. brasiliensis*, lo cual, es muy factible debido a la escasez, pues la capacidad productiva del hule natural no es tan dinámica que satisfaga la demanda; sus precios están relacionados con los del hule sintético y el de los energéticos.

México no tiene extensiones considerables en la producción del hule de *H. brasiliensis* que sobrepasen 10,000-15,000 toneladas anuales en 1995, pero en cambio con *P. argentatum* en sus zonas áridas y semi-áridas del Norte en forma de recurso natural renovable que puede ser aprovechado como un sistema silvícola de modesta tecnología o como una operación agronómica ya sea de temporal o de irrigación altamente tecnificada, lo que redundaría en generación de empleos; aprovechamiento de zonas áridas y tierras abandonadas al cultivo; disminución del proceso de desertificación; uso más eficiente de la escasa cantidad y calidad del agua de riego; aumento del empleo regional; evitar la emigración; aumento del nivel de vida de los habitantes de esas zonas; cubrir importaciones y evitar el flujo de divisas hacia el exterior.

Descripción Botánica

El guayule también es conocido como *Parthenium lloydii* y los siguientes nombres comunes: hierba del hule, copallín y afinado. Pertenece a la familia de las Compositae y al género *Parthenium*, de éste, existen 16 especies de las cuales, sólo la especie *argentatum* es conocida como productora de hule en cantidades significativas. Es llamado *P. argentatum* por el brillo plateado de sus hojas. Es una planta que en su habitat natural puede vivir de 30 a 40 años (McGinnies y Mills, 1980).

Sistema Radical

Según Muller (1946) el guayule tiene una raíz principal que posteriormente se transformará en densas raíces fibrosas. Estas, en sus habitat natural, rara vez penetran a una profundidad mayor de 0.60 m, concentrándose la mayoría a 0.15 m y extendiéndose lateralmente hasta 3 m, lo que permite a la planta absorber la humedad de una extensa área y aprovechar las escasas lluvias, lo cual, le ayuda a resistir las prolongadas sequías. Las raíces de las plantas cultivadas pueden alcanzar hasta 6 m a menos que encuentra una capa impermeable.

Tallos

El *P. argentatum*, según Hammond y Polhamus (1965) es un arbusto fuertemente ramificado que puede alcanzar hasta 1 m de altura. La primera inflorescencia termina el crecimiento monopódico de la planta, lo cual sucede, generalmente, al primer año de crecimiento. Posteriormente se inicia el crecimiento de las ramas superiores, terminando con la aparición de sus respectivas inflorescencias cuando normalmente los dos o tres botones superiores comienzan a alargarse. Esta ramificación da como resultado un arbusto con ramas simétricas y densas de color verde cenizo.

Hojas

Las hojas son alternas, de un color verde grisáceo, lanceoladas, con una longitud de uno a 5 cm y de 5 mm de

ancho; enteras o ligeramente dentadas; el primer diente aparece en la parte media de uno de sus márgenes, posteriormente muestra otro en el opuesto lo que le da una apariencia de trilobulada por su ápice agudo. Antes de entrar en dormancia la hoja se arruga y cae, quedando solamente claustros terminales de pequeñas hojas aovadas, agostadas hacia el pecíolo o con uno o dos dientes muy reducidos. El haz y el envés, son muy similares, ya que ambos están densamente poblados por tricomas y una cera blanca que las protege de la sequía, ésto le confiere un brillo plateado.

El guayule es considerado como semicaduco ya que sólo tira una parte de sus hojas cuando se presentan condiciones adversas de temperatura.

Flores

La inflorescencia es una cima compuesta unilateral -naciendo las flores en cabezas, las cuales están formadas de cinco flóculas de rayo, las que a su vez tienen una o dos de disco. Las flores de disco (masculinas) contienen un pistilo abortado y estambres fértiles. El aquenio complejo se compone de un aquenio al que están unido las flores masculinas; las brácteas y la lígula persistente lo rodean y el estigma bilobulado marchito (Hammond y Polhamus, 1965).

Características Citogenéticas

Citológicamente la planta tiene un número cromosómico de $2n = 36$ hasta 108 . Existen plantas con 144 cromosomas que han sido producidas bajo condiciones controladas.

Los tipos de guayule $2n = 36$ se reproducen sexualmente (polinización), en cambio las plantas con un número mayor de cromosomas lo hacen por apomixis, lo que ocasiona que ésta tengan las mismas características de la planta madre.

Foster (1979) reporta que en México y Trans Pecos se colectaron plantas con 36, 54 y 72 cromosomas. Las plantas del grupo de 36 cromosomas se reprodujeron sexualmente, pero se encontró que fueron incompatibles entre ellas, así como también las del número cromosómico de 54 y 72 sólo que éstas se reprodujeron apomícticamente.

Durante el ERP en los años de 1942 a 1946, se hicieron cruza interespecíficas entre *P. argentatum* y *P. incanum*, *P. tomentosum* var. *stramonium*, *P. tomentosum* y *P. hysterophorus*. Los híbridos pueden ser sexuales o apomícticos. Los cruzamientos con *P. incanum* ofrecen oportunidades de mayor tolerancia al frío.

Actualmente muchos aspectos de mejoramiento y producción potencial de hule son controlados. En una planta dada, la genética determina el contenido potencial de hule, de resina, resistencia a enfermedades, facilidad de defoliación y tolerancia al frío, sequía y sales. El crecimiento y producción de hule son determinados por la interacción entre

los factores genéticos y el medio ambiente (Foster, 1979).

Requerimientos Climáticos

El clima tiene un efecto considerable en el desarrollo de la planta sobre cualquier condición dada; es a menudo un factor determinante en la selección de áreas de producción. Ciertos suelos pueden ser utilizados para el guayule bajo circunstancias climáticas específicas.

Altitud

El habitat nativo del guayule es un altiplano con altitudes que varían de 1200 - 2100 msnm, según reportan Siddiqui y Lacktov (1981).

Temperatura

Bullard (1946) concluyó que el aspecto más crítico de la temperatura que afecta al guayule es la mínima.

En su habitat natural soporta temperaturas que varían de -15°C a 46°C . El calor parece no afectar a esta planta adaptada al desierto, pero a temperaturas inferiores de 16°C , disminuye su crecimiento y a temperaturas menores de 4°C se torna semialetargado, causando en muchos casos la muerte. En estado completamente durmiente ha resistido -15°C , temperatura que no le ha causado ningún daño en invierno seco (Bolívar, 1982).

Una de las conclusiones de Jenkins (1946) con respecto al daño causado por las bajas temperaturas es que éste ocurre en proporción inversa al grado del estado durmiente.

Precipitación Pluvial

La precipitación media anual en el habitat natal del guayule varía de 127-635 mm con una extrema de 635mm; en cambio bajo condiciones cultivables requiere de 279-635mm según estudios de precipitación hechos por el ERP. Una precipitación anual menor de 356 mm definitivamente tiene que ser complementada con riegos.

El arbusto silvestre puede producir hule en un porcentaje económicamente costeable a los siete años, ya que la humedad es quizá el factor determinante.

Requerimientos Edáficos

En su habitat natural el guayule está confinado en pendientes y crece donde los suelos son pedregosos, permeables, bien drenados, aireados, altamente calcáreos; textura que varía de gruesa a media (ya que no tolera encharcamientos); el rango de pH 6-8.5 con crecimiento óptimo en el rango de 7.2-8.3 (Office of Arid Land Studies, University of Arizona y Midwest Research Institute Kansas City, 1979).

Los suelos pesados generalmente coinciden con excesos de humedad, lo que ocasiona que las plantas sean atacadas por hongos.

El arbusto varía en tamaño, peso y contenido de hule de acuerdo con los cambios de retención de humedad del suelo, así como su disponibilidad.

Fertilidad del Suelo

Al igual que otras plantas, el guayule crece bien en suelos moderadamente fértiles, pero no responde notablemente a la mayoría de los fertilizantes como lo indican los numerosos experimentos realizados. Sin embargo, Bonner (1944) concluyó que el crecimiento y acumulación de hule fueron aumentados por el suministro de Nitrógeno (14-17 meq/l) más que cualquier otro macroelemento; la deficiencia de fósforo los disminuyó y el Calcio y Potasio no tuvieron ningún efecto. También Kelley et al. (1945) encontraron lo mismo en cuanto al Nitrógeno (N) sólo que concluyeron que era dudoso que el uso del fertilizante fuera provechoso en la mayoría de los suelos, ya que él y Hunter (1946) en el Valle de San Joaquín hicieron aplicaciones de fertilizante y sí aumentaron el peso del arbusto, pero disminuyó la cantidad de hule.

Ellos mismos, un año antes, no encontraron respuesta del guayule al Boro, Cobre, Manganeso, Zinc, Fierro y Magnesio.

Hilgeman (1946) realizó un trabajo sobre fertilización en guayule crecido en suelos de textura migajón-arcillosa y arenosa de Phoenix, Ariz., concluyendo que los fertilizantes nitrogenados y fosfatados no incrementaron el crecimiento a la producción de hule. En cambio, en suelos de textura areno-arcillosa de Juárez, Chih., la producción de

hule se incrementó con una dosis de 20 kilogramos por hectárea de Fósforo (Bolívar, 1982).

En los últimos años se ha iniciado nuevamente la investigación relacionada a la fertilización, con el objeto de determinar la óptima para una producción máxima de hule. Así, la demuestra Thomas (1983) en su trabajo realizado en hidroponia donde probó 28, 56, 112 y 224 ppm de N; 7.75, 15.5 y 31 ppm de P y K en 39 y 78 ppm. La solución no varió en cuanto al Mg, Ca y S que contuvo 24, 40 y 80 ppm respectivamente. Encontró que el N afectó significativamente la producción de materia seca, composición química de la hoja, tallo y la concentración de hule, siendo la máxima producción con 112 ppm de N, también aumentó la concentración de Mg y Na disminuyendo el Ca y K. El K aumentó significativamente sólo la concentración de K en los tejidos de la planta.

Rubis (1983) evaluó tres fuentes de fertilizantes: Urea, fosfato de amonio y nitrato de calcio sobre producción de semilla, tamaño de la planta y producción de biomasa. El nitrato de Ca produjo un incremento de estas variables en un 20 por ciento con respecto al testigo.

En un trabajo reportado por Bucks et al. (1984) sobre la respuesta del guayule a las aplicaciones de agua y nitrógeno en un suelo arenoso se concluye que el contenido de hule se aumenta en un 35 por ciento en este suelo, comparado con un migajón, atribuido a una mejor aireación del suelo y a un desarrollo radical más vigoroso.

Algunos Requerimientos Nutricionales

Para la realización de este tipo de investigación, la técnica más adecuada es la hidroponia, la cual contribuye a la determinación de los efectos, dando a conocer con claridad los síntomas de las deficiencias a excesos nutricionales (Sánchez y Escalante, 1983).

La ventaja de la hidroponia con respecto a la investigación de problemas nutricionales en el suelo, según Sánchez y Escalante (1983) es que los factores edáficos pueden ocultar o distorsionar los efectos de una deficiencia o un exceso de nutrimentos. Así mismo señalan que al trabajar con cultivo en agua se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o exceso de nutrimentos, controlar perfectamente el pH y utilizar agua con alto contenido de sales.

En lo referente a la investigación sobre nutrición en guayule, se puede decir que a nivel mundial, es incipiente, por lo cual la información existente no es suficiente como para establecer contundencia en los resultados obtenidos.

Nitrógeno

Es un elemento que controla el crecimiento y fructificación de la mayoría de las plantas. Dentro de la planta es muy móvil y constituye una variedad de compuestos orgánicos esenciales para la estructura y metabolismo de las plantas. El Nitrógeno (N) conforma los ácidos nucleicos, proteínas, clorofila y varias coenzimas (Sutcliffe y Baker, 1978).

Los síntomas de deficiencia y excesos no están bien definidos, ya que dependen de la clase de planta, parte de ésta, etcétera.

Síntomas Visuales de Deficiencia. Uno de los síntomas más comunes en las plantas, en general, presentados por deficiencia de Nitrógeno (-N) es una pérdida uniforme del color verde de las hojas.

Sutcliffe y Baker (1978) reportan como deficiencia de nitrógeno una clorosis en las hojas debido a la falta de clorofila y los tallos se tornan rojos o púrpura por el exceso de antocianinas.

En aguacate esta deficiencia se manifiesta con una pérdida del color verde, una reducción en el crecimiento vegetativo; caída prematura de las hojas y reducción en la producción (Jones, 1973).

Las plantas indicadoras de deficiencias de N son, según el mismo autor, el maíz, manzano, durazno, cítricos, etcétera. En general, los cultivos no leguminosos de cobertura son los mejores indicadores de la deficiencia de este elemento.

Síntomas Visuales de Toxicidad. El límite entre el exceso y el nivel óptimo de nitrógeno (N) es una transición gradual.

El exceso de nitrógeno, en general, causa un crecimiento excesivo y una reducción en la producción. En forma

particular en el tomate y aguacate disminuye la producción; pérdida en la calidad de la papa, de la caña de azúcar y remolacha (Jones, 1973).

Fósforo

El fósforo en la planta juega un papel esencial en los procesos metabólicos: Adenosín difosfato (ADP) y trifosfato (ATP), además es un componente de los ácidos nucleicos, ribonucleico y desoxirribonucleico (ARN, ADN) y de los fosfolípidos (Sutcliffe y Baker, 1978).

Síntomas Visuales de Deficiencia. En muchos casos la deficiencia de este elemento no puede ser detectada rápidamente por síntomas visuales.

La sintomatología reportada por Bingham (1973) es que el follaje se torna verde oscuro con una coloración púrpura, especialmente en el envés de la hoja debido a que se agrava la coloración de antocianinas; pobre desarrollo radical; caída prematura de las hojas. Además de estos efectos causados por la deficiencia de fósforo (-P), Mengel y Kirkby (1979) agregan que, en árboles frutales, se reduce el crecimiento de nuevos brotes, la apertura y desarrollo de las yemas es insatisfactorio y disminuye la formación de frutos y semillas. No sólo disminuye la producción sino también la calidad de éstos.

Los efectos se deben a la reducción de la síntesis de proteínas, la que se manifiesta con manchas necróticas en

hojas y tallos (Sutcliffe y Baker, 1978).

Los primeros síntomas se presentan en hojas adultas por la gran movilidad del fósforo.

Las plantas consideradas por Bingham (1973) como indicadoras de la deficiencia de este elemento son la lechuga romana, el tomate y el maíz.

Síntomas Visuales de Exceso. La sintomatología presentada por el exceso de este elemento se manifiesta por efectos secundarios como son deficiencia de Cobre (-Cu), Hierro (-Fe) y Zinc (-Zn). Por ejemplo, en el aguacate el exceso de Fósforo (+P) se refleja como deficiencia de Zn ; en cítricos como deficiencia de Zn , de Cu o deficiencia de Cu y Zn y en el tomate se reduce el crecimiento (Bingham, 1973).

Calcio

El Calcio (Ca^{2+}) juega un papel muy importante en las plantas debido a que es requerido en la división y elongación celular. También en forma de pectato de calcio, forma parte de las paredes celulares. Sales de cada ácido fosfatídico, son esenciales en las membranas para mantener su estructura y propiedades (Sutcliffe y Baker, 1978).

Síntomas Visuales de Deficiencia. La deficiencia del Ca^{2+} se caracteriza por la reducción en el crecimiento de los tejidos meristemáticos. El órgano que es afectado primero es la raíz y posteriormente la parte aérea.

Sutcliffe y Baker (1978) menciona que la raíz no crece bien y toma una coloración café.

Para Mengel y Kirkby (1979) la deficiencia de este elemento se observa en las partes terminales, muerte regresiva de la yema y en las hojas jóvenes. Estas presentan clorosis marginal, malformaciones y posteriormente necrosis. Las sustancias de color café se acumulan en los espacios intercelulares y tejidos vasculares las que pueden afectar el transporte.

Chapman (1973) considera a la alfalfa como planta indicadora de deficiencia de calcio.

La traslocación del Ca^{2+} en el xilema puede ser disminuida por la toma de Nitrógeno en forma de NH_4 , stress hídrico y concentraciones de sales en el suelo.

