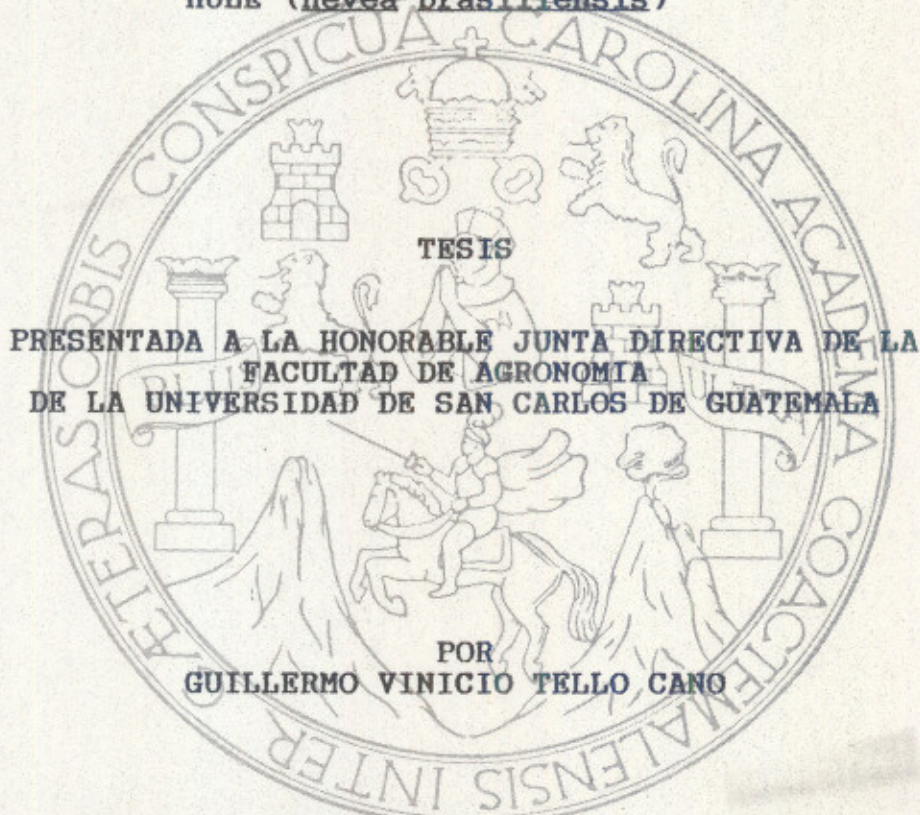


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

" EVALUACION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ACIDO 2 - CLOROETIL
FOSFONICO EN CUATRO INTENSIDADES DE PICA; SOBRE LA PRODUCCION DE
HULE (*Hevea brasiliensis*) "



EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MAYO DE 1993.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR:

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

DECANO: Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

VOCAL I: Ing. Agr. MYNOR ESTRADA.

VOCAL II: Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES.

VOCAL III: Ing. Agr. CARLOS MOTA DE PAZ.

VOCAL IV: Br. ELIAS RAYMUNDO RAYMUNDO.

VOCAL V: Br. JUAN GERARDO DE LEON MONTERROSO.

SECRETARIO: Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY.

Guatemala, mayo de 1993.

Señores:

Honorable Junta Directiva.

Honorable Tribunal Examinador.

Facultad de Agronomía.

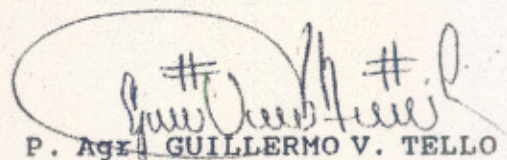
Universidad de San Carlos de Guatemala.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

" EVALUACION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ACIDO 2 CLOROETIL FOSFONICO EN CUATRO INTENSIDADES DE PICA; SOBRE LA PRODUCCION DE HULE (Hevea brasiliensis) "

Investigación presentada como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente:


P. Agr. GUILLERMO V. TELLO CANO.

ACTO QUE DEDICO

ACTO QUE DEDICO

- A: Dios, fuente de todo conocimiento.
- A mis Padres: Guillermo E. Tello Mérida y Julia Cano Salazar, por todo su amor y apoyo brindados. Chiantla, Huehuetenango.
- A mis Hermanos: Aroldo Rubeín, Edvin Ramiro, Jorge Alberto, Iris Arely, Estuardo Moisés, Rony Manrique; con mucho cariño. La Facultad de Agronomía.
- A mis sobrinos: Con mucho cariño y como un estímulo para que sigan adelante. Villa Nueva.
- A mis tios y primos: Instituto Nacional de Educación,
Con especial cariño a Delfino Cifuentes, Gloria Oliva, Jorge Mario, Marisol, Juan Carlos, José Ricardo. Chiantla.
- A las familias: La Coordinadora Social,
Cifuentes Oliva, De la Roca Cuéllar, Samayoa Hilton, por el apoyo en el desarrollo de mi carrera. Centro Universitario de Sur Occidente.

AGRADECIMIENTO

A la gran familia hulera de todo el país, en especial a la GREMIAL DE HULEROS, con influencia en la Costa Sur; por el apoyo incondicional que me concedieron para la realización de la presente investigación, en cuanto a financiamiento y apoyo logístico, especialmente al Lic. Cesar Soto y a los técnicos de la institución con sede en Mazatenango, Suchitepéquez.

AGRADECIMIENTOS.

A los propietarios de la Finca San Agustín, Ixtacapa, San Antonio Suchitepéquez, por haberme concedido permiso para la realización de mi experimento.

Al centro Universitario de Sur-Occidente por el apoyo irrestricto recibido; especialmente a: Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar.

A los docentes de la carrera de Agronomía Tropical del CUNSUROC, especialmente a los Ings. Agrs.: Fernando Mazariegos, Alberto Barrios, Mynor Otzoy, Guilleromo Ruiz y Aquilino Marroquín.

A los miembros de la Gremial de Hueleros, de la costa sur, por todo el apoyo recibido.

A mis amigos: Enma Turcios, Emilio Aguilar, Igor de la Roca, Reynaldo Alarcón, Elmer López, Marvin Mejía, Milton Chan, Abel Sandoval, Marvin Cúmes, Pablo García, por el apoyo brindado.

CONTENIDO

| | Pag. |
|---|------|
| CONTENIDO..... | i |
| INDICE DE FIGURAS..... | iv |
| INDICE DE CUADROS..... | v |
| RESUMEN | vi |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 3. MARCO TEORICO..... | 4 |
| 3.1. MARCO CONCEPTUAL..... | 4 |
| 3.1.1. Origen e historia del cultivo del hule... | 4 |
| 3.1.2. Cultivo del hule en Guatemala..... | 6 |
| 3.1.3. Descripción botánica del árbol de hule (<i>Hevea brasiliensis</i>)..... | 8 |
| 3.1.4. Especies botánicas del género <i>Hevea</i> | 9 |
| 3.1.5. Explotación de una plantación de hule.... | 9 |
| 3.1.5.1. Latex..... | 9 |
| 3.1.5.2. Preparación de los árboles para la pica..... | 9 |
| a. Diametración..... | 11 |
| b. Marca de paneles de pica..... | 11 |
| 3.1.5.3. Generalidades de la pica..... | 11 |
| a. Sistemas de pica..... | 12 |
| b. Intensidad de pica..... | 13 |
| c. La pica rutinaria..... | 13 |
| d. Supervisión de pica..... | 14 |
| e. Enfermedades de la pica..... | 14 |
| 3.1.7. La estimulación del hule..... | 15 |
| 3.1.7.1. Definición..... | 17 |
| 3.1.7.2. Reguladores de Crecimiento..... | 17 |
| 3.1.7.3. Etileno..... | 18 |
| a. Efectos biológicos..... | 18 |
| 3.1.7.4. Influencia de los agentes esti- mulantes sobre la producción de látex..... | 19 |
| 3.1.7.5. Epoca recomendable para estimular | 20 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.1.7.6. | Forma de aplicar los estimulantes | 22 |
| 3.1.7.7. | Períodos de duración del estimu- lante..... | 22 |
| 3.1.7.8. | Ventajas del uso de Ethrel como estimulante en hule..... | 22 |
| 3.1.7.9. | Cantidades a usar..... | 23 |
| 3.1.7.10 | Plantaciones apropiadas para el tratamiento con Ethrel..... | 24 |
| 3.1.7.11 | Factores a considerar..... | 24 |
| 3.2. | MARCO REFERENCIAL..... | 25 |
| 3.2.1. | Localización del área de estudio..... | 25 |
| 3.2.2. | Descripción del área de estudio..... | 25 |
| | a. Clima y Zona de Vida..... | 25 |
| | b. Condiciones edáficas..... | 25 |
| 3.2.3. | Descripción del material experimental.... | 27 |
| | a. Características del clon en estudio "RRIM-600"..... | 27 |
| | b. Ethrel 480..... | 28 |
| 3.2.4. | Descripción de la Plantación en estudio... | 29 |
| 4. | OBJETIVOS..... | 30 |
| 4.1. | Generales..... | 30 |
| 4.2. | Específicos..... | 30 |
| 5. | HIPOTESIS..... | 30 |
| 6. | METODOLOGIA..... | 31 |
| 6.1. | Diseño del experimento..... | 31 |
| 6.1.1. | Tratamientos evaluados..... | 31 |
| 6.1.2. | Diseño Experimental..... | 31 |
| 6.1.3. | Modelo estadístico..... | 32 |
| 6.1.4. | Unidad Experimental..... | 32 |
| 6.1.5. | Manejo del cultivo durante el experimento | 32 |
| 6.1.6. | Manejo del Experimento..... | 33 |
| | a. Selección de la Plantación..... | 33 |
| | b. Instalación y desarrollo del experi- mento..... | 33 |
| | c. Aplicación del estimulante..... | 33 |
| | d. Colecta del hule..... | 33 |
| | e. Medición de variables de respuesta.... | 34 |

| | | |
|--------|---|----|
| e.1. | Kilogramos de hule seco por Hec- tárea..... | 34 |
| e.2. | Area de aprovechamiento o activi- dad de los laticíferos..... | 34 |
| e.3. | Registros de precipitación pluvial | 35 |
| 6.3. | Análisis de la información..... | 35 |
| 7. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 36 |
| 7.1. | Rendimiento en hule seco..... | 36 |
| 7.2. | Area de aprovechamiento o de mayor actividad de conductos laticíferos..... | 50 |
| 7.2.1. | Análisis de Regresión y Correlación..... | 51 |
| 7.3. | Análisis económico..... | 51 |
| 7.4. | Precipitación..... | 56 |
| 8. | CONCLUSIONES..... | 58 |
| 9. | RECOMENDACIONES..... | 60 |
| 10. | BIBLIOGRAFIA | 61 |
| 11. | APENDICE..... | 63 |

INDICE DE FIGURAS

| No. | TITULO | Pag. |
|-----|---|------|
| 1. | Influencia de los tratamientos con estimulantes sobre el metabolismo de los laticíferos en la producción de látex..... | 21 |
| 2. | Localización de la finca San Agustín Ixtacapa, San Antonio, Suchitepequez..... | 26 |
| 3. | Rendimiento en hule seco en Kg/Ha para intensidad de pica a cada dos días..... | 39 |
| 4. | Rendimiento en hule seco en Kg/Ha para intensidad de pica a cada tres días..... | 40 |
| 5. | Rendimiento en hule seco en Kg/Ha para intensidad de pica a cada cuatro días..... | 41 |
| 6. | Rendimiento en hule seco en Kg/Ha para intensidad de pica a cada cinco días..... | 42 |
| 7. | Rendimientos medios en los dieciseis tratamientos de hule seco en Kg/Ha en el transcurso del experimento..... | 43 |
| 8. | Comportamiento del efecto del Ethrel a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco Kg/Ha con intensidad de pica de dos días..... | 45 |
| 9. | Comportamiento del efecto del Ethrel a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco Kg/Ha con intensidad de pica de tres días..... | 46 |
| 10. | Comportamiento del efecto del Ethrel a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco Kg/Ha con intensidad de pica de cuatro días..... | 47 |
| 11. | Comportamiento del efecto del Ethrel a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco Kg/Ha con intensidad de pica de cinco días..... | 48 |
| 12. | Relación beneficio costo, para los dieciseis tratamientos, para un año de explotación de hule..... | 53 |
| 13. | Fluctuaciones mensuales de precipitación comparado con rendimiento en hule seco del tratamiento con estimulante y testigo..... | 54 |

INDICE DE CUADROS

| No. | TITULO | Pag. |
|------|--|------|
| 1. | Análisis bromatológico del látex..... | 12 |
| 2. | Rendimiento total en Kilogramos de hule seco de los tratamientos evaluados..... | 36 |
| 3. | Análisis de varianza para el rendimiento en hule seco en Kilogramos por hectárea..... | 37 |
| 4. | Prueba de tuckey para concentración en porcentaje... de ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethrel)..... | 38 |
| 5. | Prueba de Tuckey para el factor de intensidad de pica | 38 |
| 6. | Análisis de varianza para el área de aprovechamiento de actividad de los conductos laticíferos..... | 50 |
| 7. | Resumen de los seis modelos de regresión y correla- ción para las variables rendimiento en hule seco Kg/Ha y área de aprovechamiento en m ² | 51 |
| 8. | Relación beneficio costo para los tratamientos evaluados..... | 52 |
| 9. | Consumo de corteza por pica a diferente intensidad de pica en explotación de árboles de Hevea..... | 54 |
| 10. | Análisis de la Tasa Marginal de Retorno de Capital, - para los diez y seis tratamientos combinatorios del experimento..... | 55 |
| 11A. | Análisis de costos de una plantación de Hule <u>Hevea</u> <u>brasiliensis</u> , en fase de explotación, utilizando - Ethrel al 1 % | 63 |
| 12A. | Area de Aprovechamiento o de Mayor Actividad de los conductos laticíferos de las diferentes unidades ex- perimentales | 64 |
| 13A. | Régimen de precipitación pluvial del segundo semestre del año 1992 | 65 |
| 14A. | Presupuesto Parcial de los Diez y Seis Tratamientos - combinatorios del experimento..... | 67 |

EVALUACION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ACIDO 2 - CLOROETIL FOSFONICO EN CUATRO INTENSIDADES DE PICA; SOBRE LA PRODUCCION DE HULE (Hevea brasiliensis)

EVALUATION OF FOUR CONCENTRATION OF PHOSPHONIC CLOROETIL ACID 2 IN FOUR DEGREES OF PICA ON THE PRODUCTION OF RUBBER (Hevea brasiliensis)

RESUMEN.

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca San Agustín Ixtacapa, jurisdicción de San Antonio Suchitepéquez; y en la cual se evaluaron a través de un Diseño Bloques al Azar con Arreglo Bifactorial, 4 concentraciones de Etephon (Acido 2 - cloroetil fosfónico) 0 %, 1 %, 2.5 % y 5 % ; combinadas con 4 intensidades de pica (2, 3, 4, y 5 días), sobre el rendimiento en kg/ha de hule seco, del cultivo del hule (Hevea brasiliensis) clon RRIM-600. El diseño constó de 48 unidades experimentales con 8 árboles de hule por unidad.

El experimento se desarrolló a partir del 15 de junio de 1992 y finalizó el 15 de noviembre, para un total de 120 días de duración del ensayo; período en el cual se realizaron 3 aplicaciones de estimulante Etephon a 40 días de intervalo entre cada uno de ellos.

Los objetivos de esta investigación fueron, evaluar el efecto de 4 concentraciones de Acido 2 - cloroetil fosfónico en cuatro intensidades de pica, sobre la producción de látex en árboles de hule (Hevea brasiliensis), clon RRIM-600, utilizando el sistema de media espiral (S/2), así como establecer la relación Beneficio-Costo y Tasa Marginal de Retorno de los diferentes tratamientos.

Para el logro del primer objetivo se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), en el cual se manifestaron diferencias altamente significativas en el efecto provocado por la combinación de los tratamientos, por lo que se realizaron pruebas de medias; utilizando el comparador Tuckey, para los dos factores; Factor A= Concentraciones de Etephon, de donde resultó que no existieron diferencias estadísticamente significativas y que por lo tanto las mismas ejercen el mismo efecto sobre la variable rendimiento en hule seco en kg/ha. Para el Factor B =

intensidades de pica, resultó que la intensidad de pica a cada 2 días, ejerce mayor influencia sobre el rendimiento en hule seco que a intensidad 5 días.

Sin embargo se estableció que los mejores tratamientos en base a rendimiento en hule seco en valores absolutos, se obtienen cuando se utilizan las siguientes combinaciones: Tratamiento 13 (5 % Etephon, intensidad a cada 2 días, tratamiento 14 (5 % Etephon, intensidad 3 días, tratamiento 9 (2.5 % Etephon, intensidad 2 días).

Se logró determinar que el efecto del Etephon al cabo de 40 días sigue manifestándose; por lo que para futuros ensayos se puede ampliar el rango.

Además de la variable rendimiento en hule seco, se midió el Area de Aprovechamiento; y se comprobó que estadísticamente ésta no ejerce ningún efecto sobre el rendimiento en kg/ha de hule seco; según el Análisis de Varianza realizado.

Para el segundo objetivo o sea la determinación de la Relación Beneficio-Costo; se determinó que los mejores tratamientos son: tratamiento 15 (5 % Etephon, intensidad 4 días), tratamiento 14 (5 % Etephon, intensidad 3 días), tratamiento 13 (5 % Etephon, intensidad 2 días, sin embargo según la Tasa Marginal de Retorno los más recomendables son los tratamientos 9, 13, 15.

Se llevó un registro de la precipitación pluvial a lo largo de la duración del experimento, la cual se correlacionó gráficamente con el rendimiento en hule seco, del testigo absoluto y de los tratamientos con estimulantes.

1. INTRODUCCION:

La producción de hule y los productos derivados de su industrialización representan en la economía del país un renglón cada día más importante en la generación de divisas, por la alta demanda del producto y sus derivados en los países industrializados, constituye una alternativa para la substitución de algunos cultivos tradicionales que se encuentran en áreas marginales, y que año tras año se acentúa más los problemas de su comercialización, como consecuencia de la alta oferta de estos productos en el mercado internacional, como es el caso del cultivo del Café.

El área cultivada, reportada hasta el año 1,990 es de 24,101 Ha , y lo reportado en el año 1,988 de 22,271 Ha representando lo anterior un incremento del 6.54 % en un período de 3 años; ingresando en el año 1,990 al país por concepto de divisas generadas 25 millones de dólares, lo cual nos muestra claramente el auge que el cultivo está tomando, según datos reportados por la Gremial de Huleros de Guatemala (9).