Es importante mantener un nivel adecuado de Ca^{2+} en tomate y manzana, por que de lo contrario, provocaría "pudrición apical del fruto y mancha amarga".

Síntomas Visuales de Exceso. Los efectos por exceso de Calcio están relacionados con el ión con el que se encuentra asociado. Así, por ejemplo, cuando se encuentra combinado con carbonatos disminuye la disponibilidad de otros como son Manganeso, Fierro, Zinc, Boro, Cobre y Fósforo (Chapman, 1973).

Realmente existe muy poca literatura que reporte la sintomatología causada por exceso de Calcio.

Magnesio

El Mg^{2+} es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, ya que se encuentra presente en el centro de la molécula de la clorofila; está contenido en el ácido fólico en los cereales y es un activador enzimático en los procesos de fosforilación (Mengel y Kirkby, 1979).

Síntomas Visuales de Deficiencia. Los síntomas de deficiencia difieren entre especies vegetales, aunque pueden mencionarse algunas características generales. El Mg^{2+} es un elemento muy móvil vía floema, razón por la cual se presenta la sintomatología en hojas adultas y posteriormente en jóvenes.

Lo primero que se observa es clorosis intervenal, acumulación de clorofila. La clorosis puede empezar en el ápice o en los márgenes de la hoja seguida de necrosis. En las monocotiledóneas la acumulación de clorofila se sitúa en la base de la hoja. Esta se debe a la falta de síntesis de proteínas.

Además de esta sintomatología, Embleton (1973) agrega defoliación prematura, lo que hace que tanto el crecimiento como la producción disminuyan.

Embleton (1973) considera el encino blanco, a la papa, entre otras, como plantas indicadoras de la deficiencia de magnesio.

Síntomas Visuales de Exceso. Existe muy poca información sobre sintomatología visual causada por el exceso de este elemento.

El autor anterior observó, en hojas jóvenes de papa, una deformación al emerger; la porción apical permaneció enrollada; así como una deformación en espiral en la parte más baja de la hoja. También el ancho de ésta se redujo.

Desde su punto de vista, el exceso de Mg^{2+} se debe al incremento de uno o más elementos en la planta sin que necesariamente se cambie el suministro de Mg^{2+} .

Salinidad

Wadleigh y Gauch (1944) condujeron un experimento para determinar la respuesta de la planta de guayule a una, dos y tres presiones osmóticas (atm) de cuatro sales: Na_2SO_4 , $NaCl$, $CaCl_2$ y $MgCl_2$. Encontraron que el guayule era muy sensible al Mg ya que las plantas murieron con la más baja concentración usada; sin embargo el mejor desarrollo se obtuvo con el $CaCl_2$ a 3 atm. Las plantas fueron más sensibles al Na_2SO_4 que al $NaCl$ en iguales presiones osmóticas. Concluyeron "que el guayule no se puede considerar como planta tolerante a las sales".

Las plantas de guayule son grandemente afectadas por la salinidad causada por dos de las cuatro sales probadas por los autores anteriores: $NaCl$ y Na_2SO_4 según estudios realizados por Retzer y Mogen (1945) en dichos estudios con-

cluyen que el guayule crece bien cuando la concentración de las sales no exceden del 0.3 por ciento, pero si varía de 0.3 a 0.6 por ciento en los primeros 60 cm retarda marcadamente su crecimiento y si es mayor de 0.6 por ciento causa la muerte de la planta.

Ellos mismos notaron que los porcentajes de hule aumentaban al incrementarse el contenido de sales, pero disminuía el tamaño de los arbustos, disminuyendo en consecuencia, el rendimiento total de kilogramos de hule por hectárea.

A pesar de los resultados obtenidos, con respecto a la salinidad, en años anteriores, actualmente se le está dando importancia a este aspecto, así como a otros factores que combinados con él, puedan influir en la tolerancia a la salinidad y aumento en la producción de hule.

La respuesta a las concentraciones de sal durante la germinación y la tolerancia a la misma, dependen de las condiciones genéticas de los materiales, según Miyamoto et al, (1982).

Por otra parte, Grass et al. (1983) interrelacionaron la salinidad del suelo con la densidad de población, siendo esta última de 81,000 plantas por hectárea, y con una Conductividad Eléctrica de 9 milimhos por centímetro. Los resultados preliminares indican que la producción de hule más alto se obtuvo cuando las plantas estuvieron sometidas a la competencia, a la salinidad o a ambos.

Maas et al. (1983) utilizaron aguas salinas con las siguientes concentraciones de sales: 0.75, 1.5, 3, 6, 9, y 12 milimhos por centímetro para regar plantas de guayule y determinar su efecto en peso fresco, contenido de hule y resina. Los resultados obtenidos fueron de que la salinidad no incrementó la concentración de hule. Estos resultados preliminares indican que a pesar del crecimiento reducido la producción de hule no fue afectada por agua con una conductividad eléctrica (C.E) mayor de 12 milimhos.

Un año después (1984) estos mismos autores determinaron las conductividades eléctricas de las zonas radicales (CEe) de los seis tratamientos mencionados anteriormente: 5, 5.8, 10, 14, 17 y 19 milimhos por centímetro. Los resultados fueron de que la producción de materia seca disminuyó cuando la salinidad excedió de 6 milimhos por centímetro (C.Ee = 14 mmhos/cm). Las plantas empezaron a morir con las conductividades eléctricas de 9 y 12 milimhos por centímetro.

La concentración de hule en las plantas que promedió 6.1 por ciento en base a peso seco, no fue afectado por la salinidad del suelo en ningún tratamiento. La concentración de resina se incrementó con la salinidad más alta.

Se han realizado trabajos para estudiar los efectos de la salinidad en la germinación, emergencia y transplante de plantas de guayule y los resultados obtenidos son los siguientes:

Miyamoto et al. (1983) llevaron pruebas de germinación en laboratorio usando tres variedades de guayule; las cuales fueron regadas con soluciones salinas de una C.E. que varió de 0 a 33 milimhos por centímetro. La emergencia se probó en invernadero usando suelo limo-arenoso regado con aguas salinas de un rango de C.E. de 0 a 7 milimhos por centímetro. Las pruebas de campo se realizaron en suelos de textura fina con aguas salinas de 0.8, 2.2 y 4.5 milimhos por centímetro. Se evaluó la emergencia, mortalidad y salinidad del suelo.

La germinación obtenida con la solución salina de 22.0 milimhos por centímetro, varió de 60-85 por ciento. La emergencia en invernadero se redujo cuando se incrementó la salinidad, en el campo también se redujo cuando se regó con el agua que contenía 4.5 milimhos por centímetro. La mortalidad de las plantas se incrementó con la salinidad; las sales introducidas por el agua de riego se acumularon principalmente en los primeros 5 cm de la capa de suelo, cuando las concentraciones del C.E. varió de 4 a 22 milimhos por centímetro. Estas sales causaron la mortalidad de las plantas por haber dañado al hipocotilo. Este daño puede ocurrir en suelos clasificados como no salinos si se riegan con agua con una salinidad de 1 milimho por centímetro.

En lo que al transplante se refiere, Miyamoto et al. (sin publicar) indican que las plantas de guayule pueden ser establecidas en primavera con pérdidas mínimas de transplante, pero con crecimiento reducido usando aguas salinas. La

reducción del crecimiento parece ser causado por efectos combinados de presión osmótica y Na , pero no Mg .

Mejoradores del Suelo

Los mejoradores orgánicos ayudan a estructurar el suelo y mantener los gránulos formados durante la labranza.

La existencia de una buena estructura con abundancia de agregados mejora la relación de agua y aire en el suelo ya que establece un equilibrio entre los macro y microporos (Worthen y Aldrich, 1980).

El resultado del estudio realizado por Contreras (1985) coincide con los reportados por otros autores en que se mejoran las propiedades físicas del suelo, entre ellas la densidad aparente, la agregación y la humedad aprovechable con el incremento de la dosis de mejoradores orgánicos. Encontrándose entre ellos la gallinaza y el tamo de dátil, siendo este último el más importante tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Silveyra y Narro (1986) lograron los mismos resultados que Contreras (1985) al trabajar con mejoradores, en particular con tamo de dátil y concluyen que en general, los me mejoradores favorecen la prosidad del suelo, lo que ocasiona un aumento en el rango de la humedad aprovechable del suelo.

Requerimientos Hídricos

El efecto del riego sobre la producción de hule ha sido objeto de muchos estudios, ya que es uno de los principales factores que influyen en el rendimiento de hule.

Según Olson (1944), Rotty (1944) y Bullard (1945) el guayule aumenta su contenido de hule a tensiones altas más que en las bajas.

Las plantas de vivero que crecen bajo alta tensión de humedad pueden ser transplantadas en cualesquier época del año, logrando que sobrevivan más del 90 por ciento, creciendo más y vigorosamente que las que lo hacen a bajas tensiones. Las primeras mueren menos cuando son transplantadas, no solamente en tierras bajo riego, sino más particularmente en tierras de secano donde la precipitación ocurre ciertos meses del año. Estos estudios fueron reportados por Kelley et al. (1945).

Bolfivar (1982) determinó que a mayor uso consuntivo (U.C) disminuye la concentración de hule. El U.C óptimo en Juárez, Chih., fue de 236 mm con un coeficiente de desarrollo promedio $(Kd) = 0.23$.

Fangmeier et al. (1983) y Nakayama y Bucks (1984) también estudiaron la respuesta del guayule a diferentes niveles de humedad. Los resultados obtenidos por los primeros indicaron que el porcentaje de hule fue más bajo para el nivel más alto de agua. Los análisis estadísticos de los segundos mostraron que los niveles de riego más altos, inremen

taron significativamente la producción de hule, pero la concentración de éste tendió a ser mayor en el tratamiento de riego más bajo.

Plagas

El guayule cultivado generalmente sufre más severamente del daño causado por insectos que el que crece en su habitat natural. Las más importantes son los chapulines y la chinche *lygus*. Esta última causa daños más severos que los primeros, sobre todo *Lygus hesperus* y *L. sallei* según estudios realizados por Romney et al. (1945) Mc. Ginnies y Mills (1980) reportaron otros de menor importancia como son: hormigas, termitas, diabrótica, áfidos, araña roja, trips y el escarabajo de la corteza (*Pityophthorus nigricans*) que fue reportada en nuestro país. Keifer (1952) encontró algunos nemátodos en California, sin embargo, Allen y Thorne (1943) y Allen (1944) concluyeron que el guayule es un huésped poco favorable para el nemátodo del nudo de la raíz.

Enfermedades

Para Campbell y Presley (1946) las pérdidas por enfermedades, tanto en viveros como en guayule cultivado, con o sin riego, no son importantes. Sin embargo, en suelos mal drenados o en aquellos bajo riego, se han encontrado enfermedades causadas por hongos como son: marchitez por *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum*) pudrición de la raíz (*Phytophthora*). Los terrenos infectados por este hongo deben evitar

se. Pudrición por sclerotina (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.), estos hongos causaron grandes pérdidas en los viveros de guayule en Salinas, Calif., aunque atacan otros cultivos. Existe otro hongo que se asocia con *Sclerotinia* en las mismas áreas llamado *Botrytis cinerea* Pers. y dampingoff, causado por un conjunto de hongos como son especies de *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Phytophthora*, se presenta antes y después de la emergencia de las plantas dando una apariencia de marchitamiento.

Ykema y Stutz (1983) reportan los resultados preliminares referentes a un estudio que hicieron para evaluar la patogenicidad de especies de *Fusarium* en raíces de guayule. Estos indican que no todas las especies de *Fusarium* son patógenas, pero sí encontraron que dos aislados de *F. oxysporum* fueron determinadas como patógenas causando necrosis en la raíz.

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental.

Este experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Ciencias Básicas e Invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAA"AN) en Buenavista, Coahuila (Figura 3.1), cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud 25° 22' 41" N

Longitud 101° 00' 00" W

Altitud 1770 metros sobre el nivel del mar.

Para llevar a cabo este trabajo fue necesario realizarlo por etapas. Estas fueron las siguientes:

- 1a. Prueba de Germinación.
- 2a. Desarrollo de Planta.
- 3a. Hidroponia.

Prueba de Germinación.

Esta etapa consistió en la realización de la prueba de germinación de las tres variedades a utilizar, la cual se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la misma Universidad.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Variedades: GN576; G-11591 y G-11633.
2. Rangos de salinidad: 0-4; 4-8; 8-13 y > 20 milimhos por centímetro.
3. Tipos de sales: CaCl_2 , MgCl_2 y NaCl .

El diseño utilizado fue arreglo combinatorio de $3 \times 4 \times 3$ con distribución completamente al azar. Cada tratamiento se repitió tres veces y se utilizó la caja de petri de poliestireno como unidad experimental. Considerándose como tal, variedad, rango de salinidad y tipo de sal.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$$\epsilon_{ijkl} \sim N(\mu, \sigma_e^2)$$

donde:

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2$$

$$l = 1, 2, \dots, rn$$

$$i = \text{Variedad.}$$

$$j = \text{Rango de salinidad}$$

$$k = \text{Tipo de sal.}$$

$$l = \text{número de repeticiones}$$

Las variedades seleccionadas fueron las identificadas en el Programa de Mejoramiento de la UAA"AN" con los números cuatro, 10 y 16. Esta selección se hizo en base a su baja, media y alta producción de hule producida en experimentos an-

teriores, como puede observarse en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Variedades utilizadas en base a su contenido de hule según el Programa de Mejoramiento de la UA A"AN".

VARIEDAD	IDENTIFICACION	% DE HULE
4	GN - 576 (NSSL) Ser # 20036 Pa A-20	21.7
10	G - 11591 (NSSL) Ser # 70026 Pa A-7	31.7
16	G - 11633 (A48124NSSL) Ser # 20021 Pa A-5	14.7

Los rangos de salinidad y los tipos de sales utilizados se muestran en el Cuadro 3.2. Para alcanzar estas conductividades eléctricas (C.E) se usaron las sales que predominan en el suelo utilizado en este experimento. Ambos son resultado de análisis químicos realizados en una investigación previa (Cortés, 1983).

Cuadro 3.2. Composición química de los tipos de suelo del área bajo estudio.

CLASE DE SALINIDAD DE A CUERDO A SU C.E.	C.E	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ Cat.	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Σ An
1a. CLASE	2.36	23.0	18.6	21.6	3.80	67.0	0.15	2.0	33.53	33.55	69.73
2a. CLASE	6.67	23.9	30.63	10.7	3.15	68.38	0.2	2.3	10.09	55.81	68.40
3a. CLASE	9.80	22.12	56.06	27.0	1.88	107.07	0.2	1.67	15.86	86.33	104.06
4a. CLASE	24.0	36.97	25.54	20.17	3.63	86.31	0.2	3.0	42.61	40.51	86.32

Una vez seleccionadas las variables en estudio se iniciaron las pruebas de germinación. Para ello se procedió a limpiar la semilla, se colocaron 50 semillas de cada variedad sobre una cama de algodón y papel filtro en cajas de petri, donde fueron regadas con cada una de las soluciones preparadas (Figura 3.2) e introducidas a la germinadora a una temperatura de 28°C (Figura 3.3).

Diariamente y por un período comprendido entre el tres y 22 de febrero de 1984, se hizo el conteo, se controló el contenido de humedad y el ataque de hongos en cada una de las cajas de petri (Figura 3.4). Para ello se utilizaron las soluciones salinas preparadas y una solución de 0.7 gramos por litro de arazán.

Se seleccionaron, por su vigorosidad, algunas plántulas de las cajas de petri de poliestireno, se transplantaron en charolas (Figura 3.5) para llevarlas a un invernadero de la misma Universidad y posteriormente pasarlas a bolsas de polietileno (Figura 3.6). Las plantas que sobrevivieron serán evaluadas otra vez, para ser utilizadas como banco de semilla de plantas tolerantes a los rangos y tipos de sales en estudio. La primera colecta de semilla se hizo una vez que las plantas tuvieron seis meses de edad.

El parámetro a evaluar fue el porcentaje de germinación.

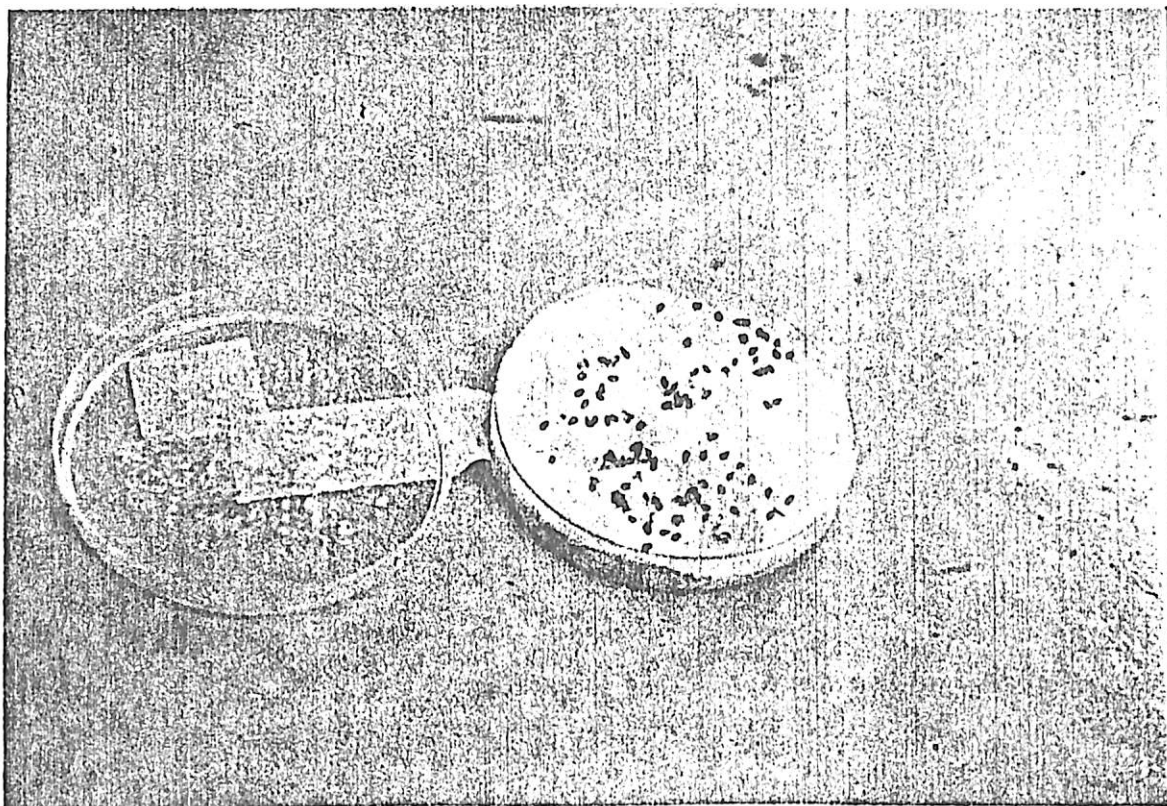


Figura 3.2. Distribución de las semillas en la prueba de germinación.

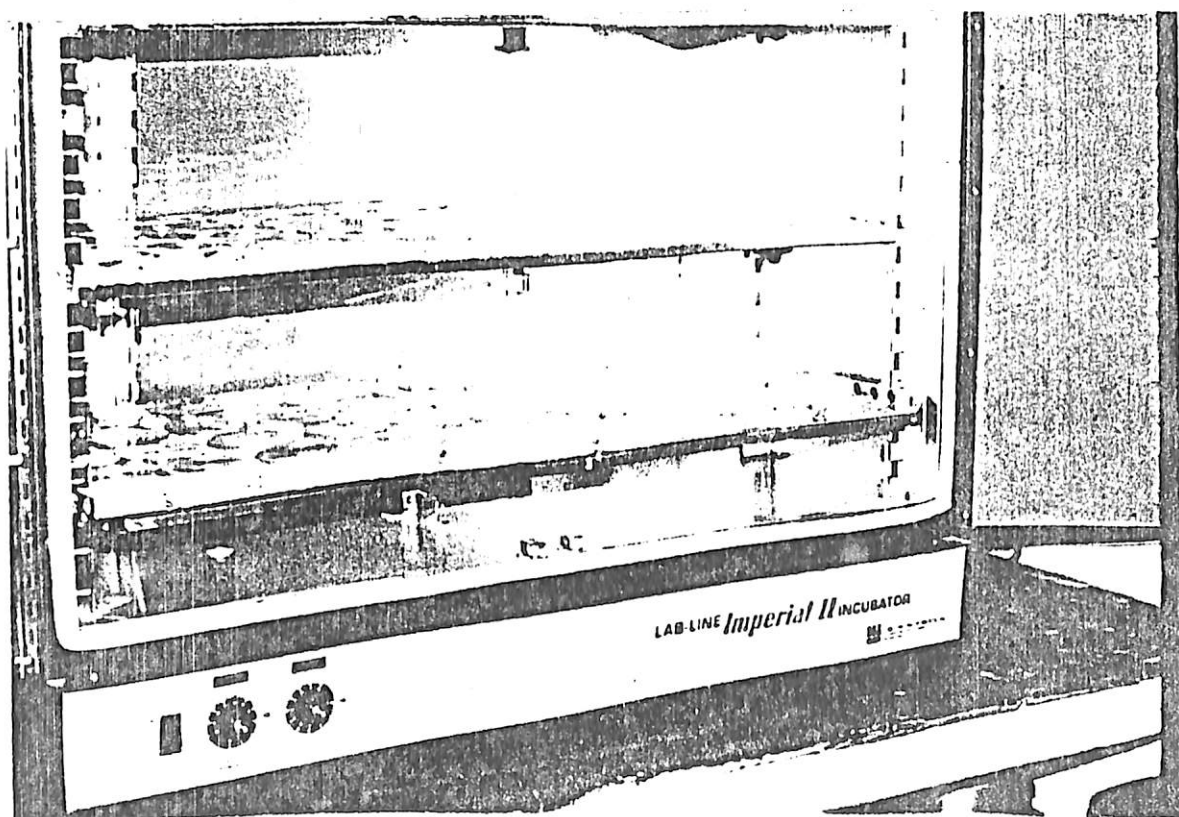


Figura 3.3. Germinadora mostrando las cajas de petri en la prueba de germinación.

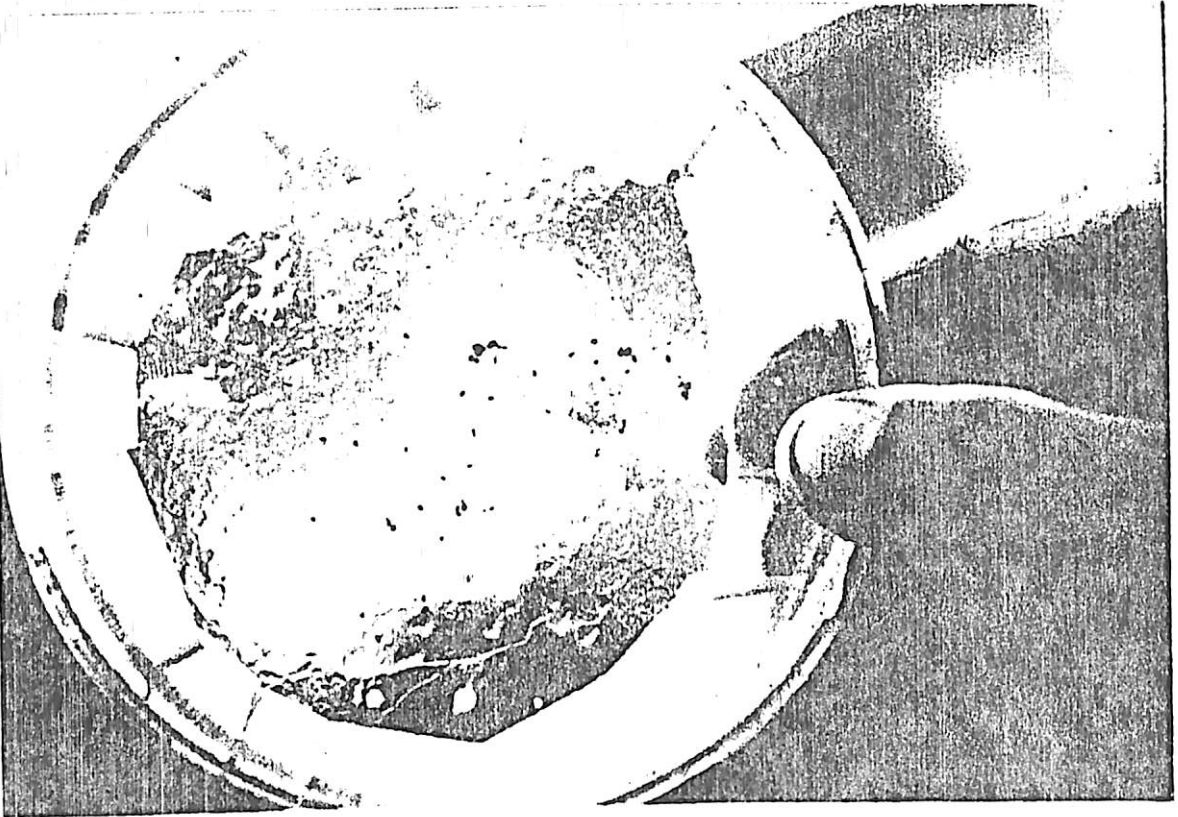


Figura 3.4. Colonia de hongos desarrollada durante las pruebas de germinación.



Figura 3.5. Plántulas transplantadas provenientes de las cajas de petri.

Desarrollo de Planta

Como actividades previas al establecimiento de las plantas para su desarrollo, se realizaron los trabajos para la producción de éstas. Se trajo tierra orgánica, se tamizó se trató con bromuro de metilo por un período de 48 horas como se muestra en la Figura 3.7; se ventiló durante siete días para posteriormente ser colocada en una cama de concreto sobre una capa de grava de un espesor de 5 cm localizada dentro de uno de los Invernaderos de la Universidad.

La semilla utilizada en el almácigo recibió un tratamiento previo a su siembra que consistió en un remojo en agua durante 12 horas, después fue tratada con hipoclorito de sodio al dos por ciento (1 litro de hipoclorito en 2 litros de agua) con el propósito de romper cualesquier impedimento fisiológico y facilitar la germinación; se enjuagó con agua, se puso a secar para proceder a la siembra. Una vez realizada ésta se le estuvo proporcionando el agua requerida así como también una solución de benlate (7 g/10 litros de agua) con objeto de evitar el ataque de *damping-off*.

De esta actividad se obtuvieron los datos inherentes a los días a la emergencia de cada una de las variedades.

El establecimiento de las plantas se llevó a cabo sobre los cuatro tipos de suelo, traídos de Parras, Coah. con las C.E sujetas a estudio. Estos forman parte de un predio ejidal perteneciente al ejido Parras estudiado por Cortés, B. (1983) y para su elección, nos basamos en los resulta



Figura 3.6. Banco de semilla formado por las plantas sobrevivientes del transplante a charolas.

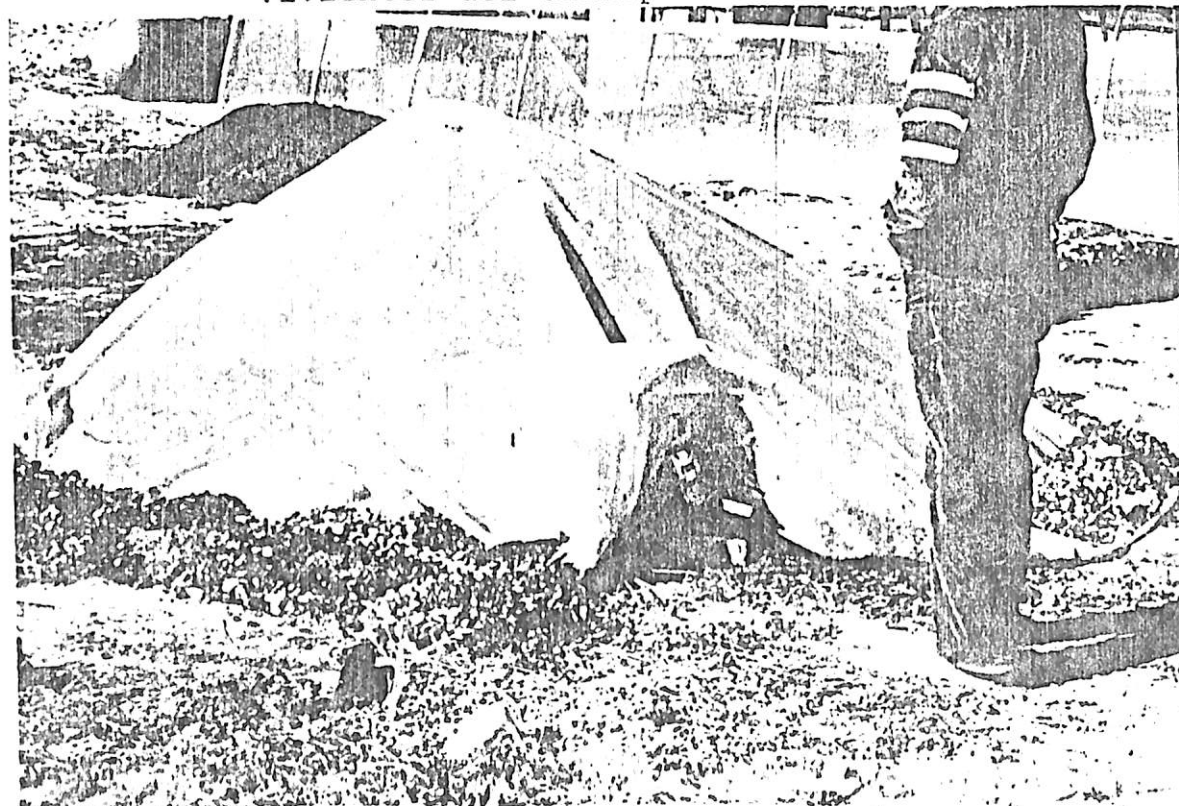


Figura 3.7. Tratamiento de la tierra orgánica con bromuro de metilo para su esterilización.

dos de los análisis físico-químicos realizados y reportados por él.

Una vez que las plantas del almácigo tuvieron una edad de tres meses, se procedió el transplante, considerando los factores a probar:

a). Cultivares (cv):

1. GN-576
2. G - 11591
3. G - 11633

b). Niveles de salinidad (CE):

1. 0-4 milimhos por centímetro (testigo)
2. 4-8 milimhos por centímetro.
3. 8-13 milimhos por centímetro
4. >20 milimhos por centímetro

c). Dosis de mejorador (tamo de dátil):

1. Sin mejorador (testigo).
2. 5 toneladas por hectárea.

La composición del tambo de dátil es:

Materia Seca	93%	N total	48%
Cenizas	9.24-6.1%	Fósforo	0.1 µg/g
Proteínas	10.9 -3 %	Fierro	18 µg/g
Grasas	6.1%	Sodio	0
Fibra cruda	52%	HCN	4.2 µg/g

El diseño experimental utilizado fue arreglo combinatorio de 3x4x2 con distribución completamente al azar. Cada tratamiento se repitió cuatro veces utilizando como unidad experimental la maceta.

El modelo estadístico correspondiente es el siguiente:

te:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$$\epsilon_{ijkl} \sim N(\mu, \sigma_\epsilon^2)$$

donde:

$i = 1, 2, 3$ (Variedades).

$j = 1, 2, 3$ (Rangos de salinidad).

$k = 1, 2,$ (Dosis de mejorador).

$i = 1, 2, \dots, r_n$ (Número de repeticiones).

A cada maceta se le puso 13 kg de suelo correspondiente a su tratamiento, se les mezclaron 19 g de mejorador a las que debían llevarlo, esta cantidad se obtuvo considerando una profundidad de suelo (P_r) = 0.30 m y una densidad aparente promedio (\bar{D}_a) = 1.09 g/cm³.

Una vez preparadas las macetas se les colocó una planta de la variedad correspondiente a cada una de ellas como se observa en la Figura 3.8, se regaron y se acomodaron en el invernadero de acuerdo al sitio que les correspondió.