De acuerdo a lo planteado anteriormente, la tendencia del cultivo del Hule es marcadamente a incrementar las áreas de producción. Sin embargo poca tecnología se ha generado en el país relacionada con la optimización de los factores que intervienen en la producción de dicho cultivo, tales como sistemas de explotación, estimulantes, etc., Ya que la mayor parte de tecnología empleada en nuestro país, es importada de países como: Malasia, Costa de Marfil, que son pioneros en la producción de Hule, pero que manifiestan características geográficas y climatológicas distintas a las nuestras, por lo que no todas las recomendaciones producto de la investigación en los países antes mencionadas van a ser valederas, en nuestras áreas productoras.

En éste contexto se realizó la presente investigación, durante el período de junio a noviembre de 1992, en la Finca "San Agustín Ixtacapa", jurisdicción de San Antonio Suchitepéquez; en la cuál se estudiaron a través de un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Bifactorial; cuatro concentraciones de Acido 2 -

cloroetil fosfónico (5, 2.5, 1 y 1 %), combinadas con 4 intensidades de pica (2, 3, 4, 5 días), realizándose un total de 3 aplicaciones del estimulante a intervalos de 40 días entre cada una.

La variable de respuesta en estudio fué Kilogramos de Hule Seco por Hectárea; y para el efecto se trabajo con el Clon RRIM-600, considerando que es uno de los más cultivados en la Costa Sur (60 % de la totalidad de las plantaciones) (9).

Además por las características particulares que presenta el mismo, en cuánto a producción, resistencia a enfermedades y otras.

Para interpretar el comportamiento de la variable de respuesta se realizaron Análisis de Varianza, para poder establecer el efecto de los factores sobre ésta; se estudiaron variables secundarias tales como Area de Aprovechamiento o Mayor Actividad de los conductos laticíferos así como precipitación y se correlacionaron con la variable principal.

Con los valores de rendimiento en kg/Ha para cada uno de los 16 tratamientos que se estudiaron se calculó la Relación Beneficio Costo. Finalmente toda la información generada a través de la presente investigación se representó gráficamente, para poder inferir mejor sobre la misma.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La explotación del cultivo de Hule *Hevea brasiliensis*, en Guatemala emplea paquetes tecnológicos importados de los países más productores a nivel internacional (Malasia, Costa de Marfil); pese a que condiciones tanto geográficas como climáticas de estos países, son distintas a las nuestras; por lo que la tecnología usada en éstos países no puede aplicarse mecánicamente para las condiciones de Guatemala.

Producto de la tecnología generada en los países antes mencionados; actualmente se está implementando el uso de Fitohormonas en la fase de explotación del cultivo, específicamente con Etephon (Acido 2 - cloroetil fosfónico); sin embargo hay pocas experiencias científicamente comprobadas, y la información existente se basa la mayor parte en experiencias de los administradores de finca a nivel empírico. Lo que hace que en las regiones productoras de hule (Costa Sur y Atlántica) se utilicen concentraciones de estimulante arbitrarias, combinadas con intensidades de pica variables en función de la experiencia de los productores; el problema se agudiza más al causar una sobre explotación del árbol, y como consecuencia un agotamiento fisiológico del mismo.

Por lo anteriormente mencionado, es necesario a través del método científico, determinar la mejor combinación en cuanto a concentración de estimulante e intensidad de pica, para poder recomendarlo a la región con un mismo dominio de recomendación, en función de optimizar los rendimientos y no sobre-explotar al árbol, disminuyendo su vida productiva.

3. MARCO TEORICO:

3.1 MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1 Origen e Historia del Cultivo del Hule:

La historia del cultivo del hule se remonta al descubrimiento de América por Colón y los últimos exploradores españoles de los siglos XV y XVI; pero no fué hasta que el astrónomo de la Condamine mandó muestras de una misteriosa sustancia elástica a la que el llamó "Caotchove", a Francia en 1,736.

El informe completo de la Condamine con descripciones, detalles de los árboles, métodos de recolección nativos, beneficio y su estimación de los posibles usos de este material en el comercio Europeo, creó una demanda inmediata (17).

Parece ser que el hule que los españoles habían encontrado era de la clase Castilloa elastica y no Hevea brasilensis, el cual se mencionó por primera vez Freneau en la Guayana Francesa y Brasil en 1746.

La demanda de hule obtenida de diversas especies silvestres y manufacturado en impermeables botas, y otros artículos, permaneció pequeña antes de la invención de la vulcanización en 1839 por Good-Year en los Estados Unidos de Norte América. A causa de dicho descubrimiento por Good-Year y mejorado por Dunlop en Inglaterra, Michelin en Francia y Goodrich en Estados Unidos; un inglés llamado Collins, advirtió a su gobierno de las posibles dificultades que podrían surgir en el futuro, cuando la exportación de hule silvestre de Brasil fallara en surtir las fuertes exigencias de la industria. Enterado el Gobierno inglés de los problemas que podían surgir, nombró a la oficina de la India Británica encargada de resolver dicha situación por lo que, en 1840 Hooker y Markhan, empezaron a investigar la posibilidad de introducir árboles de Hule en la India para establecer una fuente

de abastecimiento más estable. El primer embarque de semillas fue en 1872 de Brasil, hecho por Ferris al Royal Botanical-Gardens y otro en 1875, pero ambos carecieron de éxito (17).

Mientras tanto un inglés llamado Wickham, propietario de una plantación de hule en Brasil, fué comisionado para conseguir semilla, al mismo tiempo Cross fue enviado a Panamá con el mismo fin, en caso fallara la comisión anterior (19).

Ambos regresaron en 1,876 con una cantidad considerable de semilla de Hevea, las cuales fueron distribuidas entre Ceilán, Malaya, Java Occidental y el Royal Botanical Gardens en Penang, Inglaterra.

Años posteriores se hicieron otras importaciones de *Hevea* sp, y de especies distintas, las cuales no rindieron igual a las que había recolectado Wickham.

El desarrollo de las nuevas plantaciones fué lento después de su introducción, por cuatro motivos principales:

- a) Los sistemas originales de sangrado, copiados de los métodos indígenas de Brasil, daban rendimientos mediocres.
- b) No había necesidad especial para nuevas plantaciones en esa época.
- c) Los productores estaban en la creencia de que se necesitaban suelos pantanosos para el desarrollo del hule.
- d) Por último, los propietarios dudaban en cuanto arriesgar su capital (17).

Luégo en 1,850, en las plantaciones experimentales, se estableció que el Hevea era mucho más adaptable alas exigencias de humedad y suelos (17).

A todo ésto, en 1,897, los precios del hule habían mejorado, y una serie de sucesos en el mercado del

cacao, té y tabaco hizo que se sembraran grandes plantaciones de Hevea, principalmente en Malaya, Java Occidental y Sumatra (5).

A pesar del incremento de siembra que hubo en esos años, la producción todavía era baja a principios de la década del siglo XX, y los compradores (estadounidenses y europeos) preferían el Hevea del Brasil, en 1,912 empezaron a aceptar gradualmente el hule de las nuevas plantaciones (5). Ya en 1,938 más o menos el 9 % del hule natural provenía de Malaya, Indonesia, Ceilán y otros países del lejano Oriente; quedando así finalmente establecido el mercado y la explotación del hule (5).

3.1.2 El Cultivo del Hule en Guatemala:

En el año de 1,899 , el Gobierno de Guatemala tuvo noticias de la importancia del Caucho como fuente de riqueza, emitiendo una ley en apoyo al incremento del cultivo con el propósito de lograr nuevos ingresos de divisas (16).

Con esta ley se estimuló a los agricultores nacionales, dándoles terrenos a todos aquellos que tuvieran interés de mantener en buenas condiciones las plantaciones, por un período de por lo menos cuatro años. Desafortunadamente, la falta de orientación técnica, la mala interpretación de la ley emitida o la negligencia de los interesados, provocó un desvío total a la intención original (16).

Otro problema fué que desafortunadamente los agricultores bien intencionados pero carentes de buena orientación, dedicaron sus esfuerzos al cultivo del llamado hule de Castilla, Castilloa elastica, completamente diferente al hule Hevea sp, hacia el cual se encaminaban las ideas de aquellas disposiciones (16).

Hubo que transcurrir más de medio siglo para que

Guatemala hiciera otro intento formal de convertirse en un país huleero. La principal razón fué manada por los imperativos de la segunda guerra mundial, como consecuencia de que el bloque occidental perdió sus fuentes de suministro. De ahí que se volcó el pensamiento en la América Tropical, que ya estaba contribuyendo al esfuerzo bélico con maderas livianas, quina, el hule del amazonas, etc.

Las etapas, tendientes a fomentar el cultivo del hule, son:

Estudios exploratorios, introducción de los mejores clones, colección de material injertable, multiplicación de los mejores especímenes, control estricto de nuevas plantaciones, continuas investigaciones científicas sobre el control del tizón de la hoja para el hongo Dothidella ulei, mejoramiento y adopción de prácticas adecuadas (17).

En 1,940, una comisión integrada por técnicos norteamericanos, inició estudios sobre suelos y otros factores indispensables al cultivo del hule en la zona Sur Occidental de Guatemala, ese mismo año a sugerencia de dicha comisión, se establecieron almácigos de hule Hevea brasiliensis en la finca Chitalón en el departamento de Suchitepéquez. San Fernando y Santo Tomás en el departamento de Escuintla y Cubilguitz en el departamento de Alta Verapaz (16).

Como los resultados fueron buenos, se hicieron almácigos en otras fincas, los cuales se ubicaron entre los 183 a 763 metros sobre el nivel del mar.

En julio de 1,941 el Gobierno de Guatemala decretó la libre importación de semilla de hule Hevea brasiliensis y plantas importadas de clones específicos de alto rendimiento, para ser distribuidos en todo el país a los agricultores interesados, juntamente con equipo y materiales necesarios al desarrollo del

programa. (16)

La segunda etapa se caracterizó por el gran impulso que se le dio a la experimentación y al fomento. Debido a esto fué que la estación experimental "La Hulera" tuvo necesidad de buscar nuevas áreas para continuar.

De esta forma fué como la finca nacional "Los Brillantes" fué escogida. Esta finca está situada en el municipio de Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu y en 1,957 se iniciaron los trabajos con la siembra de los clones provenientes de todas partes del mundo.

En 1,958 fué escogida el área de la subestación experimental de Navajoa, en el Departamento de Izabal. Con el auge alcanzado por el cultivo y con el propósito de impulsarlo, el Banco de Guatemala otorgó a los agricultores interesados, préstamos para ampliar o hacer nuevas siembras de hule en el país (16).

En el año 1,959-1,960, la estación experimental de Brillantes, y 32 fincas más, plantaron un total de 550,000 plantas de hule; ya con fines comerciales.

3.1.3 Descripción Botánica del Arbol de Hule Hevea brasiliensis.

El árbol de Hevea es de tamaño mediano de 10 - 20 metros de altura, con ramas robustas, lisas y que contienen mucho jugo lechoso ó látex (4).

El pecíolo es delgado, verde y de 30-35 cm de largo. Las hojas son de tallo corto y elíptico-oblongas a ovobadas-oblongas. La base es angosta y aguda. El ápice es acuminado, los folíolos de las hojas individuales son enteras, pinatinervadas de color obscuro por arriba y de color más claro y glaucas por debajo, de 5 a 35 cm de largo y 2.5 a 12.5 cm de ancho (4).

La inflorescencia es axilar y lateral, con tallo laxo en forma de panícula, de muchas flores y con pubescencia corta. Las flores son unisexuales monoicas, pequeñas y de color amarillo claro. El cáliz es campanulado con 5

segmentos angostamente triangulares. En la flor masculina hay 10 estambres; ellos están connados formando una columna con las anteras en dos hileras superpuestas. Existe un pequeño disco peludo, de 5 lóbulos (4).

Las flores femeninas son más grandes que las masculinas, el ovario es corto, pubescente y de tres celdas con tres estigmas gruesos cortos, sésiles (4).

Los frutos son grandes, comprimidos obtusamente trilobados rara vez con cuatro a seis lóbulos, 3 a 6 cm de diámetro y separados en tres, cuatro a seis bayas de dos vulvas, el pericarpio es coriáceo, en el endocarpio es leñoso, las semillas son grandes, cuadrangulares ovoides, comprimidas en uno de los lados, brillantes de color café oscuro y son de 2 - 3 cm de grueso (4).

3.1.4 Especies Botánicas del Género Hevea:

Este género pertenece a la familia de las Euphorbiaceas. Todas las especies del género son monoicas y en su inflorescencia poseen flores masculinas y femeninas separadas, factor que contribuye grandemente a la polinización artificial (17).

Entre las especies del género *Hevea* tenemos:

H. brasilensis

H. guianensis

H. benthamiana

H. viridis

H. pauciflora

H. rigidifolia

H. spruceana

H. microphyla

3.1.5 EXPLOTACION DE UNA PLANTACION DE HULE:

3.1.5.1 Látex:

Es un líquido lechoso que tiene en suspensión infinidad de microscópicas partículas sólidas.

Hoy día se habla de látex sintético porque es fabricado por el hombre y tiene la apariencia de látex

natural, aunque sus partículas no son necesariamente de hule (16).

El látex es agua en su mayor parte, conteniendo en suspensión pequeños globulos de hule que pueden representar desde el 25 hasta el 45 % del peso total. Otros componentes del látex son varias sales minerales, proteínas, enzimas, resinas, alcaloides, etc.

El contenido líquido del látex se denomina suero. La suspensión de glóbulos de hule dentro del suero es aparentemente una situación bastante estable en el árbol, pero una vez que haya flúido el látex de los tubitos laticíferos, la suspensión se vuelve inestable. Las partículas de hule se aglomeran en grupos más o menos grandes hasta que al fina la masa esponjosa se separa del líquido y se dice que el látex ha coagulado.

El procedimiento de la coagulación es facilitado por la agitación violenta del látex o por su propia acidez y puede demorarse o evitarse por completo mediante la alcalinización del látex (16).

El látex del árbol de hule se encuentra en la corteza del tronco, ramas, raíces y en las hojas verdes. La parte del árbol de hule que interesa más al agricultor es la corteza del tronco, desde el suelo hasta una altura de 2 metros (16).

En el cuadro 1, se puede apreciar los diferentes componentes bromatológicos del látex.

Cuadro 1. Análisis Bromatológico del Látex.

| COMPONENTES DEL LATEX | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|
| Hule | 30 - 40 % |
| Resinas | 2 % |
| Sustancias nitrogenadas | 2 % |
| Azúcar e inocitales | 1 % |
| Sustancias minerales | 0.5 % |
| Agua | 55 - 65 % |

Referencias:
Fuentes: Ovalle (16)

3.1.5.2 Preparación de los Árboles para la Pica:

a. Diametración:

El árbol de hule se puede comenzar a picar cuando alcanza una altura de un metro sobre la encalladura del injerto, y tiene una circunferencia de 45 centímetros. En árboles que no son injertados la medida se toma a nivel del suelo. La medición del diámetro de los árboles se hace rápidamente con calibrador o compás fijo de madera en forma de U que tenga una separación de 13 cm entre sus brazos, porque no es necesario saber el grueso exacto de los árboles sino si han llegado al diámetro mínimo (16).

Para que una plantación de hule entre en pica debe tener el cincuenta por ciento o más de árboles de la medida indicada.

Herramienta y Equipo que se utiliza para picar:

- Regla de madera de 1.5 m de largo, 5.08 cm de ancho y 2.54 cm de grueso.
- Cordel de un metro cincuenta de largo y 4 mm de grueso.
- Cuchilla para picar o sangrar.
- Banderola para diseñar páneces.
- Rayador para marcar páneces.
- Espitas o canalitos de lámina.

- Ganchos de alambre para sostén de las tazas.
- Tazas o guacales para recibir el látex (16).

b. Marcación de Paneles de Pica:

Para iniciar esta actividad se marca primero con el rayador una línea recta a lo largo del tallo desde la ancalladura del injerto hasta un metro cuarenta y ocho.

3.1.5.3 Generalidades de la Pica:

El objeto de la pica es abrir los tubitos laticíferos de tal manera que fluya al exterior el látex, para recolectarlo en un recipiente apropiado. La pica se hace con una cuchilla de forma especial que al raspar la corteza produce un canalito. El látex que fluye de los tubitos cortados corre por éste hasta la espita (canalito de lamina) que lo envía a la taza sostenida por el aro o gancho de alambre que abraza el árbol. El corte de pica se hace en diagonal con una inclinación de 30 grados sobre la horizontal y de izquierda a derecha descendentemente (16).

Nunca se hace el corte descendentemente de derecha a izquierda, porque se ha demostrado que el rendimiento de látex es menor.

a. Sistemas de Pica:

Para la explotación del árbol de hule Hevea brasiliensis, los sistemas de pica que han dado mejor resultado a nivel internacional son:

1. Media espiral con un ciclo de dos días.
2. Tres cuartos de espiral con un ciclo de tres días.
3. Espiral completa con un ciclo de cuatro días.

Cada uno de estos sistemas debe ser adaptado, más que todo, a que la plantación no desmerezca en sus condiciones físicas. Por consiguiente, cada sistema se aplicará a su tiempo, aunque en algunos casos se puede aplicar por emergencia como escasez de mano de obra, escasez del producto en el mercado y aún hasta por el

alto costo del hule (16).

El sistema de media espiral a cada dos días es el más adecuado para usarse en plantaciones jóvenes, pues se ha conceptualizado como un sistema tecnificado racionalmente.

Los dos últimos sistemas señalados o sea el 3/4 a cada tres días y el de completa a cada 4 días, han manifestado resultados contraproducentes en nuestro medio. La práctica ha demostrado con amplitud que cualquiera de estos dos sistemas retarda tremendamente el grosor del árbol, provoca malas formaciones en el tablero de pica, proliferan más libremente las enfermedades fungosas del pánel de pica y se acentúa el porcentaje de Brown Bast (16).

b. Intensidades de Pica:

Se llama así al intervalo de tiempo entre traumatismo y traumatismo (pica y pica), al árbol de hule en explotación expresado en días. La intensidad de pica más utilizada en las fincas huleras de nuestro país es a cada dos días; sin embargo existen otras modalidades como las siguientes:

1. A cada dos días, se simboliza (d/2).
2. A cada tres días, se simboliza (d/3).
3. A cada cuatro días, se simboliza (d/4).
4. A cada cinco días, se simboliza (d/5).
5. A cada seis días, se simboliza (d/6).