Una semana después, se inició el riego, aplicando 1 lt de agua a cada maceta. Se observó un alto porcentaje de mortandad en las plantas de uno de los tratamientos de salinidad, independientemente de si tenían o no mejorador. Después de cada riego se escarificó cada unidad experimental con el objeto de evitar el lavado de sales en los riegos subsiguientes debido a que estos suelos, en general, son de tex

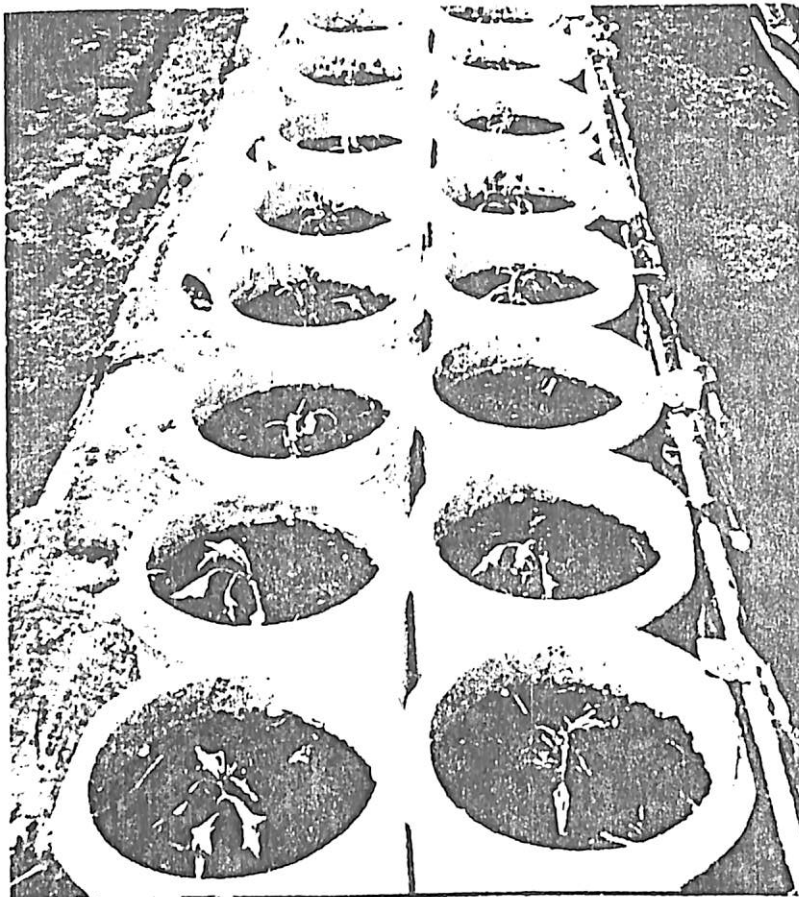


Figura 3.8. Panorama general del acomodo de los diferentes tratamientos en el invernadero.

tura pesada y cuando se secan se agrietan.

Las características a medir fueron:

- a). Mortandad (%)
- b). Altura de planta (cm)
- c). Diámetro de la capa (cm)
- d). Diámetro del tallo (cm)

Estas mediciones se hicieron cuatro y 10 meses después del establecimiento del experimento. Algunas de las plantas muertas, fueron llevadas al laboratorio para determinarles la causa de su muerte. Mientras se obtenían los resultados se les aplicó 15 g de furdán granulado al cinco por ciento a cada una de las macetas, así como una lechada formada de 6 g de tecto en 10 lt de agua, pre-

viendo que el daño fuera causado por nemátodos.

Un problema que se presentó con frecuencia fue el ataque de pulgón, así como también una clorosis en plantas establecidas en el suelo con el tercer rango de conductividad eléctrica (Suelo III). Al principio se le identificó como deficiencia de azufre (-S) por lo que se le asperjó sultrón en una concentración de 102 ml en 2 lt de agua. Esta práctica se repitió a la semana ya que no se observaron cambios en estas plantas.

Se tomaron muestras del agua de riego y de los suelos con el objeto de determinar la calidad de aquélla, así como para elaborar la curva característica de humedad y confirmar los rangos de salinidad establecidos.

En el mes de abril de 1985, seis meses después de la primera medición, se tomaron nuevamente la altura de la planta, diámetro de tallo y copa.

Hidroponia

Para reproducir la sintomatología producida por disturbios fisiológicos se llevó a cabo la hidroponia, donde se utilizaron plantas de una sola variedad y de tres meses de edad aproximadamente. Tanto los elementos nutritivos a probar como las fuentes de éstos se pueden observar en el Cuadro 3.3. La solución utilizada como patrón para la preparación de los tratamientos en esta etapa fue la completa de

Hoagland (Yañez, 1984) la cual fue preparada en el laboratorio de Horticultura de la misma Universidad (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.3. Variedad, fuentes y niveles de nutrientes utilizados como tratamientos en la prueba de hidroponia.

VARIEDAD	ELEMENTO	FUENTES	NIVELES (PPM)	
G - 11633	N	KNO ₃ y NH ₄ NO ₃	-N, 100, 200, 400 y 800	
G - 11633	P	H ₃ PO ₃	-P, 15, 30, 60 y 120	
G - 11633	Ca	CaSO ₄ ·2H ₂ O	-Ca, 100, 200, 400 y 800	
G - 11633	Mg	MgSO ₄ ·7H ₂ O	-Mg, 25, 50, 100 y 200	
G - 11633	*TESTIGO	Sol. Completa Hoagland'	N = 94 Ca = 160	P = 46 Mg = 48

*El testigo fue considerado como un tratamiento más.

El diseño utilizado fue completamente al azar, con tres repeticiones y se utilizó la maceta como unidad experimental.

El modelo estadístico representativo es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t$$

$$j = 1, \dots, r$$

con:

μ = Media general.

τ = Efecto del tratamiento i .

ϵ = Error cometido al efectuar la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

t = Número de tratamientos.

r = Número de repeticiones.

Cuadro 3.4. Composición química de la solución completa Hoagland'. (Yañez, 1984).

SAL	CONCENTRACION DE LA SOLUCION MADRE.	CC/L EN SOLUCION NUTRIENTE
Solución Completa de Macronutrientos.		
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	1 μ	1
KNO_3	1 μ	6
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1 μ	4
$\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 μ	2
Solución Completa de Micronutrientos.		
H_3BO_3	2.86 g/l	
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81 g/l	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22 g/l	1
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08 g/l	
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.02 g/l	
Solución de Fierro*		10

Esta solución nos proporciona:

N = 94 ppm

P = 46 ppm

Ca = 160 ppm

Mg = 48 ppm

*Esta solución de Fe es tomada de una solución madre concentrada preparada de la siguiente forma:

0.08 gramos de Na-EDTA + 3 CC de FeCl_3 , al 10 por ciento y se afora a 360 CC.

Las plantas se colocaron en recipientes de 2 lt - pintadas de color negro, para evitar la formación de hongos. A éstas se les conectaron mangueras que condujeron el oxígeno provenientes de bombas utilizadas con ese fin (Figura 3.9). Lo primero que se hizo fue ajustar el pH de las soluciones a un rango de 7.5 - 8, utilizando para ello hidróxido de potasio al 5 por ciento, excepto en los tratamientos -K donde se usó hidróxido de sodio (NaOH - 5%) y para bajarlo, ácido clorhídrico en la proporción 1:1. El rango de pH ajustado es el mismo de los suelos utilizados.

La solución nutritiva se cambió, al principio, semanalmente, haciendo su respectivo ajuste de pH con las soluciones mencionadas anteriormente, según fuera el caso. Posteriormente se cambiaron las soluciones cada dos semanas y el volumen de solución nutritiva consumida por las plantas se completó con agua destilada.

Para evitar que las plagas y enfermedades enmascararan la sintomatología presentada por los tratamientos en estudio, se tuvo cuidado de controlarlas. Para la identificación del agente causal, en el caso de enfermedades, se llevaron muestras (plantas muertas) al laboratorio de Parasitología.

Una vez que las plantas empezaron a presentar diversos síntomas se colectaron las hojas y se sometieron a un tratamiento con el objeto de conservarlas.

Estas actividades iniciaron en el mes de septiembre de 1985 para concluir en abril de 1986.

Las características evaluadas fueron:

- a). Altura de la planta (cm).
- b). Diámetro del tallo (cm).
- c). Sintomatología presentada (apreciación visual).



Figura 3.9. Panorama general de las plantas en solución nutritiva (hidroponia).

CAPITULO 4
RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se describen a continuación:

Germinación

En la prueba de rango múltiple (Duncan) aplicada a las variedades, tipos de sal e interacción de ambos utilizados en la germinación, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en los Cuadros 4.1, 4.2 y 4.3.

Cuadro 4.1. Prueba de rango múltiple (Duncan) para la determinación de la mejor variedad en la germinación.

VARIEDAD	MEDIA	
4	30.35	a
10	17.89	b*
16	17.05	b

*Los tratamientos con letra igual no son estadísticamente iguales.

Se puede observar que la variedad 4 fue mejor ($P \leq 0.05$) que la 10 y 16. Estas dos últimas son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

El rango de diferencia entre la primera variedad y las otras dos es de 13 por ciento aproximadamente.

Cuadro 4.2. Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar los efectos de los diferentes tipos de sal en la germinación.

TIPOS DE SAL	MEDIA	
CaCl ₂	29.14	a
MgCl ₂	18.75	b
NaCl	16.66	ab

De esto podemos concluir que la sal que afectó menos en la etapa de germinación, fue la de CaCl₂.

Cuadro 4.3. Interacción entre rangos y tipos de sales (Duncan).

SAL	CE	MEDIA	
CaCl ₂	> 20	35.0	a
CaCl ₂	8-13	30.56	ab
CaCl ₂	4-8	28.33	abc
CaCl ₂	0-4	24.66	bcd
NaCl	0-4	21.55	cde
NaCl	4-8	21.11	cde
MgCl ₂	8-13	18.22	de
NaCl	> 20	18.0	de
MgCl ₂	0-4	17.89	de
MgCl ₂	4-8	16.89	e
MgCl	> 20	14.45	e
NaCl	8-13	14.33	e

Con el análisis anterior podemos concluir que con el CaCl₂ se obtuvo mayor porcentaje de germinación, no encon -

trándose diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las conductividades de 4-8, 8-13 y > 20 milimhos por centímetro a 25°C . Por lo que se puede afirmar que el CaCl_2 es el medio más propicio para lograr mayor porcentaje de germinación, coincidiendo con Wadleigh y Gauch (1944), sólo variando la presión osmótica (P.O) porque ellos obtuvieron la óptima a 3 atm y nosotros a 12.6. Así mismo, al igual que Miyamoto et al (1982) se comprobó la importancia de las características genéticas en la tolerancia a la salinidad en la etapa germinativa.

De las 50 plantas transplantadas a las bolsas de polietileno sobrevivieron sólo nueve sirviendo éstas, como banco de semilla ya que son plantas tolerantes a diversos rangos y tipos de sales, obteniéndose la producción de semilla. Los datos anteriores se observan en el Cuadro 4.4.

La variedad cuatro germinada en la solución con una $\text{CE} = 4-8$ milimhos por centímetro fue la que produjo mayor cantidad de semilla por planta.

Una planta de la variedad 16 germinada a una $\text{C.E.} = 8-13$ milimhos por centímetro provocada por MgCl_2 fue transplantada, sobreviviendo y desarrollándose normalmente, hecho que no coincide con lo reportado por Wadleigh y Gauch (1944), ya que ellos consideran al guayule, como una planta sensible al Mg (MgCl_2).

Cuadro 4.4. Plantas sobrevivientes al transplante utilizadas como banco de semilla, donde se muestra el número de plantas de cada variedad, así como su producción.

NUMERO DE PLANTAS	GENOTIPO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE) MMHOS/CM.	TIPO DE SAL	PRODUCCION DE SEMILLA (G)
1	GN - 576	0 - 4	CaCl ₂	0.2405
3	GN - 576	0 - 4	NaCl	0.336
1	GN - 576	4 - 8	CaCl ₂	0.4189
1*	GN - 576	> 20	CaCl ₂	-
2	G11591	> 20	CaCl ₂	0.0328
1	G11633	8 - 13	MgCl ₂	0.0883

* Esta planta murió a causa de un daño mecánico.

Desarrollo de la Planta

Después de haber tratado la semilla, sembrarla y tener todos los cuidados necesarios para asegurar una buena germinación se observó que el primer cv inició su emergencia a los cuatro días, como puede observarse en el Cuadro 4.5.

Realmente la diferencia en días a la emergencia es muy poca, ya que la máxima es un día. En donde sí hubo es en el tamaño que alcanzaron los tres cv en el almácigo (Figura 4.1). Al principio, la mayor altura la tuvo el cv G-1633, siguiéndole la N-576 y la G-11591 alcanzó aproximadamente la mitad de ésta última. Pero al final la más grande y uniforme fue la G-11591, luego la N-576 y la más pequeña fue la G-11633.

Cuadro 4.5. Número de días a la emergencia de los tres cv utilizados para el establecimiento del almácigo.

VARIEDAD	DIAS A LA EMERGENCIA
N-576	4
G-11633	4 1/2
G-11591	5

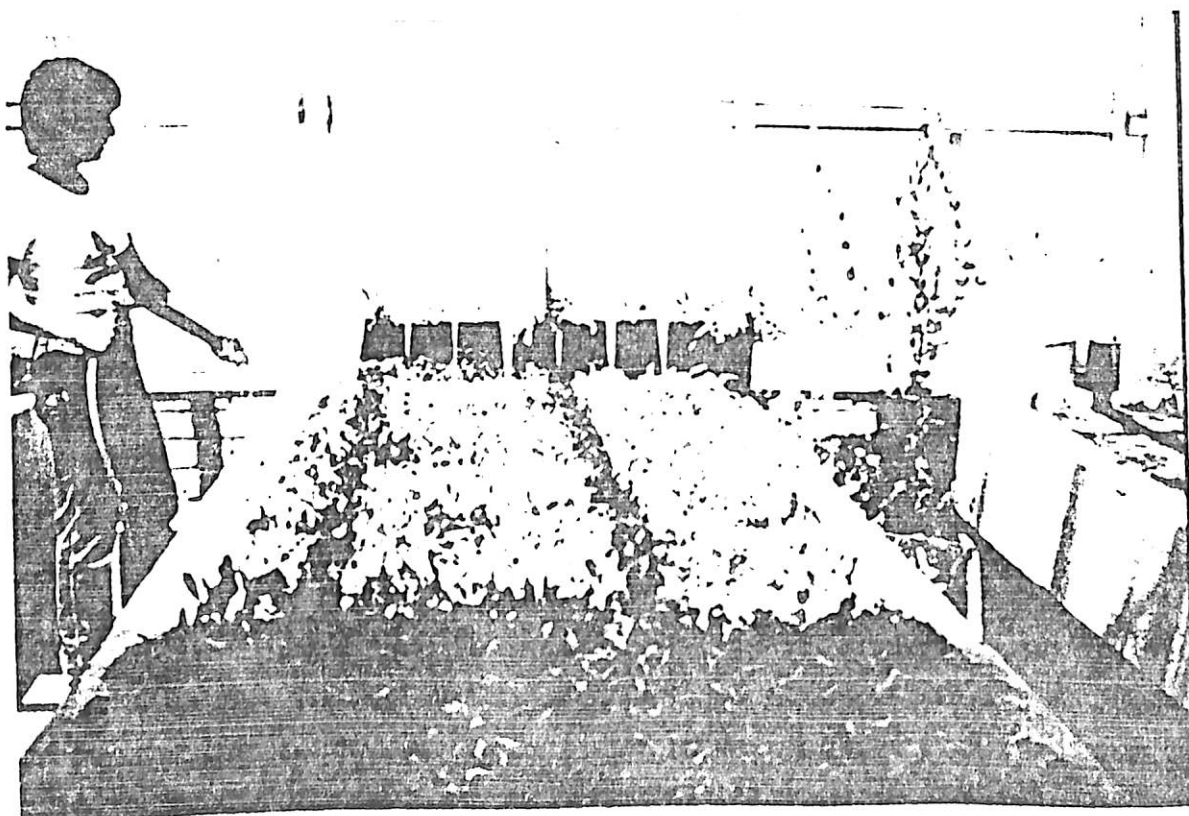


Figura 4.1. Almácigo mostrando las diferentes alturas de las plantas.