Cada intensidad de pica va combinada con un sistema particular de explotación (11).

c. La Pica Rutinaria:

El picador debe empezar su tarea en cuanto haya suficiente luz para ver. El flujo de látex es más abundante en la madrugada, al salir el sol, las hojas empiezan a transpirar agua y después de las 10 de la mañana es poca la cantidad de látex que sale del corte de pica (16).

Por esta razón, la pica debe terminar antes de las 9:30 AM. El picador tiene a su cargo un total de 400 árboles, cuando la pica es de media espiral. Si tiene experiencia puede picar 3 ó 4 árboles por minuto.

Además de su cuchilla, el picador lleva un bote, bolsa o canasta para transportar el hule coagulado resultante de la pica anterior. También lleva una botella que contiene agua con el 2 % de amoníaco o una solución de Sulfito de Sodio como anticoagulante.

Antes de iniciar la pica, se quita de la taza cualquier resto de hule que haya quedado de la pica anterior, guardando este hule en su bolsa o canasta; la tira o el cordón de hule coagulado que se ha formado en el corte y lo guarda también.

Con una cuchilla especial para ésta práctica, se realiza un corte de unos 2 mm de espesor y de uno 4 ó 5 centímetros de largo, nunca debe sacar la capa de corteza de un solo tirón sino mediante movimientos cortos y bruscos, sin retrocesos, cada uno de los cuales cubrirá 4 o 5 centímetros del largo en el corte.

Al finalizar el corte empieza a fluir el látex, pasando por la espita y de aquí al guacal.

Después de una hora u hora y media de terminada la tarea, el látex deja de fluir; y el picador comienza a recoger en una cubeta el contenido de las tazas que hay en estos árboles, iniciando la recolección en los primeros árboles picados (16).

d. Supervisión de la Pica:

La pica debe rendir el máximo de látex con el mínimo de daños en la corteza. Para sacar el máximo de látex, el corte tiene que llegar hasta un milímetro del cambium como máximo, porque los tubitos laticíferos son más numerosos en esa región, se requiere mucha pericia para no profundizar demasiado el corte y llegar a la madera cambiante, pues esto resultaría en la formación

de cicatrices que estorbarían las picas posteriores. Para garantizar una pica correcta, es necesario supervisar a los trabajadores, para que se dé una adecuada explotación racional del cultivo (16).

e. Enfermedades del Panel de Pica:

Entre las principales enfermedades que se reportan para el panel de pica o tablero de pica, están las siguientes:

1. Pudrición mohosa (Mouldy root). Ceratocystis fimbriata.
2. Raya Negra (Black Stripe). Phytophthora palmivora.
3. Parche Gangrenoso (Panch Canker). Phythium, Phytophthora, y golpes y lesiones mecánicas.
4. Liber moreno (Brown Bast). Enfermedad causada por fenómenos fisiológicos ignorados en la actualidad.

Un adecuado control fitosanitario es importante para mantener una plantación sana y productiva.

3.1.6 Historia de la estimulación en la Producción de Hule:

La estimulación de la producción de hule se remonta a 1,902, en Malasia; cuando casualmente se descubrió que la costumbre de raspar la parte exterior de la corteza debajo del canal de pica aumentaba sustancialmente la cantidad de látex por árbol.

Este raspado era práctica común en las plantaciones de hule, para limpiar los árboles de derrames de látex provenientes del canal de pica (4).

Los pequeños productores después de limpiar la corteza hacían aplicaciones de estiércol y arcilla o estiércol y tierra para aumentar la producción y mejorar la renovación de la corteza.

Por los años 20 se empezaron a usar productos patentados como Neubarck y Solar Vim; pero no fueron muy utilizados en las plantaciones comerciales. Neubarck fue un compuesto de estiércol de vaca, arcilla y otras sustancias incluyendo sulfato de hierro y permanganato de potasio, el cual lo aplicaban en una

franja de 15 cm abajo del canal de pica (4).

En los años 30 se llevaron a cabo experimentos de raspado de corteza con aplicaciones de Nitrato de Sodio, ceniza y estiércol, empezándose a llevar récords en los aumentos de producción (4).

Investigaciones sobre la naturaleza de los agentes estimulantes empezaron con experimentos utilizando aceites minerales vegetales aplicados a la corteza livianamente raspada debajo del canal de pica (4).

Estos experimentos demostraron que las hormonas vegetales o sustancias estimulantes del crecimiento como los aceites eran responsables en los aumentos de producción. También se logró establecer que el ritmo de renovación de la corteza durante el primer año se aumentaba sustancialmente con la aplicación de aceite comercial de palma a la franja abajo del canal de pica (4).

Seguidamente vino el método de inyecciones de Sulfato de Cobre en agujeros perforados a la altura del canal de corte. Aunque incrementos satisfactorios se obtuvieron por medio del tratamiento de la corteza con otros estimulantes.

El método del Sulfato de Cobre tiene muchas desventajas y no se recomienda para uso general. La mayor desventaja es la posible contaminación del látex con cobre. La Asociación de Manufactureros de Hule de Nueva York ha especificado que ningún hule clasificado por esa asociación debe contener más de 8 ppm de cobre (ppm= 1 mg/litro), debido al efecto catalítico que el cobre tiene en la oxidación del hule.

Hules con cantidades mayores de Cobre del límite especificado se suavizan muy rápidamente, se vuelve pegajoso y ésto afecta al producto manufacturado. Otra objeción al método es lo laborioso y costoso de barrenar los hoyos en los árbol, que haría

antieconómico en plantaciones grandes, sumándole a esto el peligro de dañar la corteza y la madera del árbol (4).

Posteriormente salieron al mercado los productos como 2,4,D y 2,4,5,T siendo éstos utilizados en experimentos llevados a cabo por el RRIM (Rubber Research Institute of Malaysia) encontrándose efectivos para la estimulación del hule (13).

Se demostró en 1,968 , que el Etileno era muy efectivo para la estimulación de látex en Hevea usando el Acido 2 Cloro Etil Fosfónico conocido como Ethephon que se descompone por medio de hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal (13).

Hasta la fecha este es el compuesto que mejores resultados ha dado como estimulante, el cual es recomendado por el RRIM para ser aplicado en árboles mayores de 15 años o que se estén picando en panel C, con frecuencias de aplicación de 4 a 6 veces por año según el estado de la plantación, programa de la finca y precipitación del lugar.

El Ethephon baja el contenido de hule seco aproximadamente en un 3.5 % lo que no es significativo debido a la alta producción lograda.

3.1.7 La Estimulación del Hule:

3.1.7.1 Definición.

Es el tratamiento aplicado a un árbol de hule, que para un sistema de pica dado (largura del corte e intensidad de pica) tiene por objeto aumentar la producción de látex.

El combinar los sistemas de pica y de estimulación conduce a definir un sistema de explotación (6).

3.1.7.2 Reguladores de Crecimiento:

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Este hecho lo enunció Went, hace muchos años, en su famosa aseveración "Sin sustancias de crecimiento, no hay

crecimiento". Went encontró que para desarrollarse longitudinalmente, los tejidos deben recibir sustancias de crecimiento. Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas, algunas de las cuales pueden producir resultados provechosos para el hombre (21).

Los reguladores de crecimiento vegetal son llamados también fitohormonas. Una hormona es una sustancia orgánica que se produce dentro de la planta y que en bajas concentraciones promueve, inhibe o modifica cualitativamente el crecimiento. Una característica común de las hormonas es su capacidad para inducir o reprimir algún proceso de crecimiento en la planta o actuar en forma localizada en un sitio que no es el de su síntesis (21).

Se ha visto que muchas sustancias sintetizadas en laboratorio, cuando son aplicadas a las plantas, tienen efectos similares a los causados por las hormonas naturales. Estas sustancias se conocen como reguladores de crecimiento; en muchos casos estos reguladores han sido usados con éxito en el estudio de procesos controlados internamente por las fitohormonas, proporcionando así una herramienta poderosa al agricultor moderno para regular el crecimiento de las plantas, la época de floración, la cuaja de frutos, enraizamientos, elongaciones, aumentos producción, etc.

Las hormonas se han clasificado en cinco grupos: auxinas, giberelinas, citocininas, inhibidores, etileno (6). La presente investigación estudia el efecto del Etileno sobre el rendimiento en hule seco, por lo que a continuación se describe.

3.1.7.3 Etileno:

En su estructura química, el etileno, producto natural del metabolismo vegetal, es la hormona de crecimiento vegetal más simple, hay otros compuestos volátiles, como el acetileno y el propileno, que tienen efectos similares a los del etileno; sin embargo, el etileno es entre 60 y 100 veces más activo que éstos. El etileno es también el único producto del grupo de los compuestos volátiles, que se produce en cantidades apreciables en los tejidos vegetales (1).

a. Efectos biológicos:

-- Etefón Acido (2-cloroetil) fosfónico. No resulta práctico tratar con gas etileno las plantas cultivadas a campo abierto, debido a que se disipa con demasiada rapidez. Sin embargo, el etefón ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno, como producto de descomposición, cerca del lugar de descomposición, cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales. Así el etefón ofrece un medio para tratar con etileno las plantas cultivadas en el campo, ya que sus efectos son con frecuencia similares a los ejercidos por el etileno en la floración, maduración de los frutos y abscisión (1).

Se encontró que el etefón induce el hinchamiento de las bases de las hojas e inicia la formación de bulbos en la cebolla durante duraciones de luz de día no inductivas. Normalmente se necesitan duraciones de día de doce a dieciséis horas para que se inicie la formación de bulbos (21).

3.1.7.4 Influencia de los agentes estimulantes sobre la producción de látex:

Está admitido hoy en día que el conjunto de los tratamientos estimulantes que se aplican al hule conducen a una producción de etileno por los tejidos de la corteza (2).

- Sea directamente por aplicación de un producto que libera etileno (Etrhel, Cetrims, Cetrips, Ethad).
- Indirectamente por aplicación de diversos productos (minerales ú orgánicos) o por traumatismos físicos.

La estimulación alarga durante unas horas la duración del escurrimiento de una pica gracias a la acción conjunta de una fluidez más grande del látex (debida a una disminución del DRC = cantidad total de sólidos en el látex del magnesio, del índice de plugging, del índice de estallamiento de los lutoides, de los tioles y de las actividades diphenoloxidosas) y de una mejor reposición del látex (debida a un aumento del pH, del % en sacarosa, en fósforo, de la síntesis de proteínas y del % en Adenosina-Fosfato) (13).

La estimulación es regularmente un efecto activador sobre el drenaje de la sacarosa hacia los conductos laticíferos, y su utilización para formación de látex (2).

El aumento en la producción de látex, obedece a una disminución de la concentración de los iones Magnesio y Calcio dentro de los lutoides, así también los estimulantes hacen variar las fluctuaciones de pH dentro del citoplasma; aumentando algunos puntos en la escala de alcalinidad. Lo que estimula al aumento del coeficiente respiratorio especialmente en la fase de la glucólisis hasta la formación de acetato, y de éste a caucho o látex propiamente; juntamente con éste proceso se acelera la síntesis de proteínas en el núcleo celular. figura 1

3.1.7.5 Época recomendable para Estimular:

Teniendo en cuenta el ciclo vegetativo anual del hule y la alternancia de las estaciones lluviosas, ciertos períodos no se recomiendan para realizar esta actividad.

Al fin de la defoliación, se tiene que esperar que las hojas estén nuevamente formadas.

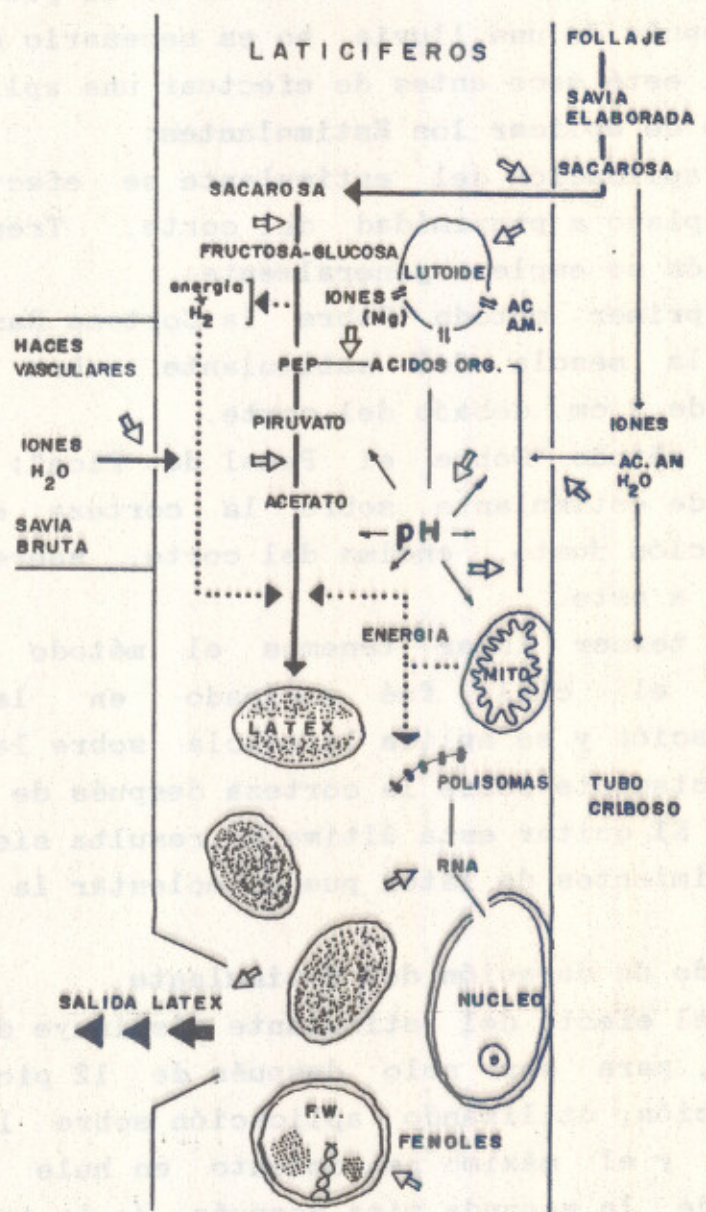


FIGURA 1. Influencia de los tratamientos con estimulantes sobre el metabolismo de los laticiferos en la produccion de latex.

FUENTE: Compagnon (2)

15 Si se efectúan estimulaciones sobre panel con una pica en d/6, d/7, la eficacia del estimulante es mejor si este se aplica 4 a 6 días antes de la pica.

Después de una lluvia, no es necesario esperar que el panel esté seco antes de efectuar una aplicación.

3.1.7.6 Forma de aplicar los Estimulantes:

La aplicación del estimulante se efectúa con un pincel plano a proximidad del corte. Tres modos de aplicación se emplean generalmente:

El primer método "Sobre la Corteza Raspada", se aplica la mezcla del estimulante sobre una banda raspada de 2 cm. debajo del corte.

El método "Sobre el Panel de Pica"; aplica la mezcla de estimulante sobre la corteza en vía de regeneración justo, encima del corte, sobre una banda paralela a este.

En tercer lugar tenemos el método "Sobre el Corte"; el cual fué empleado en la presente investigación y se aplica la mezcla sobre la hilacha ó sea directamente sobre la corteza después de quitar la hilacha. El quitar esta última no resulta siempre fácil y escurrimientos de látex pueden molestar la aplicación (13).

3.1.7.7 Período de duración del Estimulante.

El efecto del estimulante disminuye después de 5 picas, para ser nulo después de 12 picas de la estimulación, utilizando aplicación sobre la corteza raspada y el máximo rendimiento en hule se obtiene después de la segunda pica después de la estimulación (13).

Con la estimulación sobre panel, el máximo de producción se obtiene generalmente a la pica siguiente. Su efecto es menos duradero que con la estimulación sobre corteza raspada. (13)

3.1.7.8 Ventajas del uso de Ethrel como estimulante en hule:

Entre las ventajas que se tienen usando este producto está el aumento de los rendimientos, 3 ó 4 aplicaciones pueden incrementar la producción del 30 al 60 % (11). En cuanto a costos; al aumentar los rendimientos por picador por día, lógicamente bajan los costos por libra de hule recolectado, aumentando las utilidades.

Utilizando estimulantes también podemos programar las actividades en las fincas huleras, particularmente en áreas donde escasea la mano de obra, el estimulante Ethrel empleado con intensidades de pica de media espiral a cada 3 ó 4 días, e incluso 6 días (s/2 d/3, s/2 d/4, s/2 d/6) puede mantener los niveles de producción iguales o muy próximos a los que se obtienen con media espiral a cada 2 días (s/2 d/2) sin estimulante. Esto permite programar mejor el uso de la mano de obra en fincas donde hay escasez de picadores calificados.

En cuanto al consumo de corteza, tenemos que utilizando estimulante se alarga la vida útil de los árboles porque las bajas intensidades de pica reduce drásticamente el consumo de ésta.

Para la explotación de árboles que están al final de su vida útil o con sistemas de pica hacia arriba, el Ethrel aumenta dramáticamente la producción en partes del árbol no explotadas por mucho tiempo antes. Esto convierte la pica hacia arriba en una operación altamente rentable.

Puesto que el Ethrel líquido viene en concentraciones 480 gramos de Acido Etephon por litro, se puede utilizar después de diluido a una concentración que puede ser desde 2.5 % al 10 % mezclándolo con aceite de palma o de coco, a las concentraciones requeridas (11).

3.1.7.9 Cantidades a Usar:

Las cantidades a aplicar estarán en relación con la edad de los árboles, la intensidad de pica, el clon, la frecuencia de estimulación, etc.

En general un litro de alcanza para tratar 1400 árboles para una sola aplicación.

3.1.7.10 Plantaciones apropiadas para el uso de Ethrel:

Los clones que tienen un alto índice de cegamiento (plugging index) generalmente responden bien al estimulante mientras que aquellos clones que tienen índice bajo, responden en menor grado (12).

En estudios realizados en el campo, los siguiente clones han tenido excelentes resultados en cuanto a incremento en su producción de látex (del 50 % al 200 %) por la acción del Ethrel:

AV. 1581 - BD 5 (Gv 8) GA 1302, GL 1 (Gv 8) Gu 175, HARBEL 1, LH 1, PB 5, PB 86 (Gv 17), PR 1107 (Gv 55), RRIM 600, RRIMM 605, RRIM 612, RRIM 623, Tjir 1 (Gv 31) (12).

El Ethrel no debe aplicarse cuando ya hay signos de que va a comenzar la ivernación (descanso fisiológico), hasta las primeras lluvias que marcan al fin de la época seca (12).