Una vez establecidas las plantas en su sitio definitivo se muestrearon los suelos para confirmar los rangos de la C.E inicialmente propuestos. Estos pueden ser observados en el Cuadro 4.6. Las diferencias reportadas en el Cuadro original y éste, se deben a la dinámica de las sales, y a que el contenido de humedad al momento de ambos muestreos, fue diferente.

Dos días después del transplante se empezaron a observar plantas muertas, correspondientes al suelo con la mayor C.E (34 mmhos), indistintamente si tenían o no mejorador y no importando tampoco la variedad.

Para finales del mes de julio se repuso el 28 por ciento del total de plantas establecidas al principio, éstas mismas murieron posteriormente debido a la alta concentración de sal y a que la temperatura dentro del invernadero fue extremosa por deficiencias en el funcionamiento de éste.

A inicios del mes de agosto del mismo año, se hicieron algunas mediciones en las plantas más vigorosas, ya que el resto de las sobrevivientes aún no tenían suficiente follaje.

A finales del mismo mes debido a un accidental exceso de agua, se tuvieron que drenar las macetas para evitar el ataque de hongos, agregándoseles un gramo de benlate con el mismo fin. Una semana después, se les adicionó 7 g por 10 lt de agua, ya que muchas de éstas plantas, presentaron, al principio, clorosis en las hojas jóvenes (Fi-

Cuadro 4.6. Rangos de salinidad (C.E) de los cuatro suelos (sin mejorador) utilizados, determinados al inicio del trabajo.

TIPOS DE SUELO	C.E EN MMHOS/CM
I	4.15
II	12.2
III	18.2
IV	34

gura 4.2), después en las adultas y posteriormente murieron aumentando con ello el porcentaje total de mortandad.

Debido a que se drenaron las macetas se tomaron nuevamente muestras de los cuatro suelos (sin mejorador) y del I con mejorador, pudiendo observarse que la concentración de sales aumentó, esto debido a que el contenido de humedad en el suelo con mejorador disminuyó ligeramente.

Aún después del tratamiento preventivo contra el ataque de hongos algunas plantas murieron por lo que se tomó una como muestra, la variedad G-11591(10) suelo número II (C.E 12.2) y se llevó al laboratorio para hacer cultivos y determinar la causa de su muerte. Los síntomas visuales fueron: raíz podrida, de color café. Los resultados preliminares indicaron nemátodos, quistes de éstos mismos, filamentos de hongos, que posteriormente fueron identificados como *Alternaria* y *Fusarium moniliforme*. Después, se reportó que en una muestra se encontró *Dorylaimus* sp. (ectoparásito), nemátodo presente en mayor abundancia; escasos telénguidos, nin-

gún ejemplo de adulto, por lo que no se pudo determinar el género. En proporción también abundante se encontraron *Rhabditidos* (saprófagos).

El tratamiento aplicado para el control de nemátodos dio buenos resultados pues la mortandad cesó. Así mismo, el ataque de pulgón fue controlado mediante la aplicación de 30 ml de malathión en 30 lt de agua.

Los resultados de la segunda medición se analizaron mediante el método de análisis del diseño completamente al azar con arreglo factorial tres y diferente número de repeticiones. En los Cuadros 4.7 al 4.14, se encuentran los detalles del análisis efectuado.



Figura 4.2. Planta mostrando clorosis que inició en hojas jóvenes.

Cuadro 4.7. Prueba de rango múltiple (Duncan) para altura de plantas.

TIPO SUELO	MEDIAS	
I	97.85	a
II	37.48	b*
III	29.66	b

* Los tratamientos con letra igual no son estadísticamente iguales.

Mediante esta prueba se distingue que el testigo tuvo mayor altura ($P \leq 0.05$) Duncan que las que crecieron en los demás tratamientos (suelos II y III), los que a su vez, presentaron igualdad estadística.

El hecho de que las plantas hayan alcanzado mayor altura en un suelo libre de sales y que en los suelos salinos sea menor, pone de manifiesto el efecto de la salinidad en la disminución del desarrollo óptimo de la especie debido a que la concentración de sales reduce la turgencia y por lo tanto, le elongación celular.

Para el análisis de los datos del diámetro de copa se aplicó también la prueba rango múltiple (Duncan) (Cuadro 4.8), el cual nos muestra que el diámetro de copa en el suelo libre de sal resulta estadísticamente igual ($P \leq 0.05$) Duncan al desarrollo de la copa de la planta establecida en el suelo III; pero estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) Duncan al desarrollo de la copa de la planta establecida en el suelo II, el cual, a su vez es estadísticamente igual ($P \leq 0.05$) Duncan al suelo III.

Cuadro 4.8. Prueba de rango múltiple (Duncan) para el diámetro de copa.

TIPO DE SUELO	MEDIAS	
I	52	a
III	18.87	ab
II	11.75	b

Cabe enfatizar que a pesar de la igualdad estadística entre plantas desarrolladas en suelos salinos (II y III), en términos prácticos, existe una importante diferencia numérica a favor de las copas de plantas que crecieron en el suelo con mayor cantidad de sales.

En relación al análisis referente al diámetro del tallo hubo la necesidad de efectuar varias pruebas de rango múltiple (Duncan) debido a la significancia encontrada en todos los tratamientos y sus interacciones como puede constatarse en los Cuadros de 4.9 al 4.14.

Cuadro 4.9. Prueba de rango múltiple (Duncan) para diámetro de tallo en las tres variedades.

VARIEDAD	MEDIAS	
16	2.77	a
4	1.81	a
10	1.48	b

En este cuadro encontramos la igualdad estadística ($P \leq 0.05$) Duncan entre el desarrollo de los tallos de las variedades cuatro y 16 y la diferencia estadística ($P \leq 0.05$) Duncan con la 10. El mayor diámetro lo alcanzaron las dos primeras.

En el Cuadro 4.10 observamos que el diámetro del tallo de las plantas que crecen en el suelo libre de sales presentan diferencia estadística ($P \leq 0.05$) Duncan con las que crecen en los suelos salinos (II y III). Estos a su vez, no presentan diferencia estadística ($P \leq 0.05$) Duncan entre sí. Sin embargo, la diferencia numérica entre ellos es muy importante, ya que favorece a la planta que se desarrolla en el suelo con mayor concentración de sales.

Cuadro 4.10 Prueba de rango múltiple (Duncan) para diámetro de tallo en los tres tipos de suelo.

TIPO DE SUELO	MEDIAS	
I	3.56	a
III	1.56	b
II	0.95	b

Después de analizar el comportamiento del diámetro del tallo considerando las variedades y diferentes concentraciones de sal en el suelo en forma separada, analizaremos ahora la interacción de ambos sobre el diámetro del tallo, para lo cual se efectuó la prueba Duncan plasmada en Cuadro

4.11. En el cual se puede deducir la diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) Duncan existente entre la variedad 16 en el suelo libre de sales y las cuatro y 10 tanto en el suelo sin sal como en el salino.

Las variedades cuatro y 10 son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$) Duncan tanto en el suelo I (sin sal) como en los demás tratamientos.

En el suelo III la variedad 16 es estadísticamente igual ($P \leq 0.05$) Duncan a la cuatro y ésta a su vez, a la 10.

La variedad 16 presenta mayor grosor de tallo en un suelo libre de sales y el que las contiene se comporta igual que la cuatro, lo que quiere decir que éstas las afectan de la misma forma.

Cuadro 4.11. Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar el comportamiento del diámetro del tallo considerando las diferentes variedades y concentraciones de sales.

VARIEDAD	TIPO DE SUELO (C.E)	MEDIAS
16	0-4	2.75 a
10	0-4	1.30 b
4	0-4	61.29 bc
16	8-13	0.83 c
4	8-13	0.75 cd
10	8-13	0.72 de
4	4-8	0.68 def
16	4-8	0.53 f
10	4-8	0.21 f

Para realizar el análisis sobre la influencia de los suelos con y sin mejorador sobre el diámetro del tallo, se aplicó a los resultados una prueba de rango múltiple (Duncan) (Cuadro 4.12). De dicha prueba se puede deducir que no existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) Duncan entre los dos tratamientos, lo cual, muestra que el mejorador no influyó en el grosor del tallo.

En el Cuadro 4.13 se muestra el análisis de la prueba de rango múltiple (Duncan) para efectuar la interrelación existente entre el desarrollo del diámetro del tallo con las variedades crecidas en los suelos con y sin mejorador, concluyendo que el cv 16 en el testigo presentó diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) Duncan en relación al resto de los tratamientos, presentando un mayor grosor de tallo.

De este análisis se puede deducir, también, que en general, el diámetro de los tallos de las tres variedades fue mejor en el suelo sin mejorador que en los que lo contienen. En lo particular la variedad 16 se colocó en los extremos: en el suelo sin mejorador tuvo mayor diámetro que las otras dos variedades y en el que contuvo mejorador presentó el menor. En lo que respecta a la variedad 10 tuvo un comportamiento intermedio; en cambio, la cuatro, se comportó de manera inversa a la 16, teniendo un mayor diámetro en el suelo con mejorador que sin él.

Para interpretar la relación existente entre las variedades y dosis del mejorador con el grosor del tallo utilizamos el Cuadro 4.14 de donde se deduce que la variedad 16

Cuadro 4.12. Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar la influencia del mejorador sobre el diámetro del tallo.

TRATAMIENTO	MEDIAS
C ₁	3.65 a
C ₂	2.45 a

C₁ = Suelo sin mejorador

C₂ = Suelo con 5 toneladas por hectárea.

Cuadro 4.13. Prueba de rango múltiple (Duncan). Respuesta de la planta evaluada en grosor de diámetro del tallo, a la interacción variedades-dosis de mejorador.

DOSIS DE MEJORADOR TON / HA.	VARIEDAD	MEDIAS
0	16	2.03 a
0	10	0.98 b
0	4	0.97 b
5	4	0.84 b
5	10	0.83 b
5	16	0.74 b

en el testigo fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) Duncan a todos los demás tratamientos, mientras que las variedades cuatro y 10 testigos son iguales estadísticamente ($P \leq 0.05$) Duncan. Así mismo cabe mencionar que las variedades cuatro y 10 con mejorador presentan igualdad estadística ($P \leq 0.05$) Duncan con sus respectivos testigos.

El comportamiento de las tres variedades en el suelo III fue estadísticamente igual ($P \leq 0.05$) Duncan independientemente de tener o no mejorador aunque presentaron diferencia estadística ($P \leq 0.05$) Duncan con relación al rango de salinidad II con mejorador.

En base a la interpretación anterior podemos deducir que el cv 16 en el testigo, tuvo indiscutiblemente el diámetro mayor de tallo.

Esta misma variedad en el suelo III y sin mejorador tuvo mayor diámetro que en el II con mejorador, lo cual nos indica la versatilidad de esta variedad para adaptarse a suelos libres de sales como a aquellos con alta concentración de ésta.

El grosor del tallo de las variedades cuatro y 10 no presentaron diferencia en suelos libres de sales con o sin mejorador.

La aplicación de sultrón no corrigió la clorosis que se presentó en el suelo III, con lo cual se pudo comprobar que los síntomas no fueron causados por una deficiencia de azufre.

Cuadro 4.14. Prueba de rango múltiple para determinar el comportamiento de la interrelación variedad-tipo de suelo (C.E)-dosis de mejorador sobre el diámetro del tallo.

VARIEDAD	TIPO DE SUELO (C.E)	DOSIS DE MEJORADOR TON / HA.	MEDIAS
16	I	0	4.45 a
10	I	5	1.37 b
4	I	0	1.33 bc
4	I	5	1.24 bcd
10	I	0	1.23 bcde
16	I	5	1.06 bcdef
16	III	0	1.03 bcdefg
4	II	0	0.865 defgh
4	III	5	0.79 fghi
10	III	0	0.73 fghi
16	III	5	0.72 fghi
4	III	0	0.712 fghi
10	III	5	0.71 fghi
16	II	0	0.61 ghi
4	II	5	0.5 hi
16	II	5	0.45 hi
10	II	5	0.43 hi

El agua utilizada para regar las plantas se clasificó como C_2S_1 (medianamente salina). Esta puede usarse en plantas moderadamente tolerantes a las sales sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad.

Lo referente al análisis químico de los suelos se resume en el Cuadro 15 del apéndice, se puede observar que la C.E. final de los suelos sin mejorador es congruente con la inicial. Sin embargo, en los tratados con mejorador, la C.E. aumentó, lo cual no puede ser explicado en base a los efectos de éste. Las curvas de retención de humedad en los diferentes tratamientos se presentan en la Figura 4.3.; en donde se observaron cambios en el contenido de humedad a 15 bares, en dos casos se aumenta este valor, en uno permanece sin cambio y en otro disminuye.

La dosis de tampo de dátil no mejoró las propiedades físicas (agregación) debido a que fue muy pequeña. Estos resultados no coinciden con los reportados por Contreras (1985) y los otros autores, ya que ellos trabajaron con suelos libres de sal.

Hidroponia

De los parámetros a evaluar en esta etapa, sólo se evaluó el tercero. Los otros dos, altura de la planta y diámetro de tallo, no se analizaron estadísticamente debido a la mortandad de la mayoría de las plantas, lo que ocasionó no contar con información suficiente.

Los síntomas observados fueron:

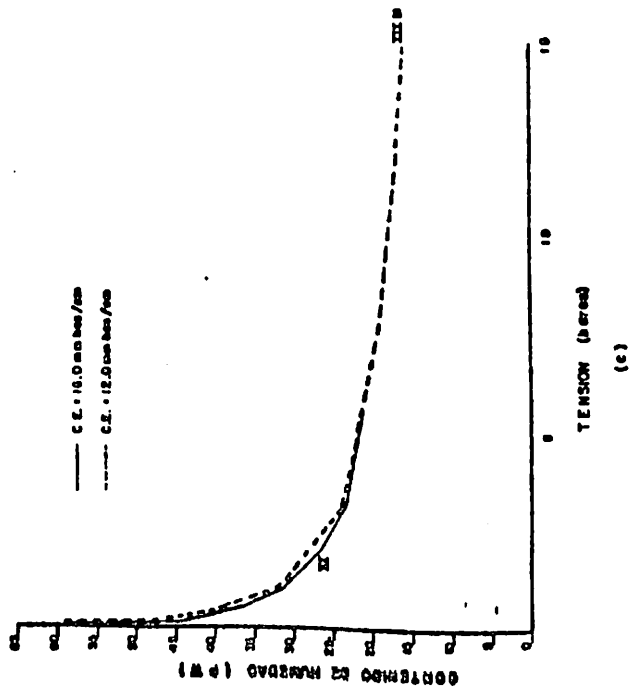
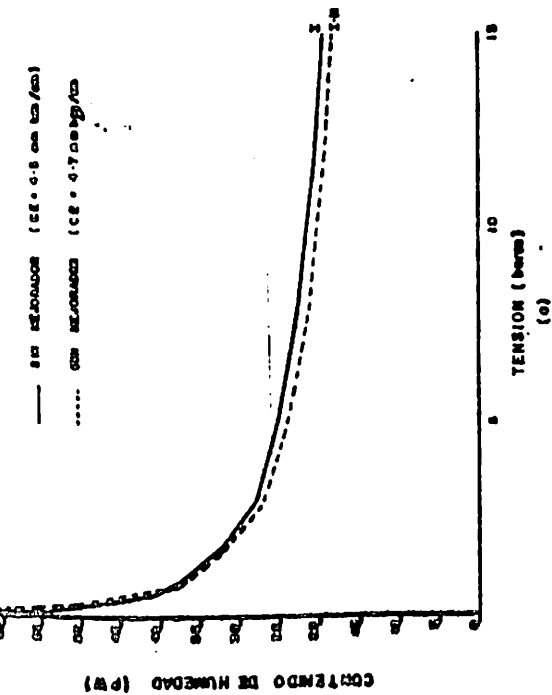
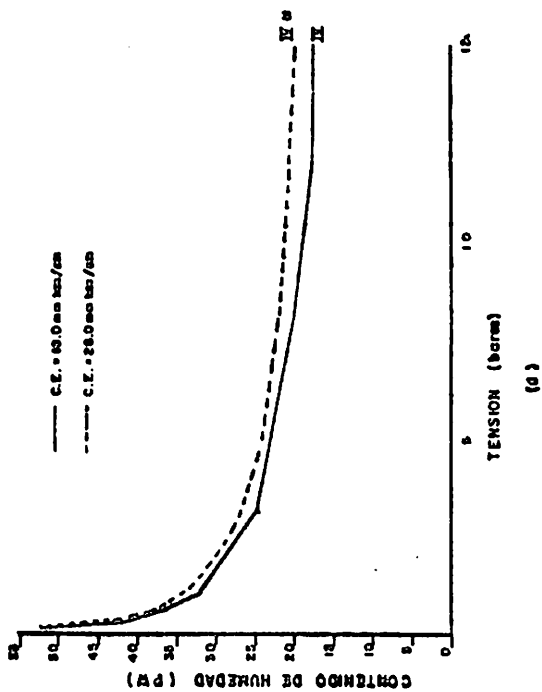
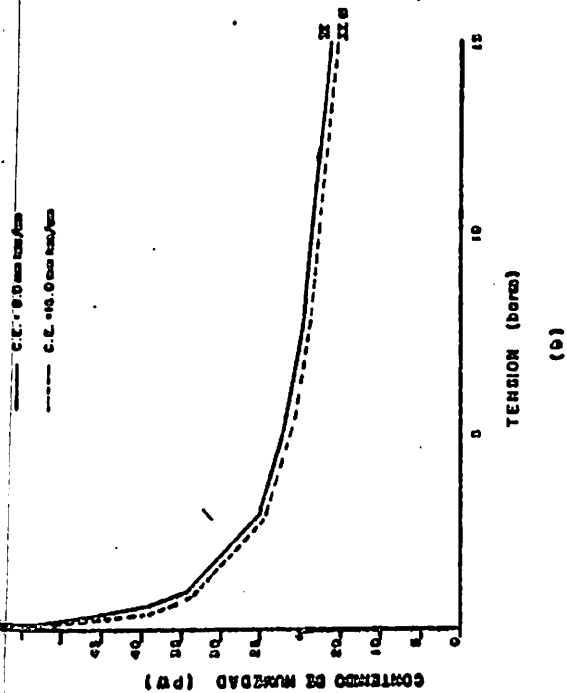


FIG. 4-3 CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD DE 4 SUELOS CON MEJORADOR Y SIN MEJORADOR

Nitrógeno

Achaparramiento acompañado por clorosis de hojas adultas hacia las jóvenes seguida por necrosis. Estas características se observaron tanto en las plantas con -N, 100 ppm de este elemento como en las de 200. Esta última presentó mayor tamaño y desarrollo foliar que la de -N y 100 (Figura 4.4). El comportamiento para los tratamientos de 400 y 800 ppm no se observó debido a que murieron.

Esta sintomatología coincide con la deficiencia de nitrógeno reportado por la literatura para otros cultivos.

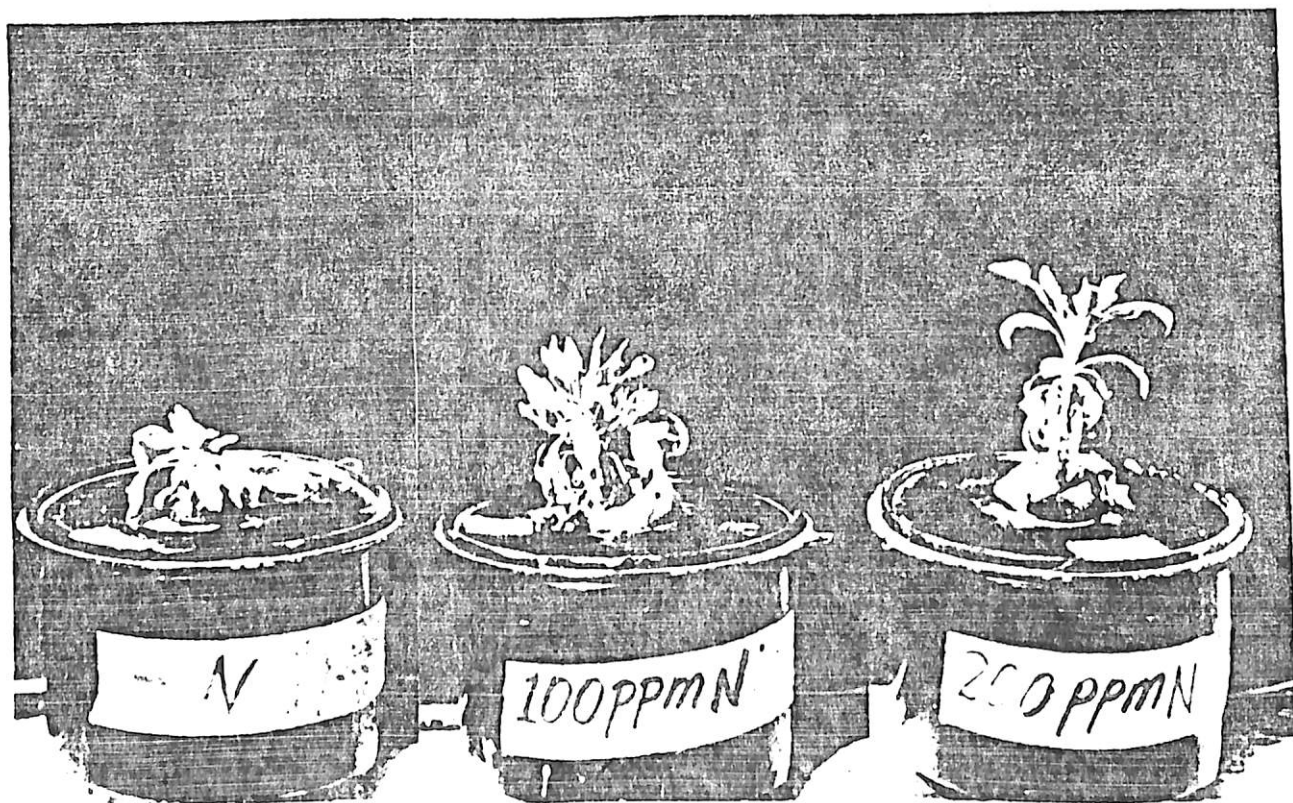


Figura 4.4. Comparación de sintomatología visual entre la planta con -N, 100 y 200 ppm;

Fósforo

Los síntomas más sobresalientes fueron reducción en el crecimiento de la planta, hojas pequeñas y deformes en -P, 15 ppm, como se observa en la Figura 4.5.

Los síntomas presentados coinciden más con deficiencia que con toxicidades reportadas por algunos autores.

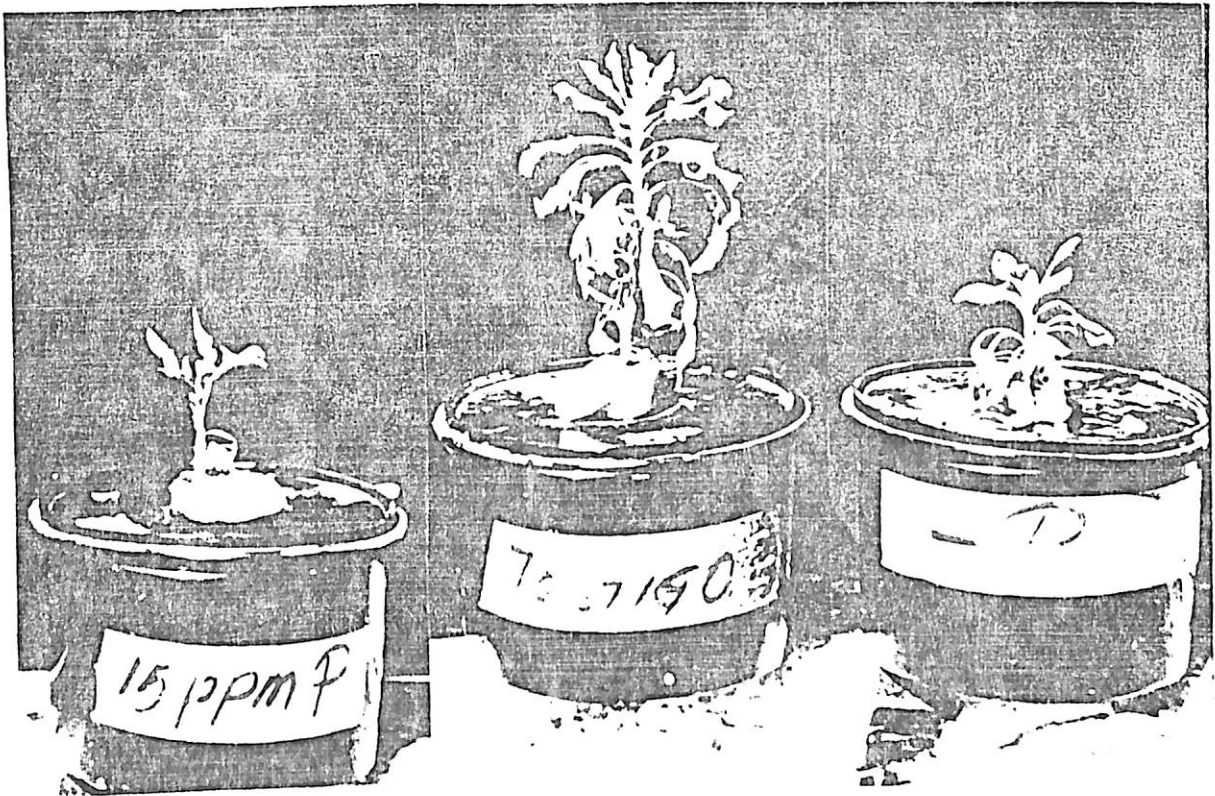


Figura 4.5. Sintomatología presentada por las plantas como respuesta a -P y 15 ppm de fósforo.

Calcio

El tratamiento de (-Ca) presentó síntomas concordantes con los reportados por la literatura.

Para el caso de 100 y 200 ppm, no presentaron síntomas visuales; y en 400 ppm presentó una clorosis intervenal en hojas jóvenes y adultas (Figura 4.6). De acuerdo a los resultados se reafirma que dosis altas de un elemento provocan antagonismo con otros. Razón por la cual la sintomatología se manifiesta como deficiencia de algún microelemento (Fe, S, Zn).

Los tratamientos de 400 y 800 ppm presentaron un mayor crecimiento y desarrollo foliar que el tratamiento testigo.

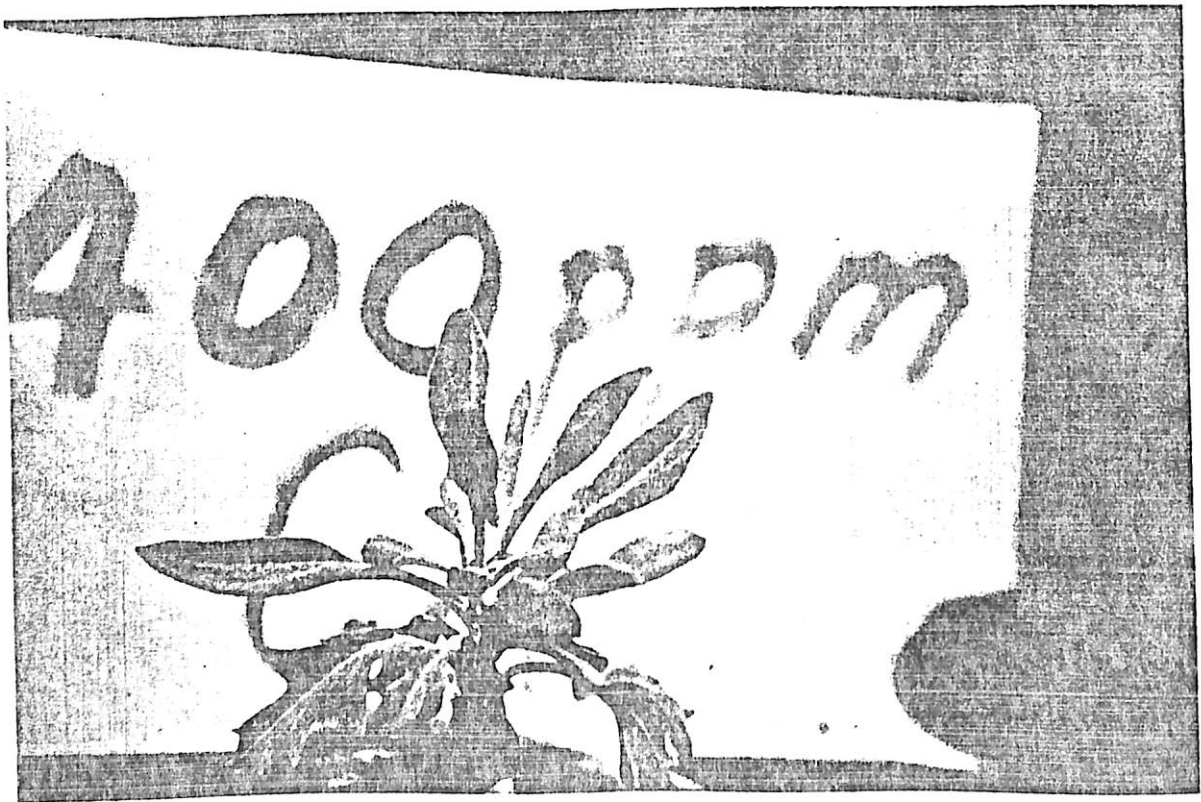


Figura 4.6. Planta presentando clorosis intervenal en hojas jóvenes y adultas (400 ppm de Ca).

Magnesio

La deficiencia de Mg presentó clorosis intervenal. El tratamiento de 50 ppm clorosis intervenal incipiente, incrementando ésta hasta presentar necrosis puntual (en el ápice) así como enrollamiento de las hojas para 200 ppm.

De acuerdo a lo mencionado por Embleton (1973) el enrollamiento en hojas jóvenes para el cultivo de papa correspondió a una sintomatología de toxicidad, por lo cual podemos asumir que quizás este comportamiento también corresponda a toxicidad en el guayule.

En la Figura 4.7 se pueden comparar la sintomatología para los tratamientos de Ca, Mg y P.