Cuando se usa estimulante se produce un flujo abundante de látex: generalmente se requiere hacer la recolección más tarde o hacer dos recolecciones. Después de la recolección, los guacales se deben dejar colocados para que reciban el goteo tardío que se produce.

3.1.7.11 Factores a Considerar:

Debido a que la estimulación con Ethrel redundará en incrementos de la producción, es necesario revisar los programas de fertilización, tomando en cuenta los efectos de ese incremento en los árboles. En Malaysia, se ha sugerido un incremento de aproximadamente 30 - 40

% en las aplicaciones de nitrógeno y potasio, pero los programas de fertilización se deben considerar a la luz de las condiciones de cada localidad, disminución de los nutrientes del suelo, condiciones del mismo, etc. Lo correcto es efectuar análisis de suelos y hojas para conocer los requerimientos de fertilizantes (13).

Como ocurría con los primeros estimulantes empleados, el uso de Ethrel induce una disminución del DRC (cantidad de sólidos totales) en el látex. Esto se compensa por la sobre producción de hule en comparación con los rendimientos obtenidos bajo condiciones normales. (13)

3.2 MARCO REFERENCIAL:

3.2.1 Localización del Area de Estudio:

El estudio se llevó a cabo en la Finca "San Agustín Ixtacapa"; ubicada en el municipio de San Antonio Suchitepéquez, a la altura del kilómetro 152.5 de la carretera CA-2. Colinda al Norte con el parcelamiento Madre Mía; al Sur con el Cantón Concepción Ixtacapa y la Finca Santa Adela, al Este con el Cantón Concepción Ixtacapa y el Río Pajocá; al Oeste con el municipio de Samayac (8), ver figura 2.

3.2.2 Descripción del Area de Estudio:

a. Clima y Zona de Vida:

El area en estudio pertenece a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (3).

La precipitación promedio anual es de 3284 mm con una temperatura máxima de 35 grados centígrados y una mínima de 20 grados centígrados y una media anual de 23.5 grados centígrados (3).

La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.45

3.2.3 Condiciones Edáficas:

Los suelos donde se instaló el presente ensayo, pertenecen a la serie de suelos Copalchi, los cuales

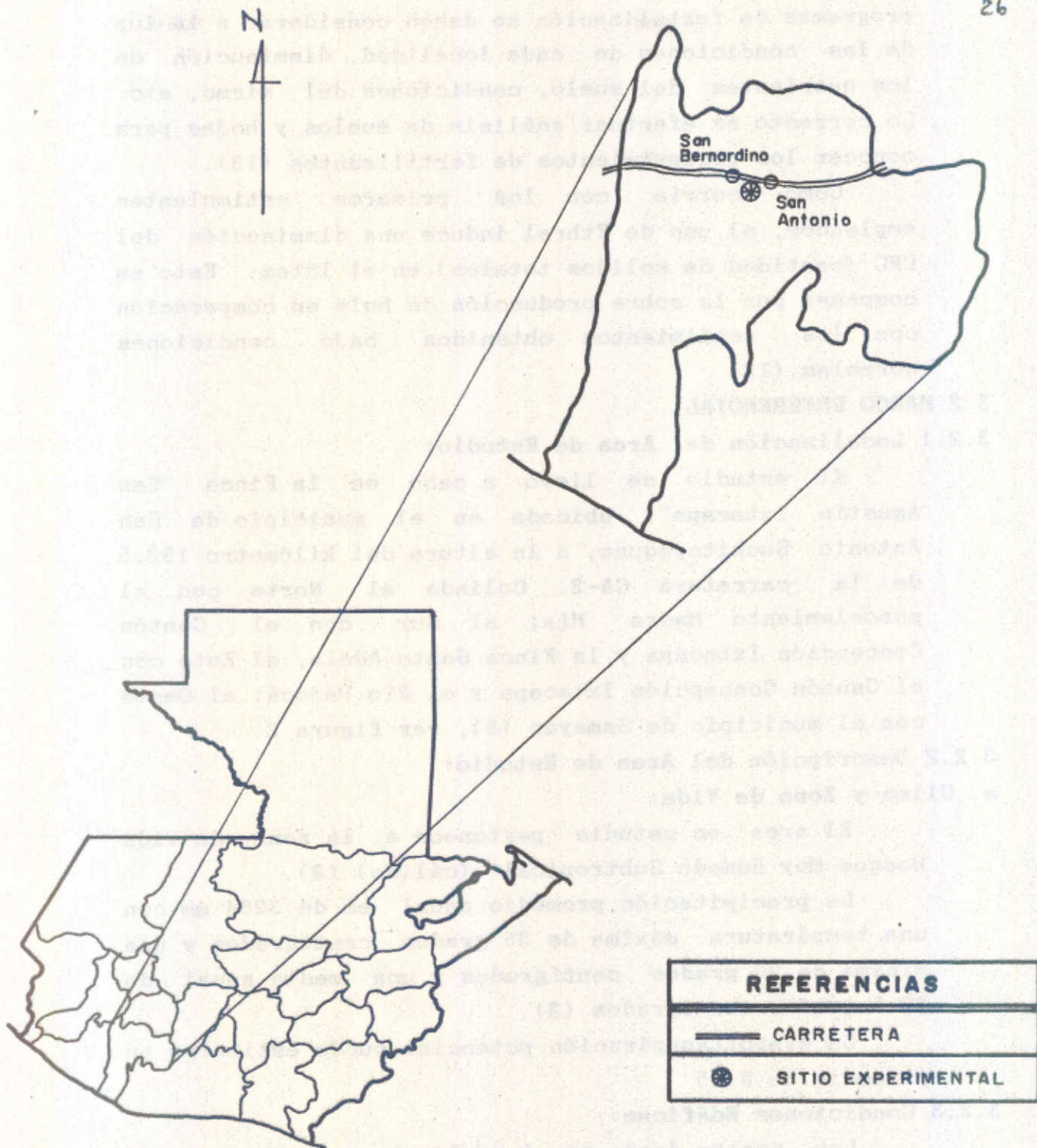


FIGURA 2. Localización de la finca San Agustín Ixtacapa, San Antonio Suchitepequez.

MAPA REPUBLICA DE GUATEMALA SIN ESCALA. PROYECCION Esc. 1:750,000.

han sido desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, relieve suavemente inclinado, drenaje bueno, suelo superficial, color café oscuro, textura y consistencia, franco limoso friable; profundidad de 60 - 80 centímetros (20).

3.2.4 Descripción del Material Experimental:

a. Características del Clon en estudio "RRIM-600":

-- Generalidades:

Origen Genético: TJ1 x PB 86

Origen Geográfico: Malasia (Instituto de Investigación de Malasia.

Recomendaciones: Clase I en Malasia.

Gran escala en numerosos países del lejano Este.

Ensayos en Costa de Marfil: 6 a gran escala en campos comparativos. Un ensayo sobre enraizamiento de brotes en troncos injertados. Dos ensayos sobre abundancia de la copa, en árboles injertados. (12)

-- Observaciones Morfológicas:

Aspecto de la copa:

Las hojas se encuentran sueltas y en forma alargada, con sus bordes anchos y volteados hacia arriba. Sin cacúmen aparente. La hoja suelta del centro es más larga que las laterales; no se traslapan, los pequeños pecíolos son largos y forman un ángulo abierto, pero inferior a un ángulo recto.

Tronco:

Este clon tiene una fuerte tendencia a crecer muy alto durante la primera edad. Los efectos benéficos al alcanzar la cima no han sido establecidos en relación a la producción y resistencia al resquebrajamiento.

Corteza:

Es bastante delgada, éste clon es delicado a los golpes.

Producción:

Es un clon de alta producción. Su rendimiento en kg/ha/año lo califica como un buen árbol de producción.

Su producción viene a ser relativamente rápida. La depresión invernal es por medio. La producción es constante de julio a diciembre. Buena respuesta a estimulación (12).

-- Características Secundarias:

Sensitivo al Viento:

Considerado como resistente al resquebrajamiento en Malasia; todos los campos comparados en Costa de Marfil muestran una obvia sensibilidad. Esta sensibilidad de troncos y ramas también ha sido reportada en plantaciones industriales, especialmente cerca de los claros causados por Phomes. Los ensayos de copas injertadas han sido conducidos a remediar este problema. Hasta ahora, no se ha llegado a ninguna conclusión concreta sobre los efectos del viento; por otro lado un 20 - 30 % de la producción, fué reportada como pérdida, de acuerdo a los clones usados para el ensayo.

Sensibilidad a hoja enferma:

Resistente a Colletotrichum sp. Muy poco sensible a Pythophthora sp.

Sensibilidad del Tronco:

Sensibilidad a panel de Phytophthora. necesita tratamientos sistemáticos; sensible a heridas.

-- Características Tecnológicas:

D.R.C: Promedio

Estabilidad Mecánica del látex: Clara, después del tratamiento.

Viscosidad Promedio: 57

Velocidad de vulcanización:

- Goma estabilizada: Clara.

- Goma no estabilizada: La misma.

b. Ethrel 480:

Es una solución líquida que contiene 480 gramos de Ethephon por litro. El ethephon ó Acido 2-cloroetil

fosfónico es soluble en agua, alcohol o propilenglicol; no es inflamable no explosivo, pero tiene las propiedades de un ácido fuerte (18).

La casa comercial Rhone Poulenc ha desarrollado varias formulaciones a base de Ethephon, Ethrel-látex, Cerone-720, Prep.

El Ethrel-480 es un regulador de crecimiento, soluble en agua, que es rápidamente absorbido por las plantas liberando etileno; una hormona vegetal, conocida desde hace muchos años como el agente madurador natural (18).

3.2.5 Descripción de la Plantación en estudio:

La plantación en estudio corresponde al clon RRIM-600; teniendo un distanciamiento de 3.3 metros x 6.6 metros (entre plantas y surcos respectivamente). La edad de la plantación es de 14 años, es decir 8 años consecutivos de explotación o pica; se considera una edad adecuada para iniciar tratamientos con estimulantes, ya que a edades muy tempranas el árbol es muy vigoroso, y consecuentemente no necesita de estimulación.

Las enfermedades más comunes que se han presentado en la plantación son dos: Raya negra Phytophthora palmivora y Ceratocystis fimbriata (pudrición mohosa); sin embargo el porcentaje de incidencia y severidad ha sido bajo y controlado a través de los programas fitosanitarios que se implementan en la finca.

4. OBJETIVOS:

4.1 Generales:

Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de Acido 2-Cloro-etil fosfónico en cuatro intensidades de pica sobre la producción de látex en arboles de hule (Hevea brasiliensis), (clon RRIM-600) utilizando el sistema de media espiral (S/2).

4.2 Específicos:

4.2.1 Determinar la mejor combinación entre concentración de estimulante e intensidad de pica, sobre la producción de látex en árboles de hule (Hevea brasiliensis) clon RRIM-600 utilizando el sistema de media espiral (S/2).

4.2.2 Establecer la relación Beneficio-Costo de cada uno de los tratamientos así como el análisis económico basado en la tasa marginal de retorno.

5. HIPOTESIS:

En las combinaciones de cuatro intensidades de pica con cuatro concentraciones de Acido 2-cloro etil fosfónico, no se presentan diferencias significativas en cuanto a producción de hule seco en kg/ha en árboles de hule (Hevea brasiliensis) clon RRIM-600.

6. METODOLOGIA:

6.1 Diseño del Experimento:

6.1.1 Tratamientos Evaluados:

Tomando en cuenta que el sistema tradicional de pica de las fincas huleras de Guatemala es el de media espiral a cada dos días (S/2), se seleccionaron los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: (0 % Dosis Ethrel, pica a cada 2 días).
- Tratamiento 2: (0 % Dosis Ethrel, pica a cada 3 días).
- Tratamiento 3: (0 % Dosis Ethrel, pica a cada 4 días).
- Tratamiento 4: (0 % Dosis Ethrel, pica a cada 5 días).
- Tratamiento 5: (1 % Dosis Ethrel, pica a cada 2 días).
- Tratamiento 6: (1 % Dosis Ethrel, pica a cada 3 días).
- Tratamiento 7: (1 % Dosis Ethrel, pica a cada 4 días).
- Tratamiento 8: (1 % Dosis Ethrel, pica a cada 5 días).
- Tratamiento 9: (2.5 % Dosis Ethrel, pica a cada 2 días).
- Tratamiento 10: (2.5 % Dosis Ethrel, pica a cada 3 días).
- Tratamiento 11: (2.5 % Dosis Ethrel, pica a cada 4 días).
- Tratamiento 12: (2.5 % Dosis Ethrel, pica a cada 5 días).
- Tratamiento 13: (5 % Dosis Ethrel, pica a cada 2 días).
- Tratamiento 14: (5 % Dosis Ethrel, pica a cada 3 días).
- Tratamiento 15: (5 % Dosis Ethrel, pica a cada 4 días).
- Tratamiento 16: (5 % Dosis Ethrel, pica a cada 5 días).

6.1.2 Diseño Experimental:

Se utilizó un Diseño en Bloques al Azar, con un arreglo Bifactorial 4 x 4; tomando en cuenta que existen gradientes de variabilidad en el material experimental (variación en el diámetro a la altura del pecho (D.A.P), altura de los fustes, área de aprovechamiento de los laticíferos; así como en el lugar de experimentación con pendiente de nororiente-suroccidente, respectivamente.

Los diferentes tratamientos mencionados anteriormente se distribuyeron en 3 bloques o repeticiones.

6.1.3 Modelo Estadístico:

$$Y_{ijk} = u + T_i + R_j + T_iR_j + B_k + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Valor de la variable de respuesta, producción en hule seco (kilogramos), de la i -ésima dosis de ethrel, j -ésima intensidad de pica en la k -ésima repetición,

u = Efecto de la media general en kilogramos de hule seco.

T_i = Efecto de la i -ésima dosis de Ethrel.

R_j = Efecto de la j -ésima intensidad de pica.

T_iR_j = Efecto de la interacción de la i -ésima dosis de ethrel con la j -ésima intensidad de pica.

B_k = Efecto de la k -ésima repetición.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

6.1.4 Unidad Experimental:

Como unidad experimental neta se utilizó un área de 175 metros cuadrados de acuerdo al distanciamiento del hule (3.3 x 6.6 metros), la cual incluyó un total de 8 árboles.

6.1.5 Manejo del Cultivo durante el Experimento:

- a. Se utilizó el sistema de pica "Media espiral" (S/2).
- b. Se desinfectó el panel de pica: Cada 30 días, con Benlate y Folpan.
- c. Supervisión de la profundidad de pica, consumo de corteza, límite de media espiral, pica uniforme y declive del corte, limpieza de utensilios y limpieza del panel de pica.
- d. Control de malezas, en forma manual; esta actividad se realizó una vez en el tiempo de duración del experimento.
- e. Fertilización, en Septiembre, con una fórmula compuesta (15-15-15) a razón de 2 libras por árbol.
- f. Recolecta de chipa (látex coagulado mediante el uso de ácido fórmico).

6.1.6 Manejo del Experimento:

a. Selección de la Plantación:

Se seleccionaron árboles de hule del clon RRIM-600 de "14 años de edad" por ser éste uno de los clones más utilizados en la región.

b. Instalación y Desarrollo del Experimento:

Una vez seleccionada la plantación del clon RRIM-600 en estudio, se delimitó el área experimental, en la cual se separaron: Los 3 bloques, y dimensiones de las unidades experimentales, etc. Seguidamente se identificaron cada uno de los tratamientos en su respectiva unidad experimental de acuerdo a la aleatorización previamente realizada.

c. Aplicación del Estimulante:

Se realizaron 3 aplicaciones de Ethrel a lo largo de la duración del experimento; con un intervalo entre cada una de ellas de 40 días ya que a intervalos mayores disminuye el efecto del estimulante (2).

Previo a la aplicación de los diferentes tratamientos, se prepararon las soluciones de Ethrel utilizando como solvente aceite de palma, a 3 concentraciones (1 %, 2.5 % y 5 %).

El método empleado para la aplicación de los distintos tratamientos fué: "Sobre el corte de pica y sobre la hilacha". Para aplicar la solución se utilizaron pinceles; y la cantidad empleada por árbol de 3 centímetros cúbicos de solución (2).

d. Colecta de Hule:

El producto del sangrado del árbol de Hule recibe el nombre de látex, el cual es recibido en guacales plásticos cuya capacidad varía entre 0.5 y 1 litro.

Con la finalidad de reducir el error experimental en el presente estudio, y tomando en cuenta que el mismo abarco la época de mayores precipitaciones; la colecta de hule se realizó en estado de Chipa (látex

coagulado por efectos del ácido fórmico), 6 horas después de efectuado el traumatismo (pica). La colecta se efectuó a cada 2,3,4 y 5 días dependiendo el tratamiento definido para cada unidad experimental en particular.

e. Medición de las Variables de Respuesta:

e.1 Kilogramos de hule seco por Hectárea:

Utilizando una balanza con aproximación de 1 gramo, en el campo se determinó el peso de 8 chipas correspondientes a 8 árboles por unidad experimental, para cada uno de los tratamientos; dependiendo de si su colecta era a cada 2,3,4 ó 5 días respectivamente. Este peso total de chipa se convirtió a kilogramos de hule seco, multiplicando el mismo por 0.6 que es el factor de conversión para RRIM-600 (11). Tomando en cuenta que en 1 kilogramo de chipa hay 60 % de sólidos en solución (D.R.C), que es equivalente a hule seco.

e.2 Altura de Fuste, Diámetro a la Altura del Pecho y Area de Aprovechamiento o Actividad de los conductos laticíferos:

Para determinar altura de fuste se utilizó un Clinómetro Suntto, el cual nos determina el ángulo de elevación y deflección; seguidamente con la cinta métrica se calcula la distancia horizontal desde la posición del observador hasta el fuste del árbol. Y luego por relaciones trigonométricas se calcula la altura fustal.

El diámetro a la altura del pecho se determinó mediante la utilización de una cinta métrica, con la que se calculó el perímetro a la altura del pecho; luego se calculó el diámetro despejando el mismo en la fórmula de perímetro de un círculo, ($P=2 \times \pi \times \text{radio}$).

Con los datos de diámetro y altura fustal se determinó el área de aprovechamiento o de actividad de los conductos laticíferos en el árbol de hule a través de la siguiente fórmula: $\text{Area de Aprovechamiento} = 2 \times$

pi x radio x altura fustal

e.3 Registros de Precipitación Pluvial:

En base a datos obtenidos de la estación meteorológica tipo "C" del centro experimental "Los Brillantes", de la Dirección General de Servicios Agrícolas, correspondientes al segundo semestre del año 1,992 ; se determinaron medias de precipitación pluvial por pentadas y medias mensuales.