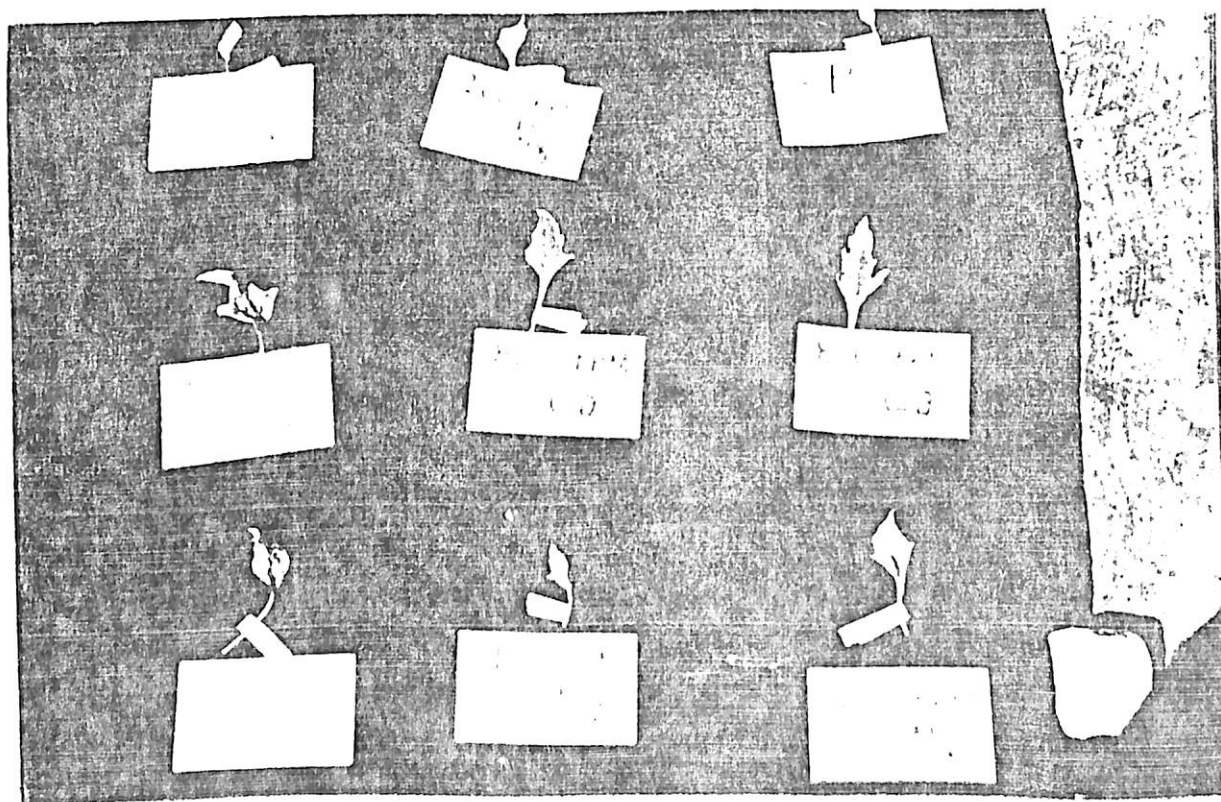


Figura 4.7. Comparación sintomatológica entre los tratamientos de Ca, Mg y P.

Cabe mencionar que la fenología de dos plantas en los tratamientos de 50 ppm de Mg fue diferente debido a la variedad genética del guayule.

CAPITULO 5
CONCLUSIONES

Germinación

1. La variedad con mayor porcentaje de germinación fue el GN-576 (4). Esta se logró en las soluciones salinas, sin importar la conductividad eléctrica causada por CaCl_2 . Esto nos indica que existe variabilidad genética en el guayule para tolerancia a la salinidad, provocada por CaCl_2 , durante su etapa de germinación.
2. La variedad que produjo mayor cantidad de semilla por planta, fue también la cuatro, germinada en la conductividad eléctrica de 4-8 milimhos y provocada por CaCl_2 .
3. La sensibilidad del guayule a la salinidad, en la etapa de germinación, está determinada por sus características genéticas.

Desarrollo de la Planta

1. Los resultados obtenidos de las determinaciones de las concentraciones de sales en los diferen-

- tes suelos y en diversas ocasiones nos muestran que la salinidad es un fenómeno dinámico, que depende de la temperatura, contenido de humedad y edad de la planta.
2. Las sales que se acumulan en la superficie del suelo por efecto de las altas temperaturas, incrementan el potencial de solutos (Ψ_s) causando la muerte de las plantas.
 3. El trasplante de guayule en suelos salinos durante el verano generó un alto porcentaje de mortandad.
 4. La salinidad tiene un efecto inverso sobre la altura de la planta.
 5. La utilización de tamo de dátil aumentó la humedad disponible en los dos suelos de menor C.E. y la disminuyó en lo más alta concentración de sales.

Hidroponia

1. Plantas de una variedad no respondieron de igual manera a un mismo tratamiento.
2. La técnica de solución nutritiva en hidroponia no es recomendable en plantas de guayule porque se genera una alta mortandad de éstas por pudrición de cuello.

CAPITULO 6
RECOMENDACIONES

1. El espacio de exploración en los tratamientos es tudiados no fue suficiente para cubrir el rango de variación en la respuesta de las plantas, por lo que se recomienda ampliarlo en futuros estu - dios.
2. No debe efectuarse el transplante en un suelo sa lino durante el verano.
3. Las líneas de guayule muestran variabilidad gené tica por lo que es recomendable que el material provenga de colecta individual.
4. Dada la susceptibilidad del guayule a enfermeda- des fungosas en condiciones controladas es conve niente prevenir, mediante una fumigación, la apa rición de patógenos.
5. Después de las experiencias obtenidas durante el desarrollo del experimento de hidroponia se reco mienda utilizar arena de cuarzo o grava, ya que se espera una mejor respuesta de esta especie en esos medios, utilizando como fuente de nutrien-

tes la solución nutritiva ya sea Hoagland, Steiner o alguna otra de las usadas en experimentos similares.

CAPITULO 7

RESUMEN

En virtud de que México cuenta con grandes zonas áridas y semiáridas y la necesidad de incorporar a la producción las marginadas mediante el cultivo comercial de una planta adaptada a esas condiciones como el guayule, que ayude a resolver además, aspectos económicos y sociales, se ha planteado el siguiente trabajo de investigación. Este tiene como objetivos el de evaluar el efecto de diferentes niveles y fuentes de sales en la etapa de germinación de tres variedades de guayule, diversas concentraciones de salinidad y dosis de mejorador (tamo de dátil), así como la metodología a seguir para la estimación de los rangos óptimos de algunos nutrimentos en la etapa vegetativa. Estos dos últimos bajo condiciones de invernadero y el primero en laboratorio. Ambos se localizan en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista, Coah.

Se utilizaron varios diseños, según la etapa a evaluar: para las pruebas de germinación, arreglo combinatorio de 3x4x3 con distribución completamente al azar, con tres repeticiones; en la adaptación del guayule a la salinidad fue completamente al azar con arreglo factorial 3x4x2 con diferente número de repeticiones y la última, la del invernadero,

fue completamente al azar.

En la etapa de germinación se observó que la variedad con mayor porcentaje fue la GN-576 estimulada por CaCl_2 ; en la vegetativa, en la mayor concentración de sales no sobrevivió ninguna planta, en las conductividades eléctricas restantes, el tamaño de las plantas se redujo, con excepción del testigo, y el mejorador aumentó. La humedad disponible en los dos suelos de menor C.E. y la disminuyó en los de la mayor.

En la última etapa, la de hidroponia, la respuesta de planta no fue igual en el mismo tratamiento y los rangos utilizados para la determinación de deficiencias y toxicidades fueron muy amplios.

De lo anterior se concluye que: El CaCl_2 estimula la germinación y que la tolerancia a la salinidad, en esta etapa, está dada por las características genéticas de la planta; la salinidad es un fenómeno dinámico determinado por la temperatura, contenido de humedad, edad de la planta, etc., las sales aumentan el potencial de soluto provocando la muerte de la planta y las que sobreviven no alcanzan el tamaño característico de la especie; el tamaño de dátil en general, aumentó la humedad aprovechable en los dos suelos con la de menor C.E. y la disminuyó en los otros dos. En el desarrollo de la metodología para la estimación de los rangos óptimos nutrimentales no se delimitaron debido a la diferencia en la respuesta de la planta al mismo rango y elemento y a la amplitud de éstos.

Se recomienda la repetición de este trabajo en lo que respecta a la estimación de los rangos óptimos nutrimentales, la sintomatología provocada por ellas y la utilización de otros medios de sostén.

LITERATURA CITADA

- Academia Nacional de Ciencias (ANC). 1977. Guayule: Una fuente alternativa de hule natural. Washington, D. C. 80 p.
- Aguilera CH., J.M. 1978. Distribución de guayule (Parthenium argentatum Gray) en México. Algunas experiencias de investigación en los campos experimentales forestales. INIF-SARH. México. Publicación N° 12 p. 56-62.
- Allen, N.W. 1944. Root-Knot Nematode infection of guayule. Jour. Bact. 47(6):559-572. United States of America.
- _____ and G. Thorne. 1943. Root-knot nematode survey of guayule nurseries and plantations in California. Dept. Agr. Emergency Rubber Project and Bur. Plant Indus. USA. 4 p (sin publicar).
- Bingham, T.F. 1973. Phosphorus. In: Champan, D.H. (Ed). Diagnostic criteria for plants and soils. 2a. ed. Albane, Texas, U.S.A. p. 324-361.
- Bolívar D., Ma. 1982. Uso consuntivo del guayule (Parthenium argentatum G.) con tres niveles de humedad aprovechable y tres de fertilización. Tesis. Licenciatura Escuela Superior de Agricultura "Hermános Escobar". Cd. Juárez, Chih. México. 60 p.
- Bonner, J. 1944. Effect of varying nutritional treatments on growth and rubber acumulation in guayule. Bot. Gaz. USA. 105: 352-364.
- Bucks, D.A., R.L. Roth., F.S. Nakayama., B.R. Bardner and E.A. Lakatos. 1984. Water and nitrogen response by guayule on a sandy soil. Guayule Rubber Society, Inc. Fifth Annual Conference. Washington, D.C. June 17-21, 1984. Naval Air Systems Command. Guayule Rubber Office. Washington, D.C. USA. p.76
- Bullard, W.E. 1945. Comparison of yields of rubber from shrub grown under varying conditions of irrigation. USA. 10 p. (typewritten un published report).
- _____ 1946. Climate and guayule culture. US. Dept. Agr., Forest Service, Emergency Rubber Project. USA. 17 p.

- Campbell, W.A., and J.T. Presley. 1946. Diseases of cultivated guayule and their control. U.S. Dept. Agr. Cir. 749. USA. 42 p.
- Campos L.E. y J. García. 1982. Avalúo de la tecnología del guayule. Ciencia y desarrollo No. 47. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. p. 21-36.
- Carbajal Ch., L. 1973. Proyecto preliminar de explotación forestal sobre la especie guayule en las regiones áridas de México. México. 178 p.
- Chapman, D.H. 1973. Calcium. Ing: Chapman, D.H. (Ed.). Diagnostic criteria for plants and soils. 2a. ed. Albine, Texas. U.S.A. p. 65-92.
- Contreras N.,M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Coah. Mexico. 88p.
- Cortés B., J.J. 1983. Determinación de las condiciones actuales de salinidad y drenaje en un área experimental localizada en el Ejido Parras, Municipio de Parras, Coah. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coah. México. 178 p.
- Embleton, W.T. 1973. Magnesium. In:Chapman, D.H. (Ed.). Diagnostic criteria for plants and soils. 2a. ed. Albine, Texas, U.S.A. p 225-263.
- Fangmeier, D.D., D. Ray and D. Garrot,, Jr. 1983. Response of guayule to four irrigation levels. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Departament of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 42.
- Foster, K.E. 1979. A sociotechnical survey of guayule rubber commercialization: A state of the art report. Office of the Arid Land Studies, University of Arizona, Tucson and Midwest Research Institute, Kansas City, Missouri, U.S.A. 400 p.
- Grass, L.B., G.J. Hoffman and M.C. Shannon. 1983. Soil salinity plant density interactions in guayule production. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Departament of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. P. 43.

- Hammond, B.L., and L.G. Polhamus. 1965. Research on Guayule (Parthenium argentatum): 1942-1959. Agric. Res. Serv. U.S.D.A. Tech. Bull. No. 1327. Washington, D.C. 157 p.
- Hilgeman, R.H. 1946. Annual report for the Phoenix, Ariz. Experimental area period of march 1, 1944 to april 1 945. 182 p. (Unpublished report).
- Hunter, A. S., and O.J. Kelley. 1945. The responses of guayule-nursery seedlings to the so-called minor elements. U.S.A. 8 p. (Unpublished report).
-
1946. The growth and rubber content of guayule as affected by variations in soil moisture stresses. Amer. Soc. Agron. Jour. 38:118-134. United States of America.
- Jenkins, M.B. 1946. Cold tolerance of guayule. U.S. Dept. Agr., Forest. Serv. Emmergency Rubber Project. USA. 37 p.
- Jones, W.W. 1973. Nitrogen. Ing: Chapman, D.M. (Ed). Diagnostic criteria for plants and soils. 2a. ed. Albine, Tex. U.S.A. p. 310-324.
- Keifer, H.H. 1952. Eriophid studies xx. Calif. Dept. Agr. Bull. 41:147-148.
- Kelley, O.J., A.S. Hunter and C.H. Hobbs. 1945a. Fertility experiment on field-grown guayule. 84 p. (Unpublished report).
-
- 1945b. The effect of moisture stress on nursery-grown guayule with respect to the amount and type of growth and growth response on transplanting. Amer. Soc. Agron. Jour. U.S.A. 37: 194-216.
- Maas, E.V., T. Donovan and L.E. Francois. 1983. Salt tolerance of guayule. Guayule Rubber Society. Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Departament of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 45.
-
1984. Salt tolerance of guayule. Guayule Rubber Society, Inc. Fifth Annual Conference. Washington, D.C. June 17-21, 1984. Naval Air Systems Command. Guayule Rubber Office. Washington, D.C. U.S.A. p. 79.
- Mc. Ginnies, G.W. and J.L. Mills. 1980. Guayule rubber production. The World War II Emmergenci Rubber Project. A guide to future development. Office of Arid Lands Studies. University of Arizona. Tucson, U.S.A. 200 p.

- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1979. Principles of plant Nutrition. In: International Potash Institute (IPI) (Ed). 2a. ed. Worblaufen Bern Switzerland p. 295-420.
- Miyamoto S., K. Sosnovske and J. Tipton. 1982. Salt and Water stress effects on germination of guayule seeds Agron. Jour. U.S.A. 74:303-307.
- _____, K. Piela., J. Davis and L.B. Fenn. 1983. Salt effects on emergence and seedling mortality of guayule. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Department of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 50.
- _____, and G.R. Gobran (sin fecha). Salt effect on transplant mortality and growth of guayule in irrigated sandy soils. Texas A & M University Agric. Res. and Ext. Center, el Paso, Tex. U.S.A. 15 p. (Unpublished report).
- Muller, C.H. 1946. Root development and ecological relations in guayule. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 933 U.S.A. 144 p.
- Nakayama, F.S., and D.A. Bucks. 1984. Irrigation water management for optimizing guayule rubber production. Guayule Rubber Society, Inc. Fifth Annual Conference. Washington, D.C. June 17-21, 1984. Naval Air Systems Command. Guayule Rubber Office. Washington, D.C. U.S.A. p. 23-28.
- Office of Arid Land Studies, University of Arizona, Tucson, Arizona and Midwest Research Institute, Kansas City Missouri. 1979. A sociotechnical survey of guayule rubber commercialization. Tucson, Arizona. U.S.A. 321 p.
- Olson, D.S. 1944. Comparative yields from 2-to-3 years-old guayule shrub grown with and without irrigation in the Spence Field. 15 p. (Unpublished report).
- Retzer, J.L., and C.A. Mogen. 1945. Soil-guayule relationships-Amer. Soc. Agron. Jour. 39:483-512.
- Romney, V.E., G.T. York and T.P. Vsdify. 1945. Effect of Lygus spp. on seed production and growth in California. U.S.A. Jour. Econ. Ent. 38:45-50.
- Rotty, R. 1944. Comparative yield from 2-to-3 years-old guayule schrub grown with and without irrigation in the spence field. 8 p. (unpublished report).

- Rubis, D.D. 1983. Influence of irrigation and fertilizer treatments on guayule. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Department of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 47.
- Sánchez C., F. y E.R. Escalante R. 1983. Hidroponia. Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo. 2a. Ed. México. 173 p.
- Siddiqui, I.A., and P. Locktov. 1981. A feasibility study on the commercialization of guayule in New South Wales, Aistralia. Division of Plant Industry. California Department of food and Agriculture. Sacramento, Ca. p. 29.
- Silveyra M., J. y E. Narro F. 1986. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de la papa. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Asociación de Productores de Papa de Saltillo. Buena vista, Saltillo, Coah. p. 202.
- Sutcliffe, F.J., and D.A. Baker. 1978. Plants and mineral salts. The Institute of Biologys Studies in Biology No. 48. EdwardArnold (publishers) Ltd. 41 Bedford Square, London Wc. B₃ D.p.
- Thomas, R.J. 1983. Growth, mineral composition and rubber content of guayule as affected by N, P y K. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Department of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 22.
- Velázquez M., A., O. Martínez y L. Aguirre. 1978. Revisión histórica de la producción del hule guayule en México de 1903-1951. Guayule. Reencuentro del Desierto. CONACYT, México, D.F. p. 27-70.
- Wadleigh, C.H., and H.G. Gauch. 1944. The influence of high concentrations of sodium sulfate, sodium chloride, calcium chloride and magnesium chloride on the growth of guayule in sand cultures. USA. Soil. 58:399-403.
- Worthen, L.E., y S.R. Aldrich. 1980. Suelos Agrícolas. Su conservación y Fertilización. 2a. ed. UTEHA. México. p. 151-175.
- Yañez R., J.N. 1984. Apuntes del curso de Nutrición Vegetal. Postgrado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Coah. México.
- Ykema, R.E., and J.C. Stutz. 1983. Evaluation for pathogenicity of Fusarium species in guayule roots. Guayule Rubber Society, Inc. Fourth Annual Conference. University of California. Department of Botany and Plant Sciences. Riverside, Ca. U.S.A. p. 38.