6.2 Análisis de la Información:

Para el rendimiento en kilogramos de hule seco, área de aprovechamiento o zona de actividad de los conductos laticíferos en el árbol de hule; se realizaron Análisis de Varianza (ANDEVA). En los casos que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se efectuó una prueba de medias; para el efecto se utilizó el comparador de Tuckey.

Se realizaron análisis de regresión, utilizando como variables Y= Rendimiento en hule seco (Kg) y X= Area de aprovechamiento, empleando el paquete estadístico "Regre6p", con la finalidad de estudiar a que modelo de regresión se adecuaban los datos.

Se efectuó el análisis Beneficio - Costo y la Tasa Marginal de Retorno, para cada uno de los tratamientos; para calcular el óptimo económico.

Para Precipitación pluvial se realizó una gráfica para ver el comportamiento del rendimiento de hule respecto al régimen de lluvias.

Todos los resultados de este estudio se representan en cuadros y gráficamente, en los cuales se puede observar los rendimientos en hule seco para cada uno de los tratamientos, los estimadores económicos, así como las variables climatológicas.

7. RESULTADOS Y DISCUSION:

7.1 Rendimiento en Hule Seco:

El rendimiento total en hule seco de los 16 tratamientos y los 3 bloques; a lo largo de 120 días, que duró el experimento en el cual se realizaron 3 aplicaciones del estimulante Ethrel a intervalos de 40 días, se observan en el cuadro 2.

Los resultados de hule seco provienen de la conversión de los totales de peso de chipa en kilogramos, multiplicados por el factor "0.6", que corresponde al porcentaje de sólidos que existen en una unidad de chipa para el clon RRIM-600, el porcentaje de sólidos totales se conoce como D.R.C. (4)

Cuadro 2. Rendimiento total en kilogramos de hule seco/Ha de los tratamientos evaluados.

| TRATAMIEN | BLOQUE I | BLOQUE II | BLOQUE III | MEDIAS |
|------------|----------|-----------|------------|---------|
| 1 (0,2) | 1411.42 | 1909.04 | 1523.35 | 1444.13 |
| 2 (0,3) | 1158.79 | 1193.08 | 1888.47 | 1413.44 |
| 3 (0,4) | 1035.37 | 1146.22 | 1110.23 | 1097.27 |
| 4 (0,5) | 1124.51 | 818.24 | 976.63 | 973.12 |
| 5 (1,2) | 1514.78 | 1383.35 | 1717.62 | 1538.58 |
| 6 (1,3) | 1541.06 | 1213.08 | 1764.48 | 1506.20 |
| 7 (1,4) | 832.52 | 1499.92 | 1503.92 | 1278.78 |
| 8 (1,5) | 863.38 | 1058.80 | 1102.80 | 1008.32 |
| 9 (2.5,2) | 1753.62 | 1360.50 | 1957.61 | 1690.57 |
| 10 (2.5,3) | 1330.21 | 1278.22 | 1922.76 | 1510.39 |
| 11 (2.5,4) | 1285.65 | 1669.05 | 1409.64 | 1454.78 |
| 12 (2.5,5) | 1219.36 | 1059.94 | 1045.66 | 1108.32 |
| 13 (5,2) | 2391.13 | 2042.75 | 1622.77 | 2018.88 |
| 14 (5,3) | 1202.79 | 1654.20 | 2113.03 | 1656.67 |
| 15 (5,4) | 1891.90 | 1203.93 | 1565.06 | 1553.63 |
| 16 (5,5) | 1091.90 | 1153.65 | 1118.22 | 1121.25 |

MEDIAS: 1353.02 1352.75 1521.39

Referencias: (A=Dosis de Ethrel, B= intensidad de pica)

Con los resultados que aparecen en el cuadro 2, se realizó un Análisis de Varianza, para establecer estadísticamente si existe o no diferencias significativas, ocasionadas por los factores o por la interacción de éstos; y se obtuvo la siguiente información, detallada en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de Varianza para Rendimiento en hule seco en kilogramos por Hectárea (kg/Ha).

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | SIGNIFICANCIA |
|--------------|-------|-------------|---------|---------------|
| Bloques | 2 | 91.712890 | 45.856 | 0.1523 |
| Tratamientos | 15 | 1154.488000 | 76.966 | 0.0026 ** |
| Factor A | 3 | 209.228500 | 69.743 | 0.0438 ** |
| Factor B | 3 | 876.718800 | 292.240 | 0.0001 ** |
| Inter. A x B | 9 | 68.541020 | 7.616 | 0.9574 |
| Error | 30 | 690.396500 | 23.013 | |
| Total | 47 | 1936.598000 | | |

Referencias: ** Altamente significativo a 1 % de nivel de significancia.
C. V. = 19.4562 %
Factor A = Concentración de Ethrel en porcentaje.
Factor B = Intensidad de Pica.

En base al análisis de Varianza, se establece que existen diferencias altamente significativas en el efecto provocado por cada uno de los factores en estudio, (Concentraciones de Etephon en % e Intensidad de Pica respectivamente), sobre la variable de respuesta kg/ha de hule seco; así como de los tratamientos. Por lo tanto se realizó una prueba de medias utilizando para el efecto el comparador Tuckey; en base al Coeficiente de Variación 19.45 % se puede decir que el experimento fué bien manejado.

De acuerdo a lo anteriormente explicado, se realizó el análisis de medias utilizando el comparador Tuckey y con un nivel de significancia del 5 %; para el factor A (concentraciones de Ethrel), tal como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba de Tuckey para concentración en porcentaje de Acido 2 - cloroetil fosfónico (Etephon).

| Tratamientos | Efecto factor A (kg/Ha) | Significancia 5 % |
|--------------|-------------------------|-------------------|
| Ethrel 5 % | 1587.35 | A |
| Ethrel 2.5 % | 1441.07 | AB |
| Ethrel 1 % | 1331.93 | ABC |
| Ethrel 0 % | 1274.22 | ABCD |

Referencias: Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

De acuerdo con la prueba de tuckey se puede decir que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, las cuatro concentraciones de Etephon 5 %, 2.5 %, 1 % (Acido 2 - cloroetil fosfónico), son iguales, por lo que la producción de hule seco en kilogramos por hectárea no se ve afectada por las concentraciones de estimulante comparado con el testigo.

Para comprobar si las intensidades de pica utilizadas en el experimento, ejercen efecto en el rendimiento en hule seco; se realizó la prueba de medias utilizando el comparador Tuckey, como se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de Tuckey para el factor intensidad de pica.

| Tratamiento | Efecto del factor B en el rendimiento (kg/Ha) | Significancia 5 % |
|------------------|---|-------------------|
| Pica cada 2 días | 1715.62 | A |
| Pica cada 3 días | 1521.63 | AB |
| Pica cada 4 días | 1346.22 | AB |
| Pica cada 5 días | 1051.37 | B |

Referencias: Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, se puede decir que las intensidades de pica a cada 2, 3 y 4 días producen un efecto igual en cuanto a rendimiento de hule seco en kilogramos por hectárea; de acuerdo al comparador Tuckey. Así mismo las intensidades de pica a cada 3, 4, y 5 días estadísticamente son iguales en cuanto a su efecto en el rendimiento de la variable en estudio. Sin embargo la intensidad de pica a cada 2 días y a cada 5 días respectivamente, se

manifiestan diferentes; y de acuerdo al análisis se deduce que la intensidad a cada 2 días se obtiene un mayor rendimiento en hule seco (1715.62 kg/ha) que a intensidad 5 días (1051.37 kg/ha).

En la figura 3 se observa el comportamiento del rendimiento en hule seco en kg/ha de los tratamientos con intensidad de pica a cada dos días.

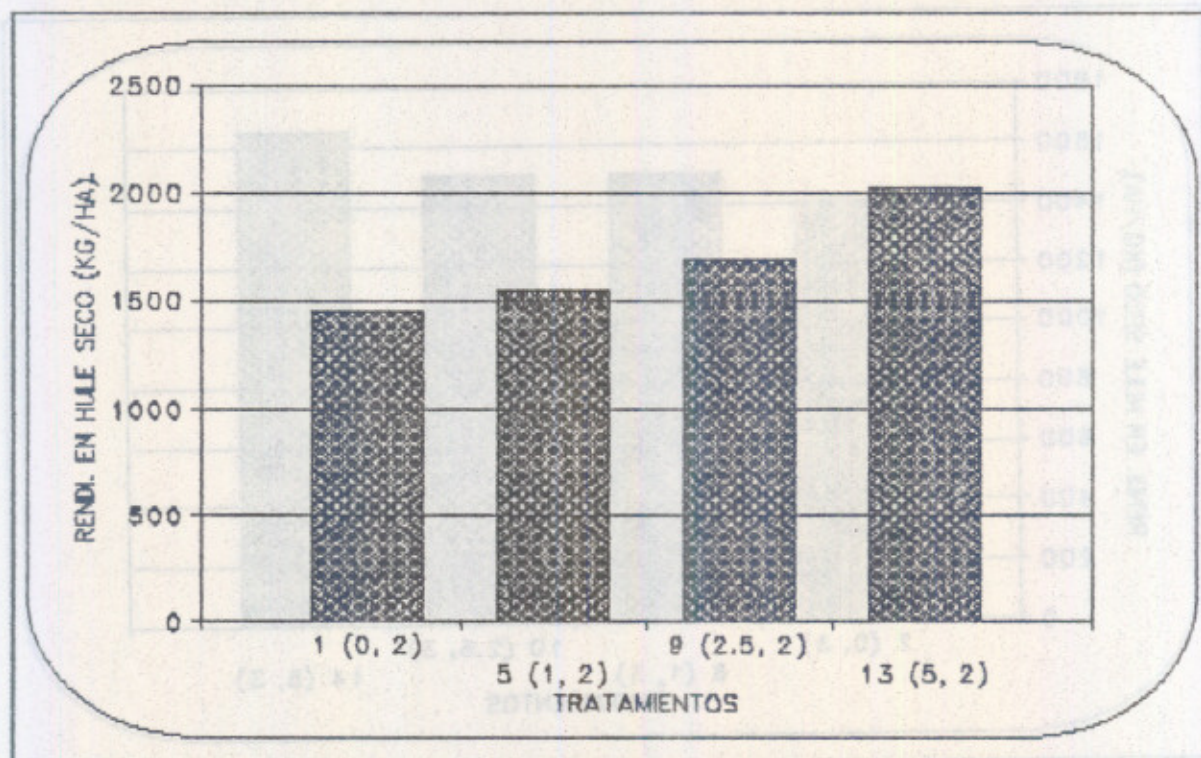


Figura 3. Rendimiento en Hule Seco en Kgs/Ha para Intensidad de Pica a cada Dos Días.

Referencias: 1 = 0 % Ethrel, 5 = 1 %, 9 = 2.5 %, 13 = 5 %

Como se puede observar en la figura 3, a intensidad de pica cada dos días, el tratamiento más rendidor se registró a concentraciones de Ethrel 5 % (tratamiento 13), seguido por 2.5 % (tratamiento 9). Sin embargo el testigos (tratamiento 1) tiene rendimientos similares a los tratamientos con estimulante; en valores relativos, aunque en términos absolutos si existe

diferencia en el rendimiento de hule seco en kilogramos por hectárea del más rendidor (tratamiento 13) comparado con dicho testigo; en el orden de lo 400 kg/ha.

En la figura 4 se observa el comportamiento del rendimiento en hule seco en kg/ha para los tratamientos con intensidad de pica a cada tres días.

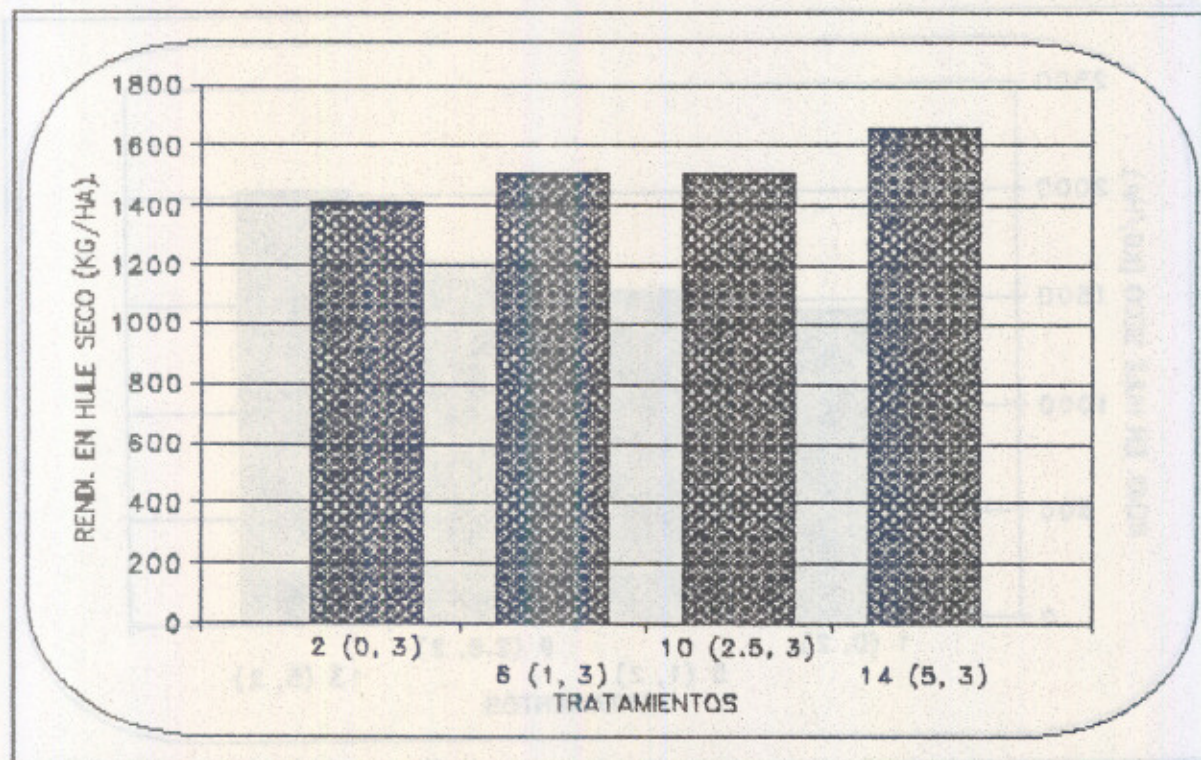


Figura 4. Rendimiento en Hule Seco en kg/Ha para Intensidad de Pica a cada Tres Días.

Referencias: 2 = 0 % Ethrel, 6 = 1 %, 10 = 2.5 %, 14 = 5 %

De acuerdo a lo observado en la figura 4, con intensidad de pica a cada tres días, el mejor tratamiento se alcanzó a concentración 5 % de Ethrel (tratamiento 14). Aquí ocurrió algo importante, que en las concentraciones 1 % (tratamiento 6) y 2.5 % (tratamiento 10) respectivamente, se obtuvieron rendimientos por debajo de los alcanzados por el testigo, lo cual nos indica que

el efecto de la concentración del estimulante no fué muy acentuada para esta intensidad de pica, tal y como se demuestra en la prueba de tuckey del cuadro 4.

En la figura 5 se puede observar el comportamiento del rendimiento en kg/ha de hule seco para los tratamientos con intensidad de pica a cada cuatro días.

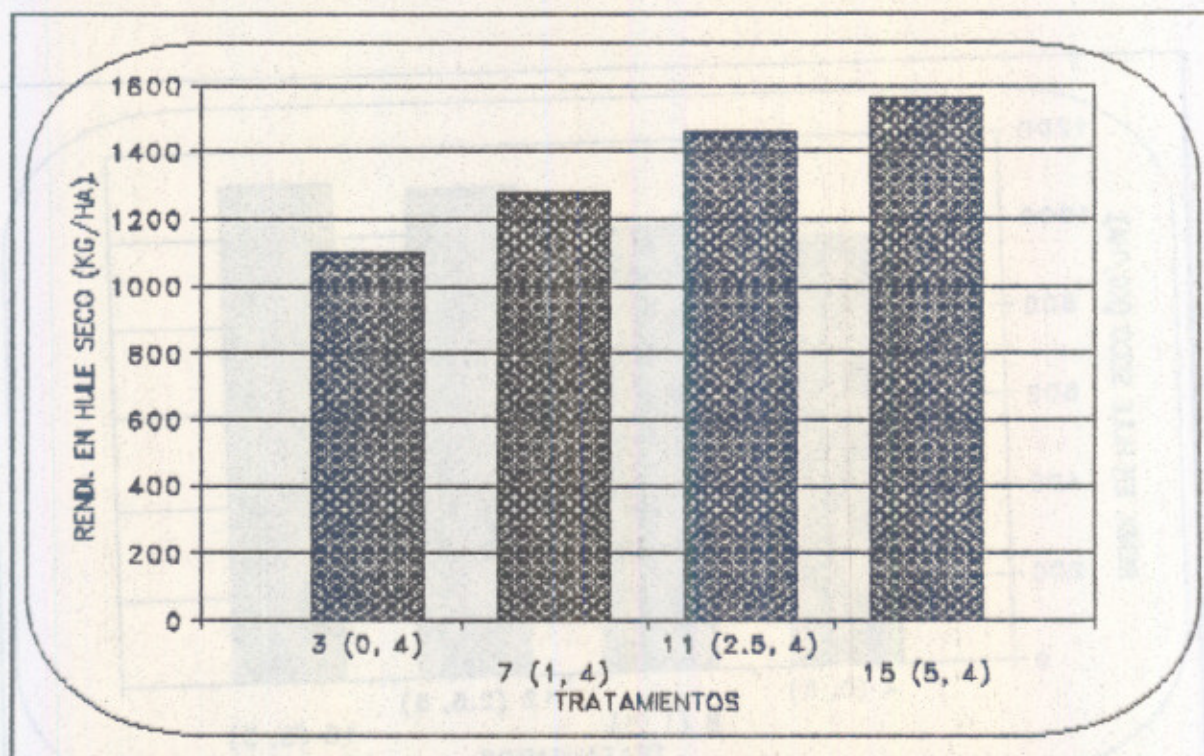


Figura 5. Rendimiento en Hule Seco en kg/Ha para Intensidad de Pica a cada Cuatro Días.

Referencias: 3 = 0% Ethrel, 7 = 1%, 11 = 2.5%, 15 = 5%

De acuerdo a lo observado en la figura 5, se puede decir que la combinación de las diferentes concentraciones (5 %, 2.5 %, 1 %) con esta intensidad de pica (4 días), los rendimientos son directamente proporcionales; ya que los más altos se reportan a 5 % (tratamiento 15), seguidos por 2.5 % (tratamiento 11), 1 % (tratamiento 7), y testigo respectivamente (tratamiento 3), lo

cual nos indica que en función de valores absolutos en cuanto al rendimiento en hule seco, las concentraciones de estimulante si ejercen efecto sobre la variable en forma proporcional, tal y como lo manifiesta la figura 5.

En la figura 6 se puede observar el comportamiento del rendimiento en kg/ha de hule seco para los tratamientos con intensidad de pica cinco días.

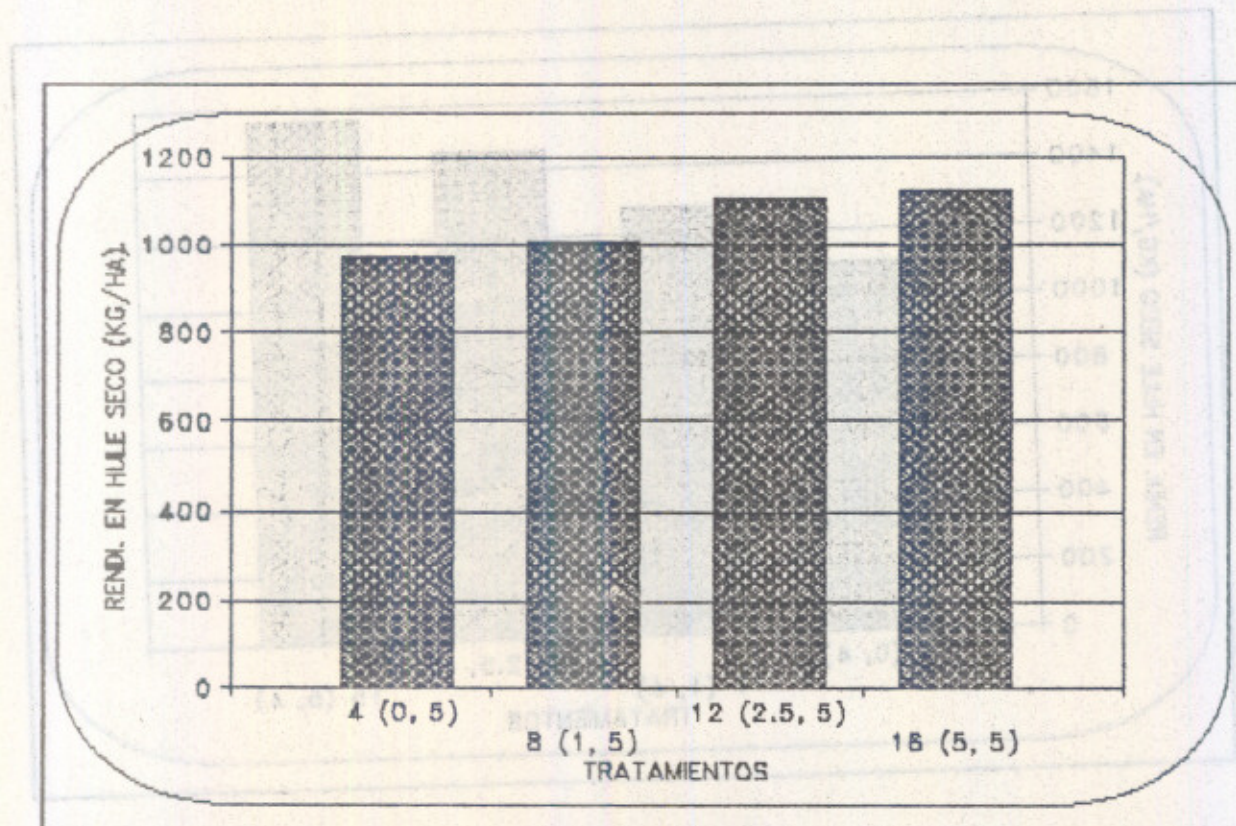


Figura 6. Rendimiento en Hule Seco en Kg/Ha para Intensidad de Pica a Cada 5 Días.

Referencias: 4 = 5 % Ethrel, 8 = 1 %, 12 = 2.5 %, 16 = 5 %

La figura 6, que representa picas a cada 5 días muestra un comportamiento directamente proporcional; lo que indica que la concentración de 5 % alcanzó los mayores rendimientos (tratamiento 16), le sigue 2.5 % (tratamiento 12), 1 % (tratamiento 8) y testigo respectivamente (tratamiento 4), por lo

que se demuestra que aunque estadísticamente no existen diferencias en el efecto ejercido por las diferentes concentraciones de estimulante Etephon, en función de valores absolutos de rendimiento en kg/ha de hule seco, actúa mejor el 5 %, seguido del 2.5 % y por último 1 %.

En la figura 7 se puede observar el rendimiento medio alcanzado por los diez y seis tratamientos que incluyó el experimento.

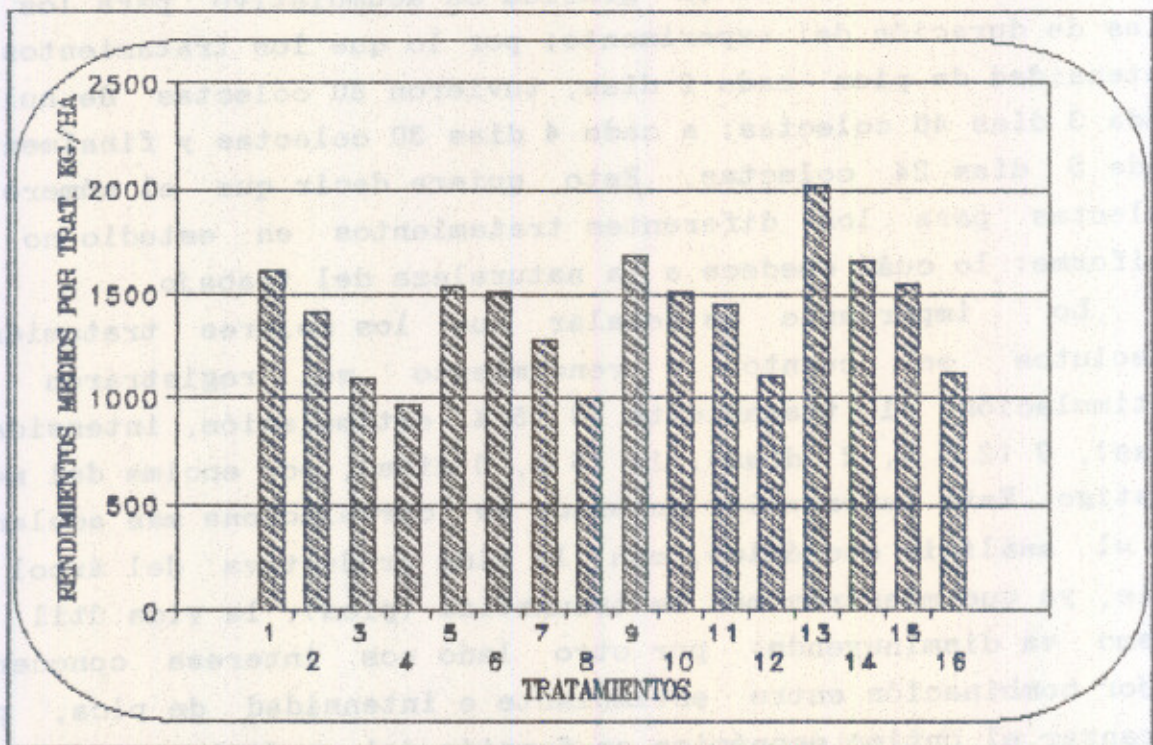


Figura 7. Rendimientos Medios en los Diez y Seis Tratamientos en hule seco Kg/Ha a lo largo del experimento.

En la figura 7, se observan los rendimientos medios alcanzados a lo largo de las tres aplicaciones de estimulante en un lapso de 120 días (periodo de duración del experimento). Como se puede apreciar los tratamientos más eficientes en cuanto a rendimiento en orden decreciente son: 13 (ethrel 5 %, intensidad 2 días), 9 (2.5 %, 2 días), 14 (5 %, 3 días), 1 (0 %, 2 días), 15

(5 %, 4 días), 5 (1 %, 2 días).

También podemos observar que de los 16 tratamientos, del 1 al 4 los rendimientos son decrecientes (intensidad de pica 2 días), del 5 al 8 el comportamiento es igual, decreciente (intensidad de pica 3 días); del 9 al 12 se manifiesta el mismo fenómeno (intensidad de pica 4 días); y de igual forma del 13 al 16 (intensidad de pica a cada 5 días).

La explicación de éste fenómeno es que el rendimiento tomado para la elaboración de la gráfica es acumulativo para los 120 días de duración del experimento; por lo que los tratamientos con intensidad de pica cada 2 días, tuvieron 60 colectas de hule, a cada 3 días 40 colectas; a cada 4 días 30 colectas y finalmente a cada 5 días 24 colectas. Esto quiere decir que el número de colectas para los diferentes tratamientos en estudio no fué uniforme; lo cuál obedece a la naturaleza del trabajo.

Lo importante es señalar que los mejores tratamientos absolutos en cuanto a rendimiento se registraron con estimulación; el tratamiento 13 (5 % estimulación, intensidad 2 días), 9 (2.5 %, 2 días), 14 (5 %, 3 días), por encima del mejor testigo. Esta información generada se correlaciona más adelante, en el análisis económico, con la vida productiva del árbol de hule, ya que mientras más se traumatiza (pica), la vida útil del mismo va disminuyendo; por otro lado nos interesa conocer la mejor combinación entre estimulante e intensidad de pica, para alcanzar el óptimo económico en función del rendimiento y costos.

Con el registro periódico de pesos en kg de hule seco; en cada colecta y dependiendo la intensidad de pica, se construyeron gráficas, para estudiar el efecto del estimulante en los intervalos de aplicación.

En la figura 8 se puede observar el comportamiento del Etephon, a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco kg/ha para intensidad de pica dos días.

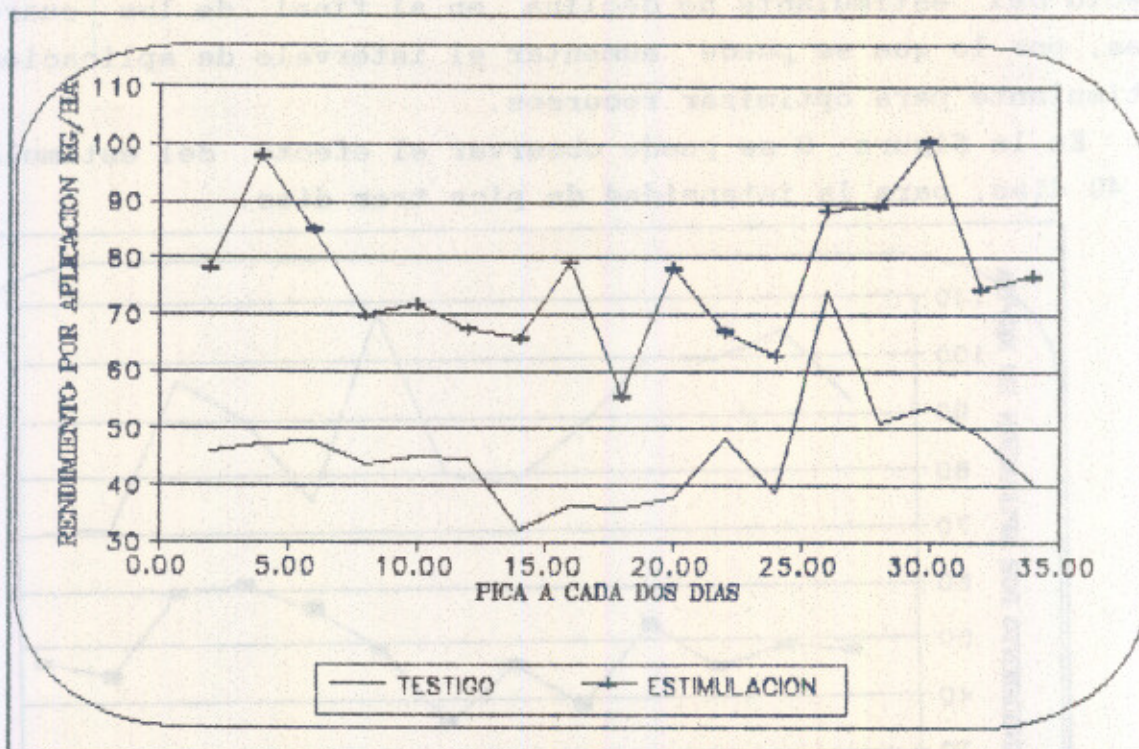


Figura 8. Comportamiento Del Efecto del Ethrel, a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco en kg/ha, con intensidad de pica a cada dos días.

Referencias: Los datos utilizados para elaboración de las gráficas son medios en función de las 3 aplicaciones.

Tal y como lo manifiesta la figura 8, la curva con estimulante manifiesta un marcado aumento en cuánto al rendimiento en hule, comparado con el testigo; para la intensidad de pica 2 días, además se puede apreciar que el comportamiento de las dos curvas es bastante similar en sus fluctuaciones, lo cuál nos indica el efecto claro de la estimulación.

El patrón de comportamiento general del testigo es parecido proporcionalmente al patrón de comportamiento causado por la estimulación, lo cual puede deberse a factores genéticos del clon RRIM-600.

Los puntos pico en la curva de estimulación se alcanzan en el días 5 y 30 respectivamente; sin embargo se puede ver que el

efecto del estimulante no declina en al final de los cuarenta días, por lo que se puede aumentar el intervalo de aplicación de estimulante para optimizar recursos.

En la figura 9 se puede observar el efecto del estimulante en 40 días, para la intensidad de pica tres días.

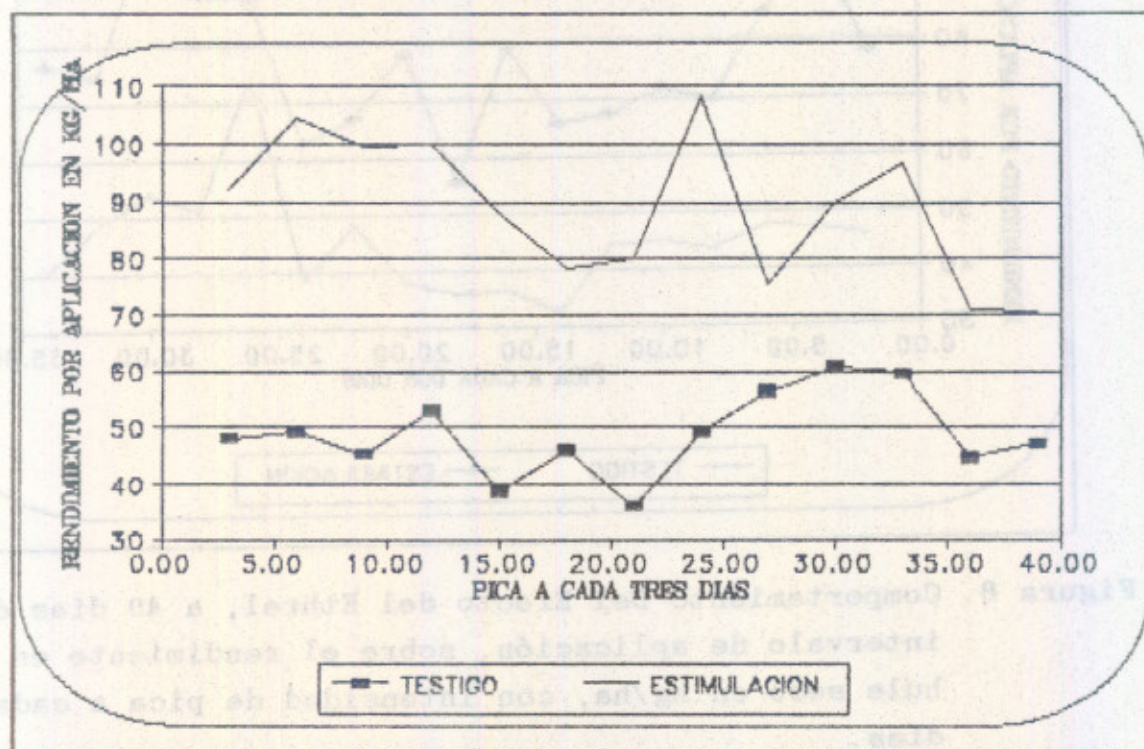


Figura 9. Comportamiento Del Ethrel, a 40 días de Intervalo entre aplicación, sobre el Rendimiento en Hule Seco, con intensidad de pica a cada tres días.

Referencias: (Idem figura 8)

En la figura 9, que corresponde a una intensidad de pica 3 días, se manifiesta un significativo aumento del tratamiento con estimulante sobre el testigo, la tendencia en cuanto al comportamiento de las dos curvas es bastante similar. Los puntos donde la curva con estimulación registra su mayor producción es en 5 y 25 días, aunque es en éste último donde alcanza el máximo.

Como se puede observar el efecto del estimulante sigue manifestándose aunque con alguna tendencia a decrecer al final de los cuarenta días, pero no es significativa.

El comportamiento del estimulante en cuarenta días y a una intensidad de pica de cuatro, se detalla a continuación en la figura 10.