A P E N D I C E

Cuadro 1A. Pruebas de rangos múltiples (Duncan) realizados a los factores A, C e interacción de B x C.

Factor A

	A ₁	A ₂	A ₃
	30.35	17.89	17.05
A ₃	17.05	0.84 (NS)	
A ₂	17.89		
A ₁	30.35		

Si $F_c > F_t^*$; $\tau_1 \neq \tau_2$

Si $F_c > F_t$ NS ; se acepta $H_0: \tau_1 = \tau_2$

Factor C

	C ₁	C ₂	C ₃
	29.139	18.749	16.862
C ₂	16.862	1.89 (NS)	0
C ₃	18.749	10.39 *NS)	
C ₁	29.139	0	

Factor B X C

35.0	30.56	28.33	34.66	21.55	21.11	18.22	18.0	17.89	16.89	14.45	14.33
14.33	20.67*	14.0*	10.33*	7.22(NS)	6.78(NS)	3.89(NS)	3.67(NS)	3.56(NS)	2.56(NS)	0.12(NS)	0
14.45	33.55*	13.88*	10.21*	7.10(NS)	6.66(NS)	3.77(NS)	3.55(NS)	3.44(NS)	2.33(NS)		
16.89	18.11*	11.44*	7.77*	4.66(NS)	4.22(NS)	1.33(NS)	1.11(NS)	1.0(NS)			
17.89	17.11*	10.44*	6.77(NS)	3.66(NS)	3.22(NS)	0.33(NS)	0.11(NS)	0			
18.0	17.0*	10.44*	6.66(NS)	3.55(NS)	3.11(NS)	0.22(NS)					
18.22	16.78*	10.11*	6.44(NS)	3.33(NS)	2.89(NS)						
21.11	13.89*	7.22(NS)	3.55(NS)	0.44(NS)	0						
21.44	13.45*	6.78(NS)	3.11(NS)								
24.66	10.34*	5.90(NS)	3.67(NS)	0							
28.56	4.44(NS)	0									
35.0	0										

CV = 42.60 %

Cuadro 2A. Medias de los parámetros altura de planta, diámetro de copa y tallo de las plantas más vigorosas durante el desarrollo de éstas.

GENOTIPO	MMHOS/CM	MEJORADOR (TAMÓ DE DATIL)	ALTURA (CM)	*DIAMETRO DE COPA (CM)	DIAMETRO DEL TALLO (CM)
N - 576	0 - 4	Si	15.0	14.25	1.19
N - 576	0 - 4	Si	14.8	11.75	1.35
N - 576	0 - 4	No	24.0	17.0	1.37
N - 576	0 - 4	No	16.9	13.0	1.15
N - 576	0 - 4	No	18.5	17.95	1.24
G - 11591	0 - 4	Si	16.5	14.0	1.48
G - 11591	0 - 4	Si	14.5	13.0	1.16
G - 11591	0 - 4	Si	14.7	14.0	1.25
G - 11591	0 - 4	Si	13.7	13.15	1.23
G - 11591	0 - 4	No	13.0	12.0	1.0
G - 11591	0 - 4	No	14.5	9.5	1.0
G - 11591	0 - 4	No	13.0	9.7	0.99
G - 11591	0 - 4	No	20.0	16.5	1.46
G - 11633	0 - 4	Si	15.5	11.0	1.28
G - 11633	0 - 4	No	12.0	12.4	0.91
G - 11633	8 - 13	No	14.0	11.0	1.21

* El diámetro de la copa se obtuvo promediando los valores diámetro horizontal y vertical.

Cuadro 3A. Análisis químico de los diferentes tipos de suelo donde se desarrollaron las plantas.

IDENTIFICACION	pH	CEX10 ⁶ MMHOS/CM	Ca ⁺⁺ (MEQ/LIT)	Mg ⁺⁺ (MEQ/LIT)	Na ⁺⁺ (MEQ/LIT)	K ⁺ (MEQ/LIT)	Ca ⁺⁺ (MEQ/LIT)	HCO ₃ ⁻ (MEQ/LIT)	Cl ⁻ (MEQ/LIT)	SO ₄ ⁼⁼ (MEQ/LIT)
I	7.86	6.8	31.9	27.5	7.82	2.45	0.0	4.0	12.9	30.93
IM	7.83	6.4	34.1	23.1	6.95	5.37	0.0	4.5	10.4	38.12
II	7.88	14.0	23.65	87.45	39.13	14.57	0.0	4.5	18.4	65.54
III	7.64	21.5	89.65	74.65	4.34	16.87	0.0	4.0	18.9	26.30
IV	7.71	35.0	16.5	237.05	182.60	15.72	0.0	6.0	78.9	154.05

Cuadro 4A. Concentración de datos sobre altura de plantas (cm).

			REPETICIONES				MEDIAS
			I	II	III	IV	
a ₁	b ₁	C ₁	37	43	37	33	37.5
		C ₂	34	34	51	28	36.75
	b ₂	C ₁	9	28	-	-	18.5
		C ₂	10.5				10.5
	b ₃	C ₁	10	11	13	10.5	11.13
		C ₂	14	9	7	25	13.75
a ₂	b ₁	C ₁	35	30	27	35	31.75
		C ₂	35	25	29	35	31.0
	b ₂	C ₁	-	-	-	-	0
		C ₂	15	8	10	-	11.0
	b ₃	C ₁	10	6.5	7.5	31.0	13.63
		C ₂	24	7.5	-	-	15.75
a ₃	b ₁	C ₁	33	32	27	-	30.67
		C ₂	22	36	32	22	28.0
	b ₂	C ₁	11	7	10	-	9.33
		C ₂	10	-	-	-	10.0
	b ₃	C ₁	9.6	9	17	-	11.83
		C ₂	10	11	5	9.5	8.88

donde:

a₁ = Variedad GN-576b₁ = Rango de CE de 0-4c₁ = Dosis de mejorador = 0 ton/ha.a₂ = Variedad GN-11591b₂ = Rango de CE de 4-8a₃ = Variedad G-11633b₃ = Rango de CE 8-13c₂ = Dosis de mejorador = 5 ton/ha.

Cuadro 5A. Prueba de rango múltiple (Duncan) realizada para determinar la influencia de la salinidad en la altura de las plantas.

				Factor B			
				B ₁	B ₂	B ₃	
				97.85	37.48	29.66	
29.66			68.19*	7.82 (NS)	0		
37.48			60.37*	0			
97.85			0				
				Si Fc > Ft	*	∴	τ ₁ ≠ τ ₂
				Si Fc < Ft	NS	∴	τ ₁ = τ ₂

Cuadro 6A. Concentración de datos sobre diámetro de copa (cm).

			REPETICIONES				MEDIAS
			I	II	III	IV	
a ₁	b ₁	C ₁	29	30	31	24	28.5
		C ₂	23.5	27	33.5	20.5	16.13
	b ₂	C ₁	4.0	22	-	-	13.0
		C ₂	6.0	-	-	-	6.0
	b ₃	C ₁	6.5	7.5	8.0	8.5	7.63
		C ₂	9.5	7.5	5.5	21.5	11.0
a ₂	b ₁	C ₁	29.5	25.5	23.5	25.5	25.75
		C ₂	27.0	21.0	21.0	30.0	24.75
	b ₂	C ₁	-	-	-	-	-
		C ₂	9.5	3.75	3.25	-	5.5
	b ₃	C ₁	5.75	6.0	6.25	26.75	11.19
		C ₂	17.50	2.5	-	-	10.0
a ₃	b ₁	C ₁	25.0	26.0	17.5	-	23.0
		C ₂	21.5	26.5	25.0	38.5	27.88
	b ₂	C ₁	11.25	6.5	5.5	-	7.75
		C ₂	3.0	-	-	-	3.00
	b ₃	C ₁	9.25	6.5	14.0	-	9.92
		C ₂	8.25	8.0	5.0	6.25	6.88

donde:

a₁ = Variedad GN-576
a₂ = Variedad GN-11591
a₃ = Variedad G -11633

b₁ = Rango de CE de 0-4
b₂ = Rango de CE de 4-8
b₃ = Rango de CE de 8-13

c₁ = Dosis de mejorador = 0 ton/ha.c₂ = Dosis de mejorador = 5 ton/ha.

Cuadro 7A. Prueba de rango múltiple (Duncan) realizada para determinar la influencia de la salinidad en el diámetro de copa.

Factor B			
	B ₁	B ₂	B ₃
	52.0	18.87	11.75
11.75	40.25*	7.12 (NS)	0
18.87	33.13 (NS)	0	
52.0	0		

Si $F_c > F_t$ * $\therefore \tau_1 \neq \tau_2$

Si $F_c < F_t$ NS $\therefore \tau_1 = \tau_2$

Cuadro 8A. Concentración de datos sobre diámetro de tallo (cm).

			REPETICIONES				MEDIAS
			I	II	III	IV	
a ₁	b ₁	C ₁	1.43	1.20	1.39	1.32	1.34
		C ₂	1.28	1.20	1.20	1.30	1.25
	b ₂	C ₁	0.67	1.06	-	-	0.87
		C ₂	0.5	-	-	-	0.5
	b ₃	C ₁	0.64	0.66	0.78	0.79	0.712
		C ₂	0.94	0.67	0.53	1.02	0.79
a ₂	b ₁	C ₁	1.35	1.16	1.25	1.14	1.23
		C ₂	1.32	1.18	1.27	1.70	1.37
	b ₂	C ₁	-	-	-	-	-
		C ₂	0.55	0.39	0.36	-	0.43
	b ₃	C ₁	0.59	0.73	0.72	0.88	0.73
		C ₂	1.0	0.46	-	-	0.71
a ₃	b ₁	C ₁	1.23	1.13	0.98	-	4.45
		C ₂	0.96	1.1	1.23	0.96	1.06
	b ₂	C ₁	0.76	0.44	0.64	-	0.61
		C ₂	0.45	-	-	-	0.45
	b ₃	C ₁	0.78	1.09	1.23	-	1.03
		C ₂	0.80	0.76	0.67	0.65	0.72

donde:

a₁ = Variedad GN-576
a₂ = Variedad GN-11591
a₃ = Variedad G -11633

b₁ = Rango de CE de 0-4
b₂ = Rango de CE de 4-8
b₃ = Rango de CE de 8-13

c₁ = Dosis de mejorador = 0 ton/ha.

c₂ = Dosis de mejorador = 5 ton/ha.

Cuadro 9A. Prueba de Duncan (de rango múltiple) realizada para el comportamiento del diámetro del tallo en las diferentes variedades.

Factor A			
	A_3	A_1	A_2
	2.77	1.81	1.49
1.49	1.28*	1.32*	0
1.81	0.91 (NS)	0	
2.77	0		
		Si Fc > Ft *	∴ $\tau_1 \neq \tau_2$
		Si Fc < Ft NS	∴ $\tau_1 = \tau_2$

Cuadro 10A. Prueba de Duncan realizada para la determinación del comportamiento del diámetro del tallo en los diferentes tipos de suelos.

Factor B			
	B_1	B_3	B_2
	3.56	1.56	0.96
0.95	2.6*	0.61 (NS)	0
1.56	2.0*	0	
3.56	0		
		Si Fc > Ft *	∴ $\tau_1 \neq \tau_2$
		Si Fc < Ft NS	∴ $\tau_1 = \tau_2$

Cuadro 11A. Prueba de Duncan (rango múltiple) para determinar el comportamiento del diámetro del tallo con respecto a variedades y rangos de salinidad.

	2.75	1.3	1.29	0.83	0.75	0.72	0.68	0.53	0.21
0.21	2.54*	1.09*	1.09*	0.62*	0.54*	0.51*	0.47*	0.32*	0
0.53	2.22*	0.77*	0.77*	0.30*	0.22NS	0.19*	0.15*	0	
0.68	2.07*	0.62*	0.62*	0.15*	0.07NS	0.04NS	0		
0.72	2.03*	0.58*	0.58*	0.11*	0.03NS	0			
0.75	2.0*	0.55*	0.55*	0.08NS	0				
0.83	1.92*	0.47*	0.47*	0					
1.29	1.46*	0.01NS	0						
1.30	1.45*								
2.75	0								

Si $F_c > F_t$ * $\therefore \tau_1 \neq \tau_2$
 Si $F_c < F_t$ * $\therefore \tau_1 = \tau_2$

Cuadro 12A Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar la influencia del mejorador en el diámetro del tallo de la planta.

Factor C	
C ₁	C ₂
3.65	2.41
2.41	1.24 (NS) 0
3.65	0

Si $F_c > F_t$ * $\therefore \tau_1 \neq \tau_2$
 Si $F_c < F_t$ NS $\therefore \tau_1 = \tau_2$

Cuadro 13A. Prueba de rango múltiple (Duncan) para determinar el comportamiento del grosor del tallo en relación a la interacción de las variedades con las dosis de mejorador.

	2.03	0.98	0.97	0.84	0.83	0.74
0.74	1.29*	0.24 (NS)	0.23 (NS)	0.10 (NS)	0.09 (NS)	0
0.83	1.2*	0.15 (NS)	0.14 (NS)	0.01 (NS)	0	
0.84	1.19*	0.14 (NS)	0.13 (NS)	0		
0.97	1.06*	0.01 (NS)	0			
0.98	1.05*	0				
2.03	0					
				Fc > Ft *	$\therefore \tau_1 \neq \tau_2$	
				Fc < Ft NS	$\therefore \tau_1 = \tau_2$	

Cuadro 14A. Análisis químico del agua de riego.

pH	7.5	ligeramente alcalino.
C.E. Micromhos/cm	460	
Carbonatos Meq/lt.	1.2	
HCO ₃ ⁼ meq/lt.	4.0	
Ca ⁺⁺ meq/lt.	4.5	
Mg ⁺⁺ meq/lt.	2.5	
Cl ⁻ meq/lt.	1.95	
SO ₄ meq/lt.	0.68	
Na ⁺ meq/lt.	0.0	
K ⁺	-	

Cuadro 15A. Análisis químico de los diferentes tipos de suelo realizado al final del experimento.

IDENTIFICACION	pH	CEx10 ³ MMHOS/CM	Ca ⁺⁺ (MEQ/LIT)	Mg ⁺⁺ (MEQ/LIT)	Na ⁺⁺ (MEQ/LIT)	K ⁺ (MEQ/LIT)	CO ₃ ⁼ (MEQ/LIT)	HCO ₃ ⁻ (MEQ/LIT)	Cl ⁻ (MEQ/LIT)	SO ₄ ⁼ (MEQ/LIT)
I	8.64	4.5	20.0	36.0	11.3	0.69	0.3	4.0	14.0	222.94
IM	8.66	4.7	25.0	31.0	23.4	0.76	0.4	4.0	10.4	63.23
II	8.51	8.0	23.0	54.4	25.6	2.56	0.5	4.0	18.8	82.94
IIIM	8.51	16.0	18.0	119.0	50.4	5.12	0.4	3.0	28.4	131.26
IIII	8.32	12.0	55.0	5.70	10.8	4.10	0.3	4.0	16.4	35.81
IIIM	8.24	16.0	65.0	76.0	16.9	7.17	0.4	3.5	21.2	49.18
IV	8.37	26.0	20.0	158.0	97.3	7.17	0.4	4.0	72.8	52.60
IVM	8.35	18.0	23.0	98.0	66.3	6.15	0.2	3.0	41.6	128.69