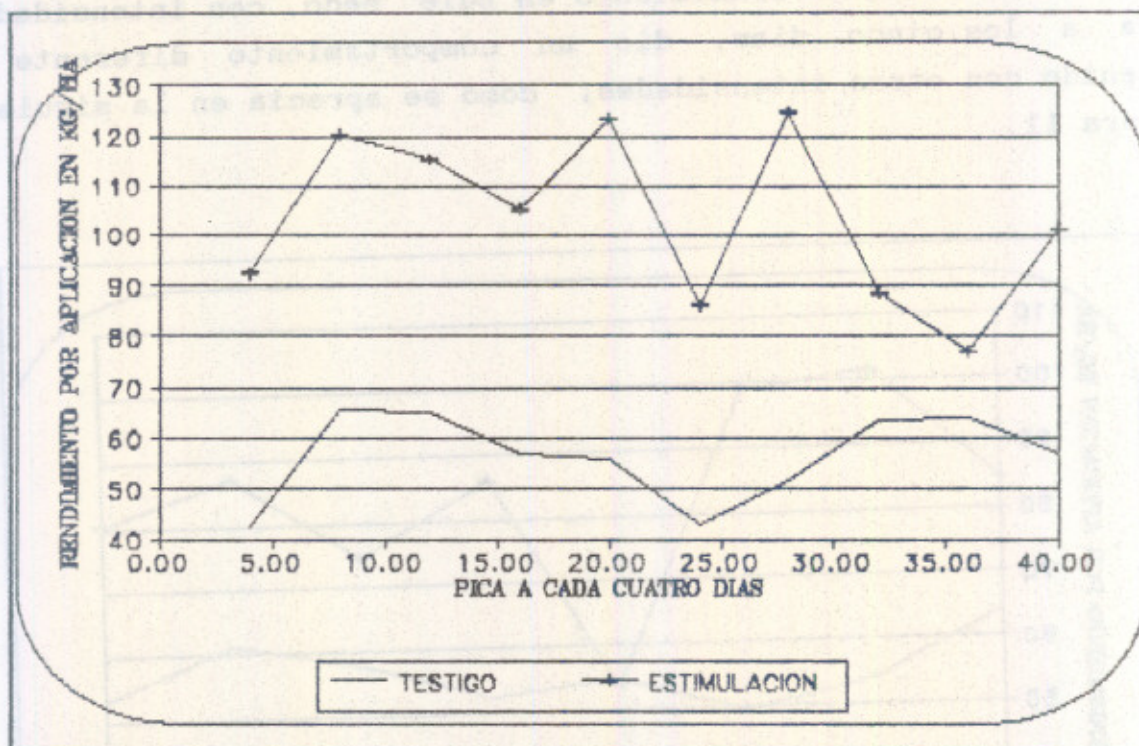


Figura 10. Comportamiento Del Ethrel, a intervalo 40 días de aplicación, sobre el rendimiento en hule, con intensidad de pica cuatro días.

Referencias: Iden figura 8.

En la figura 10 se observa, que la tendencia de la curva con estimulante comparada con el testigo para una intensidad de cuatro días, las fluctuaciones de las mismas son similares; los puntos de mayor producción se registran en 5, 20 y 30 días respectivamente.

Al final de los cuarenta días, se manifiesta una tendencia de la curva con estimulación a subir, lo que puede deberse a que el número de picas (10 picas) comparadas con el sistema tradicional a cada dos días (20 picas), en este período es la

mitad, teóricamente el efecto del estimulante se mantendrá por más tiempo a intensidad 4 días; si observamos la tendencia de la figura 8.

El comportamiento del Etephon a los cuarenta días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco, con intensidad de pica a los cinco días, dio un comportamiento diferente al obtenido con otras intensidades; como se aprecia en la siguiente figura 11.

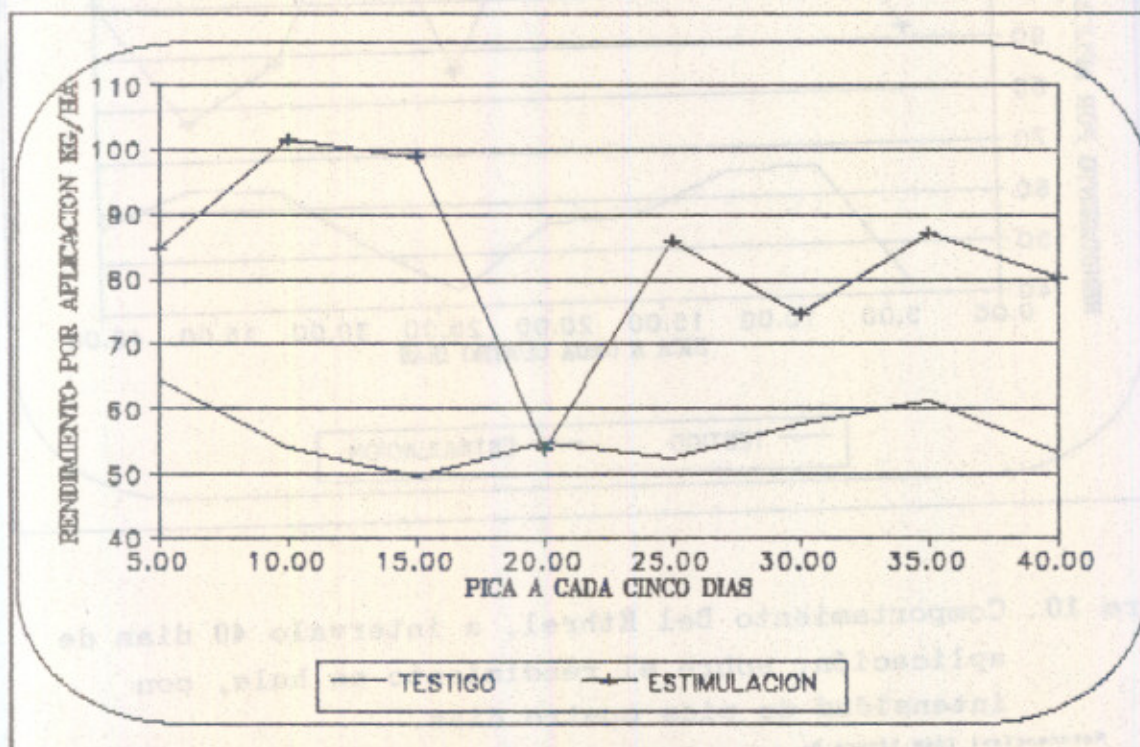


Figura 11. Comportamiento Del Ethrel, a 40 días de intervalo de aplicación, sobre el rendimiento en hule seco, con intensidad de pica cinco días.

Referencias: Idea figura 8.

Como se puede apreciar en la figura 11, la trayectoria de la curva con estimulante es diferente a la manifestada con las otras intensidades de pica, especialmente lo que se observa en el día 20, en el cual se registra una abrupta caída del rendimiento, que

alcanza exactamente la producción registrada por el testigo, lo cual puede deberse a algún cambio a nivel metabólico en los árboles.

Como se puede apreciar en la figura 11, en el día 20 ocurre la abrupta caída del rendimiento en hule por efectos del estimulante a niveles de producción del testigo; en otras palabras en este día el efecto del estimulante fué nulo. Sin embargo la tendencia de las gráficas para intensidades 2, 3 y 4 días respectivamente, también manifiestan la tendencia a caer en éste día, lo cual nos indica que para las condiciones en que se desarrollo el presente experimento, no es recomendable una intensidad de pica mayor de cuatro días, puesto que se registra el fenómeno antes mencionado.

Los puntos máximos de producción con intensidad de pica 2, 3, y 4 días se registran en el quinto y treintavo días, tomando como comparador el patrón de comportamiento del testigo, se puede decir que el proceso de estimulación es normal; es decir cuando baja la producción el testigo también baja el tratamiento con estimulante.

Pero en la intensidad de pica 5 días, los puntos de máxima producción se registran en los días décimo y quinceavo, es decir se rompe la tendencia de esta curva comparándola con las correspondientes curvas de las otras intensidades (2, 3, y 4 días).

Lo que se puede observar en las cuatro gráficas es que el efecto del estimulante se mantiene después de transcurridos los cuarenta días; período utilizado en el presente experimento entre cada una de las tres aplicaciones realizadas, lo cual indica que se puede prolongar el mismo. Además el rendimiento es significativo en las cuatro gráficas comparando tratamientos contra testigos, por lo que se puede decir que el Ethrel sí ejerce efecto sobre la producción de hule en árboles de Hevea.

7.2 Area de Actividad de los conductos Laticíferos:

Calculadas las Areas de Aprovechamiento se realizó un Análisis de Varianza, con la finalidad de determinar si ésta variable ejerce algún efecto sobre el rendimiento del árbol de hule; se obtuvo la información que se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para Area de Aprovechamiento o de actividad de los conductos laticíferos.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | SIGNIFICANCIA. 1 % |
|--------------|-------|---------|-------|-----------------------|
| Bloques | 2 | 5.623 | 2.812 | 0.908 n.s. |
| Tratamientos | 15 | 59.532 | 3.969 | 1.282 n.s. |
| Factor A | 3 | 14.749 | 4.917 | 1.588 n.s. |
| Factor B | 3 | 15.744 | 5.248 | 1.695 n.s. |
| Inter. A x B | 9 | 29.038 | 3.227 | 1.042 n.s. |
| Error | 30 | 92.865 | 3.096 | |
| Total | 47 | 158.022 | | |

Referencias: n.s. = No significativo a 0.05 de nivel de significancia.
C.V. = 14.19 %
Factor A = Concentraciones de Ethrel en %.
Factor B = Intensidades de Pica.

En base al Análisis de Varianza que se presenta en el cuadro 6, se puede decir que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, la variable Area de Aprovechamiento o de mayor actividad de los conductos laticíferos; no se ve afectada por ninguno de los factores en estudio; ya que los valores de las "F calculada" sobrepasan el valor del nivel de significancia 5 %.

En base al coeficiente de Variación de 14.19 % se puede decir que el experimento fué bien manejado.

Se había planteado que el Area de Aprovechamiento podría ejercer algún efecto sobre el rendimiento total en hule seco en los diferentes tratamientos; pero en virtud de que ninguna de las fuentes de variación resultó significativa en el ANDEVA anterior, cuadro 6; no fué necesario el análisis de COVARIANZA. Sin embargo se trabajaron seis modelos de regresión y correlación para estudiar la tendencia de los datos, lográndose los siguientes resultados, ver cuadro 7.

7.2.1 Análisis de Regresión y Correlación:

De acuerdo al análisis de Varianza realizado para las Areas de Aprovechamiento, se determinó que no existen diferencias significativas; por lo que no hubo necesidad de realizar el análisis de Covarianza. Sin embargo, con la finalidad de encontrar si existía algún grado de correlación entre Areas y Rendimiento en hule seco, se obtuvieron los análisis que se detallan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resúmen de seis modelos de regresión y Correlación, para las Variables Rendimiento en Hule Seco kg/ha y Área de Aprovechamiento en m².

| MODELO ESTADISTICO | COEF. CORRELACION | COEF. DETERMINACION |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Lineal | 0.01699 | 0.000029 |
| Logaritmico | 0.06488 | 0.004210 |
| Geométrico | 0.01642 | 0.000270 |
| Cuadrático | 0.34671 | 0.120210 |
| Raiz Cuadrada | 0.35937 | 0.129150 |
| Gamma | 0.37009 | 0.136970 |

Como se puede apreciar en el cuadro 7, los valores tanto de los coeficientes de correlación y determinación de los modelos están muy bajos, considerando que para establecer correlación estadística los mismos deben estar por arriba de 0.85.

En este sentido el Area de Aprovechamiento no ejerce efecto alguno sobre el rendimiento en hule seco.

7.3 Análisis Económico:

Se realizó el análisis económico para cada uno de los tratamientos; partiendo que los costos se tomarían para una plantación en explotación, y de donde se obtuvo la siguiente información, cuadro 8.

Cuadro 8. Relación Beneficio Costo, para los diez y seis Tratamientos.

| TRATAMIENTOS | GASTOS (Q) | INGRESOS (Q) | REL B/C |
|--------------|--------------|----------------|---------|
| 1 | 17370.56 | 28223.36 | 1.62 |
| 2 | 16435.09 | 24718.24 | 1.50 |
| 3 | 16005.6 | 19182.4 | 1.19 |
| 4 | 15573.92 | 17014.88 | 1.09 |
| 5 | 17516.48 | 26906.74 | 1.53 |
| 6 | 16576.42 | 26337.47 | 1.58 |
| 7 | 16208.64 | 22360.87 | 1.37 |
| 8 | 15669.98 | 17632 | 1.12 |
| 9 | 17722.8 | 29564 | 1.66 |
| 10 | 16784.48 | 26407.39 | 1.57 |
| 11 | 16416.73 | 25438.23 | 1.54 |
| 12 | 15876.13 | 19383.4 | 1.22 |
| 13 | 18066.14 | 35297.44 | 1.95 |
| 14 | 17128.15 | 28965.21 | 1.69 |
| 15 | 16760.0 | 27166.75 | 1.62 |
| 16 | 16219.13 | 19601.92 | 1.20 |

Referencias: Los valores de gastos e ingresos están dados en quetzales.
 Rel B/C = Relación Beneficio Costo.

El análisis que se presenta en el cuadro 8, esta basado en los costos de producción para un año de una plantación de hule en fase de explotación (Ver cuadro 10 apéndice).

La relación beneficio costo se establece entre la cantidad de ingreso total dividido los gastos y prácticamente nos da la misma información que la rentabilidad; solo que esta última en términos de porcentaje. Para interpretar mejor la información del cuadro 8, veáse figura 12.

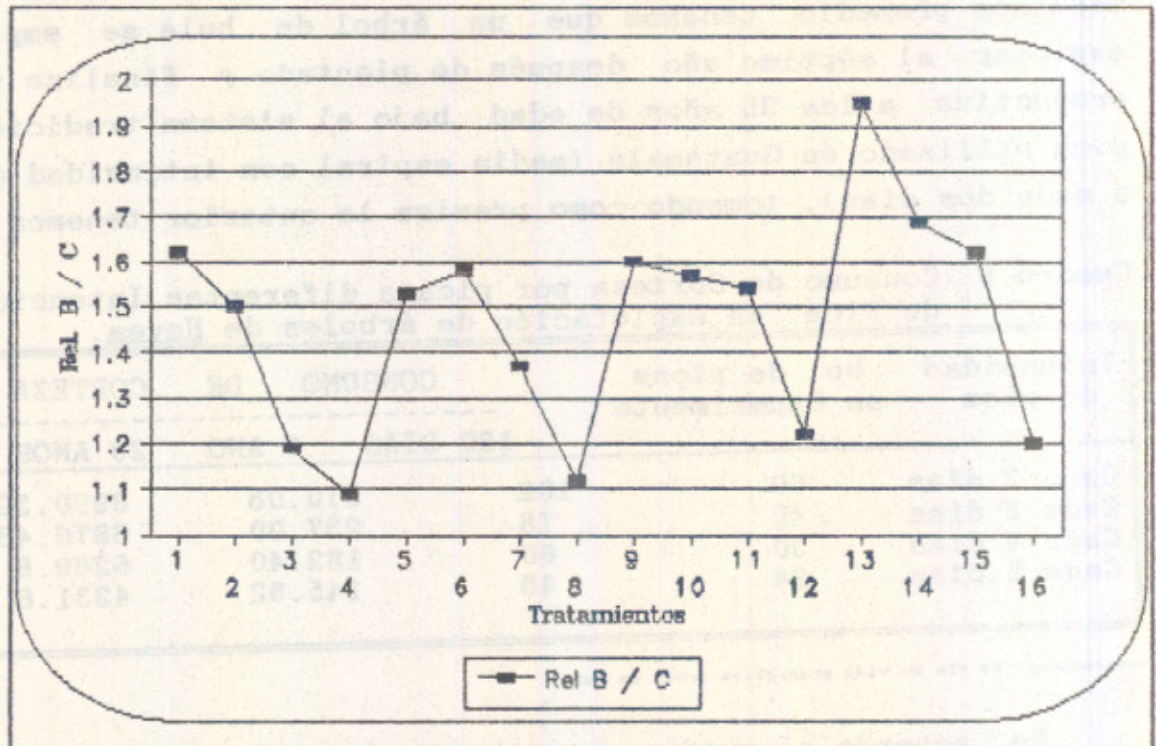


Figura 12. Relación Beneficio Costo, para los diez y seis tratamientos, para un año de explotación de Hule, Finca San Agustín Ixtacapa, San Antonio Suchitepéquez; año 1992.

Como se puede apreciar en la figura 12, la relación más alta es para el tratamiento 13 (5 % de ethrel, intensidad 2 días), de 1.95 lo cual indica que por cada quetzal invertido se recupera 95 centavos; seguido por el tratamiento 14 (5 % ethrel, intensidad de pica 3 días), con una relación de 1.69; luego el 9 (2.5 % ethrel, intensidad de pica 2 días), con 1.66 de relación B/C; después con igual relación, los tratamientos 15 (5 % de ethrel a intensidad 4 días) y el 1 (0 % ethrel y dos días de intensidad), con una relación 1.62 respectivamente.

De acuerdo a lo anteriormente analizado es de considerar que para la explotación del árbol de hule es necesario picar y como consecuencia de ello se consume corteza; que si bien es cierto ésta se regenera el agotamiento fisiológico del árbol también es marcado; como consecuencia biológica. En este sentido en

términos promedio tenemos que un árbol de hule se empieza a explotar al séptimo año después de plantado y finaliza su vida productiva a los 35 años de edad bajo el sistema tradicional de pica utilizado en Guatemala (media espiral con intensidad de pica a cada dos días), tomando como premisa lo anterior tenemos:

Cuadro 9. Consumo de Corteza por pica a diferentes Intensidades de Pica, en explotación de árboles de Hevea.

| Intensidad de pica | No. de picas en Experimento | CONSUMO DE CORTEZA (mm) | | |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|-----------|
| | | 120 DIAS | 1 AÑO | 29 AÑOS |
| Cada 2 días | 60 | 102 | 310.08 | 8990.32** |
| Cada 3 días | 40 | 78 | 237.00 | 6876.48 |
| Cada 4 días | 30 | 60 | 182.40 | 5289.6 |
| Cada 5 días | 24 | 48 | 145.92 | 4231.6 |

Referencias: 22 fin de vida productiva árbol de Hule.

De acuerdo al cuadro anterior y considerando las relaciones beneficio-costos anteriormente mencionadas; el tratamiento 15 (5 % de concentración de Ethrel, 4 días de intensidad de pica), es el más eficiente, ya que en comparación con cualquier tratamiento con intensidad de pica dos días (trat. 13, 9), éste teóricamente tendría 14.5 años más de vida por tener una intensidad de pica a cada 4 días, seguido por el tratamiento 14 con intensidad de pica a cada 3 días. Además es importante considerar que con intensidades más abiertas como las de 4 y 3 días los rendimientos mediante la utilización de estimulante se mantiene comparativamente con los testigos (a cada 2 días).

Por otro lado estas intensidades nos permitiría reducir el número de picadores; así como realizar una mejor programación en la explotación de una finca hulera y en aquellos casos donde se presenta escasez de elemento humano (en este caso picadores) (11).

A continuación se presentan el análisis de la Tasa Marginal de Retorno de capital, como producto del análisis del Presupuesto Parcial que se realizó para cada uno de los Diez y Seis

Tratamientos Combinatorios del experimento; con la finalidad de poder recomendar la mejor combinación entre concentración de estimulante Ethrel e intensidad de pica, tomando en cuenta el impacto de la introducción del paquete tecnológico.

Cuadro 10. Análisis de la Tasa Marginal de Retorno de Capital, para los diez y seis tratamientos combinatorios del experimento.

| TRATAMIE NTO | COSTOS VARIAN | COSTOS MARGINALE | BENEFICIO NETO | BEN. NET. MARGINAL | TASA MARGINAL |
|-----------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| 4 (0,5) | 269 | ---- | 5404 | ---- | |
| 3 (0,4) | 336 | 67 | 6061 | 657 | 981 % |
| 8 (1,5) | 439 | 103 | 5439 D | ---- | ---- |
| 2 (0,3) | 448 | 112 | 7790 | 1729 | 1543 % |
| 5 (1,2) | 506 | 58 | 6948 D | ---- | ---- |
| 6 (1,3) | 618 | 112 | 8161 | 371 | 331 % |
| 11 (2.5,4) | 644 | 26 | 7936 D | ---- | ---- |
| 1 (0,2) | 672 | 28 | 8740 | 579 | 2067 % |
| 12 (2.5,4) | 702 | 30 | 5759 D | ---- | ---- |
| 10 (2.5,3) | 756 | 84 | 8047 D | ---- | ---- |
| 16 (5,5) | 824 | 152 | 5721 D | ---- | ---- |
| 5 (1,2) | 842 | 170 | 8127 D | ---- | ---- |
| 15 (5,4) | 891 | 442 | 8164 | 4423 | 85 % |
| 9 (2.5,2) | 980 | 89 | 8875 | 711 | 798 % |
| 14 (5,3) | 1012 | 32 | 8634 D | ---- | ---- |
| 13 (5,2) | 1227 | 247 | 10539 | 1664 | 673 % |

Referencias: Tanto los costos como los beneficios están expresados en Quetzales.

D = Tratamientos Dominados.

Como se puede apreciar en el cuadro 10, los tratamientos 9 y 13 y 15 presentan Tasas Marginales de Retorno arriba de 100 %;

por lo que se pueden recomendar con seguridad a los agricultores, tomando en cuenta que cuando la tecnología es nueva la Tasa Marginal debe oscilar entre 50 y 100 % .

7.3 Precipitación:

Para estudiar el comportamiento del rendimiento en hule seco, tanto para tratamientos con estimulante, como testigos respecto al régimen de lluvia en la época de duración del experimento, se correlacionaron precipitaciones mensuales, contra rendimientos; obteniéndose la siguiente información presentada en la figura 13.

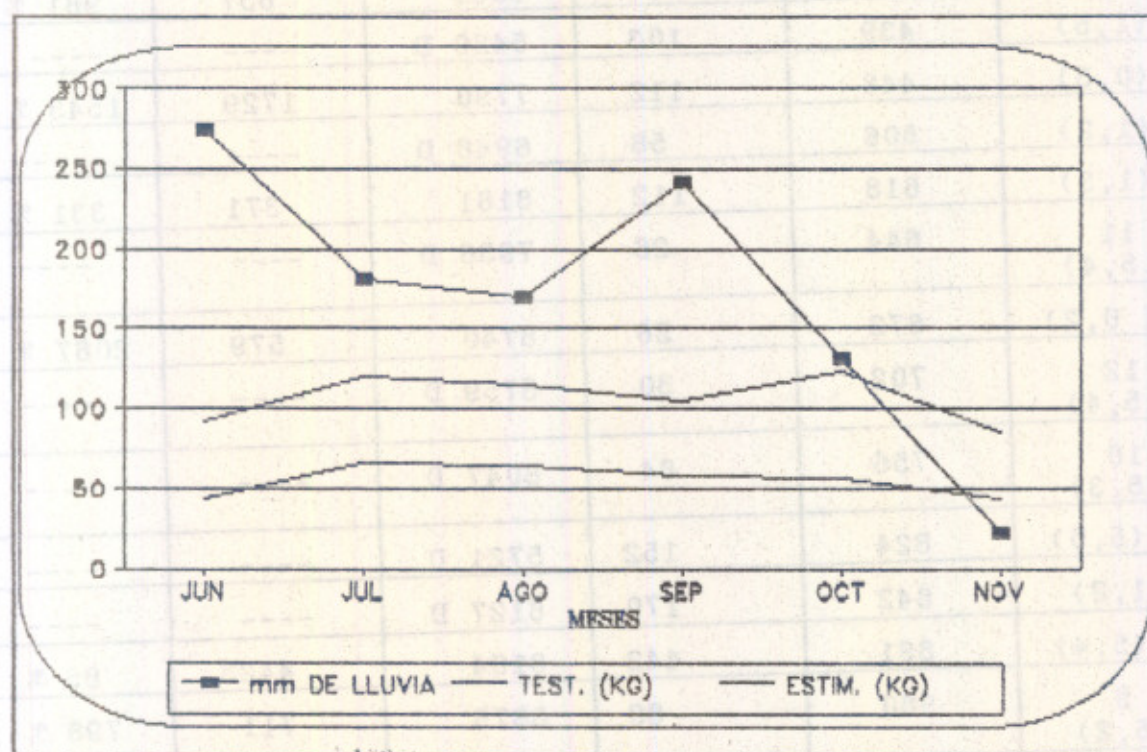


Figura 13. Fluctuaciones Mensuales de Precipitación comparado con Rendimiento en hule Seco del tratamiento con Estimulante y Testigo.

En la gráfica anterior podemos observar que los rendimientos en hule seco, para el tratamiento con estimulante así como para el testigo, se ven influenciadas por las fluctuaciones de

precipitación. En el período de tiempo entre julio - agosto, se ve una tendencia proporcional; desciende la producción y desciende el régimen lluvioso; sin embargo en el período agosto - septiembre desciende la producción, mientras la precipitación alcanza un punto máximo, siguiendo la trayectoria de la curva al final del experimento se ve una tendencia tanto del de las dos variables en estudio a declinar, en consecuencia la lluvia ejerce un efecto sobre el rendimiento.

8. CONCLUSIONES.

8.1 Rendimiento en Hule Seco.

- a. Se puede decir, que estadísticamente con un nivel de significancia de 5 %, existen diferencias significativas en los rendimientos en hule seco en kg/ha en el clon RRIM-600, cuando se utilizan tratamientos combinatorios entre concentraciones de Acido 2 - Cloroetil fosfónico e intensidades de pica, por lo que la hipótesis planteada se rechaza.
- b. De acuerdo con el comparador Tuckey y a 5 % de significancia, no existen diferencias significativas en los valores medios en kilogramos de hule seco por hectárea obtenidos por efecto del factor concentraciones de Acido 2 - cloroetil fosfónico a 4 concentraciones estudiadas.
- c. Estadísticamente y con 5 % de significancia, el factor intensidades de pica a cada 2 y 5 días ejercen efectos diferentes en cuanto al rendimiento de hule seco por Ha (1715 kg/ha y 1051.37 kg/ha respectivamente), según el comparador Tuckey.
- d. Los mejores rendimientos absolutos en hule seco kg/ha se alcanzaron a concentraciones 5 % y 2.5 % de Acido 2 - cloroetil fosfónico. Utilizando intensidades de pica a cada dos, tres y cuatro días de intensidad de pica respectivamente; tratamientos 13 (5 % Ethrel, intensidad 2 días), 14 (5 % de Ethrel, intensidad 3 días), (2.5 % de Ethrel, intensidad de pica 2 días).
- e. El número de colectas de hule a lo largo del experimento (120 días) fué de 60, 40, 30 y 24 para intensidades de pica 2, 3, 4, y 5 días en su orden. Por lo que el rendimiento acumulado es mucho mayor en las intensidades más cerradas que en las restantes.
- f. El efecto del estimulante Acido 2 - cloroetil fosfónico sobre el rendimiento en hule seco, se mantiene funcional al cabo de 40 días (intervalo utilizado en el presente estudio entre aplicación y aplicación).

- g. Los puntos de máximo efecto del estimulante sobre el rendimiento en hule seco se manifestaron a los 5 y 30 días, en las tres aplicaciones para las intensidades de pica (2, 3 y 4 días); en la intensidad 5 días se registró el día 10.
- 8.2 Area de Aprovechamiento o mayor actividad de los laticíferos.
- a. Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, no existen diferencias significativas en cuanto a la variable Area de aprovechamiento o de mayor actividad de los conductos laticíferos
 - b. No existe correlación entre las variables Area de aprovechamiento (X) y Rendimiento en Hule Seco (Y), de acuerdo a los coeficientes de correlación y determinación de 6 modelos estadísticos analizados (Cuadro 7).
- 8.3 Análisis Económico:
- a. De acuerdo al análisis económico y específicamente a la Relación Beneficio Costo, Tasa Marginal de Retorno y al análisis de vida útil del árbol de hule; los mejores tratamientos son: 15 (5 % Ethrel, 4 días), 14 (5 % Ethrel, 3 días), 13 (5 % de Ethrel, 2 días).
- 8.4 Precipitación Pluvial:
- a. La precipitación pluvial ejerce un efecto directamente proporcional sobre la producción de hule.

9. RECOMENDACIONES:

a. Para experimentos posteriores se recomienda ampliar los intervalos de aplicación del estimulante; arriba de 40 días.

b. Se recomienda utilizar los siguientes tratamientos:

- 5 % de concentración Ethrel a 4 días de pica.

- 5 % de concentración Ethrel a 3 días de pica.

- 5 % de concentración Ethrel a 2 días de pica.

- 2.5 % " " a 2 días de pica.

en orden descendente de importancia, para lugares cercanos a la región donde se realizó el experimento; o para aquellos con características similares a la de estudio para el clon RRIM-600.

c. Experimentar con otros clones y otros sistemas de aplicación del estimulantes, (bajo el corte, sobre el panel).

d. En trabajos de investigación en el cultivo de Hule, y específicamente en la fase de explotación; es importante considerar la tasa de consumo de corteza y correlacionar la misma, con la vida productiva promedio de la plantación y análisis económico para obtener inferencias reales en los estudios.

10. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ABELES, F.B. 1972. Biosynthesis and mechanism of action of ethylene. Annual Review of Plant Physiology (EE. UU.) 1:259-260.
- 2.- COMPAGNON, P. 1986. Le caoutchouc naturel. Paris, Francia, Edit Maisou. 595 p.
- 3.- CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de Vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 4.- DICKINSON, P.B. et al. 1975. Alternative yield stimulants for Hevea brasiliensis. Proceeding. Kuala, Lumpur, Inst. Rubb. Conf. p. 49-55.
- 5.- ESTRADA NICOL, L.R. 1979. Análisis agroeconómico del cultivo del hule Hevea brasiliensis en Guatemala y sus perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona norte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 9-17.
- 6.- FERNANDEZ, G. JOHNSTON, M. 1986. Fisiología vegetal experimental. San José, Costa Rica, IICA. 426 p.
- 7.- GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1992. Carta climatológica año 1992; estación "Los Brillantes". Guatemala. 3 p.
- 8.- ----- . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico nacional. Guatemala, tomo 4, p. 435.
- 9.- ----- . INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1991. Informe sobre producción, rendimiento y precio del hule natural; período 1975-1980. Guatemala. 20 p.
- 10- GUITTINGUER, J.R. 1987. Análisis económico de proyectos agrícolas. Trad. Carmelo Saavedra Arce. 2 ed. España, Tecnos. p. 302-305.
- 11- GREMIAL DE HULEROS (Gua.). 1992. Recomendaciones para el uso de ethrel-látex como estimulante en Hevea brasiliensis. Guatemala. Boletín Técnico. 8 p.
- 12- INSTITUT DE RECHERCHES SUR LE CAOUTCHOUC (Francia). 1988. France, Rubber Departament of Cirard. Francia. Technical Data on Clones no. 6. 150 p.
- 13- ----- . 1992. La estimulación del hule. Ficha Técnica no. E-1. 6 p.

- 14- LEON, H.M. 1989. Botánica de las plantas tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 341-343.
- 15- OCHSE, J.J. et al. 1976. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y sub-tropicales. Trad. por Blackaller Alonzo. México, Limusa. p. 456.
- 16- OVALLE VALDEZ, C.A. 1975. Manual del cultivo del hule (Hevea brasiliensis) en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas, Centro Experimental Los Brillantes. p. 6-7.
- 17- PINTO HERRERIAS, C.E. 1981. Evaluación de tres distintas dosis de etephon en tres clones de Hevea brasiliensis. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
- 18- RHONE-POULENC AGROQUIMICA DE GUATEMALA (Gua.). 1990. Ethrel; regulador y madurador de plantas. Guatemala. s.p.
- 19- RUEDA CALVET, J.L. 1981. Fertilización con nitrógeno y fósforo en almácigo de hule (Hevea brasiliensis) en Rethaluleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 70 p.
- 20- SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 21- WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento en la agricultura. México, Trillas. p. 17, 134-135.

Vo. Bo.

Petrucci



11. APENDICE:

Cuadro 11 A. Análisis de Costos para una Plantación de Hule Hevea brasiliensis, en fase de explotación utilizando Ethrel al 1 %, para 1 Ha.

I. COSTOS VARIABLES.

1. Insumos.

| | | |
|-------------------------|-------------|----------|
| . Fertilizante 15-15-15 | 9 qq | Q 612.00 |
| . Acido Fórmico | 2.74 litros | Q 27.40 |
| . Aceite de Palma | 5 galones | Q 50.00 |
| . Ethrel - 480 | 4 litros | Q 800.00 |
| . Folpan | 1 kg | Q 125.00 |
| . Benlate | 1 kg | Q 141.70 |

2. Mano de Obra:

| | | |
|---------------------------|--|-----------|
| . Picas y Colecta de Pica | | Q 672.00 |
| . Limpias | | Q 120.00 |
| . Control Fitosanitario | | Q 40.00 |
| . Fertilización | | Q 80.00 |
| | | Q 2668.00 |

II. COSTOS FIJOS.

| | | |
|------------------|--|-----------|
| . Arrendamiento | | Q 3000.00 |
| . Administración | | Q 133.00 |
| . Interés | | Q 293.48 |
| . Imprevistos | | Q 133.44 |

TOTAL Q 6228.36

III. INGRESO BRUTO.

| | | |
|-----------------------|----------|-----------|
| . Quintales hule seco | 35.19 qq | Q 9327.00 |
|-----------------------|----------|-----------|

Referencias: Administración 5 % sobre costos variables, Interés 11 % sobre costos variables, Imprevistos 5 % sobre costos variables, Precio quintal hule seco \$ 50.00, Cambio del dólar \$ 1 = Q 5.30.

Cuadro 13 A. Régimen de precipitación pluvial del segundo semestre del año 1992.

| DIAS | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1-5 | 64.2 | 31.3 | 27.6 | 39.2 | 31.4 | 6.6 |
| 5-10 | 43.1 | 29.9 | 20.5 | 35.2 | 27.4 | 4.5 |
| 11-15 | 43.6 | 29.6 | 23.4 | 38.1 | 31.3 | 2.9 |
| 16-20 | 42.0 | 22.3 | 27.6 | 41.4 | 14.8 | 2.8 |
| 21-25 | 45.3 | 34.7 | 28.9 | 43.3 | 12.4 | 2.3 |
| 26-30 | 36.7 | 33.6 | 42.3 | 44.8 | 14.0 | 2.9 |
| TOTAL | 274.7 | 181.4 | 170.3 | 242.0 | 131.3 | 22.0 |

Referencias: Los valores están dados en milímetros por pentadas.
Fuente: Estación meteorológica tipo "C", centro de experimentación "Los Brillantes", DIGESA. Segundo semestre año 1992.

Cuadro 14 A. Presupuesto Puestos de los Diez y Seis Tratamientos Combinatorios del experimento.

| CONCEPTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Rta. eq/Ha Hds Seco | 35.02 | 31.09 | 21.41 | 21.41 | 33.84 | 33.13 | 28.13 | 22.19 | 37.19 | 33.22 | 32 | 24.38 | 44.4 | 28.4 | 34.17 | 24.7 |
| Peso eq/Hda | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 | 205 |
| Sacrificio Bruto | 9412 | 8239 | 8397 | 5673 | 8779 | 8779 | 7494 | 5977 | 8995 | 8995 | 8499 | 6499 | 11799 | 8946 | 9099 | 8595 |
| Costo EBred | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Costo del Anillo de Pelmas | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 25 | 25 | 25 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 10 | 10 | 10 |
| Masa de Ohrs por Focas | 872 | 448 | 209 | 209 | 672 | 448 | 336 | 209 | 672 | 336 | 336 | 209 | 672 | 448 | 336 | 209 |
| M. O. aplicados EBred | 0 | 0 | 0 | 0 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 | 44.8 |
| COSTO APLICACION TOTAL | 672 | 448 | 336 | 209 | 842 | 618 | 506 | 439 | 899 | 795 | 644 | 792 | 1227 | 1012 | 881 | 884 |
| RENTA NETO | 8740 | 7790 | 8081 | 5404 | 8127 | 8161 | 6948 | 6439 | 8875 | 8947 | 7938 | 6799 | 10039 | 8934 | 8164 | 8721 |

Tarifa de Focas Precio eq Hda seco Q 285.00



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem.020-93

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ACIDO 2 - CLOROETIL FOSFONICO EN CUATRO INTENSIDADES DE PICA; SOBRE PRODUCCION DE HULE (Hevea brasiliensis)"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GUILLERMO VINICIO TELLO CANO

CARNET No: 87-13327

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marino Barrientos
Prof. Ernesto Carrillo

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Mynor Raúl Otzoy
A S E S O R

Ing. Agr. Carlos Fernández
A S E S O R

Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Maynor Estrada
DECANO EN FUNCIONES



c.c. Control Académico
Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

Ref. No. 10-9

LA TITULO: "EVALUACION DE CERVO CONSERVACIONES DE ACIDO 2 - ORO Y/O
POSICION EN CERVO INVESTIGACIONES DE TIPO: SOBRE PUNTO DE
DE RICE (Inven. de la familia)

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GILBERTO YINICIO RILLO OCHO

GRUPO No. 87-1337

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESORADO: Ing. Agr. Isidro Pacheco
Prof. Ing. Isidro Pacheco

Los docentes y las autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que se
ajusta con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de
la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Isidro Pacheco
A. A. 101

Ing. Agr. Isidro Pacheco
ASESOR



Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA

INSTRUMENTOS



Ing. Agr. Isidro Pacheco
DECANO DEL IIA

APARTADO POSTAL 1385 • BUENOS AJES, GUATEMALA, C. A.
TELÉFONO 788994 • FAX (002) 788972

C. A. Comité Asesor
Asesor