

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DEL ESTIMULANTE ETEPHON SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LÁTEX  
EN EL CULTIVO DE HULE, CLON RRIC 100; MORALES, IZABAL  
TESIS DE GRADO

**EDWIN DARÍO SALGUERO CHACÓN**  
CARNÉ: 25790-07

ZACAPA, OCTUBRE DE 2014  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S.J." DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DEL ESTIMULANTE ETEPHON SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LÁTEX  
EN EL CULTIVO DE HULE, CLON RRIC 100; MORALES, IZABAL  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**EDWIN DARÍO SALGUERO CHACÓN**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

ZACAPA, OCTUBRE DE 2014  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S.J." DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. CARLOS VINICIO PALENCIA JUAREZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL

Zacapa, 28 de octubre de 2014

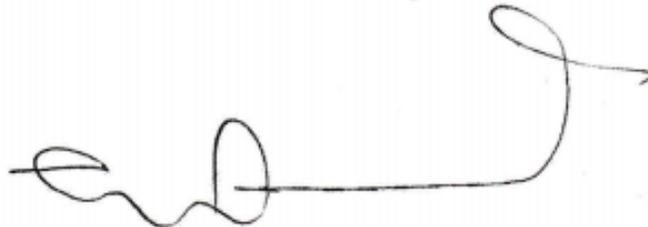
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Edwin Darío Salguero Chacón, carné 25790-07, titulado, "Efecto del estimulante etephon, sobre la producción de látex en el cultivo de hule, clon RRIC 100; Morales Izabal".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke that ends in a small flourish.

Ing. Carlos Vinicio Palencia Juárez  
Colegiado No. 2,743



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradicón Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06205-2014

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDWIN DARIO SALGUERO CHACÓN, Carnet 25790-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06108-2014 de fecha 1 de octubre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFEECTO DEL ESTIMULANTE ETEPHON SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LATEX  
EN EL CULTIVO DE HULE, CLON RRIC 100; MORALES, IZABAL

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 27 días del mes de octubre del año 2014.

  
ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

Dios ser supremo que me ha dado la vida, la bendición y sabiduría para superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Carlos Vinicio Palencia Juárez, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Gremial de Huleros de Guatemala, por brindarme el apoyo necesario y permitir desarrollar la presente investigación.

Ing. Tulio Santizo, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## Dedicatoria

A:

Dios: Quien me ha permitido llegar a este momento de mi vida, por dame fortaleza y bendecirme al lado de mi familia.

Mis Padres: Irma Chacón y Edwin Salguero, a quienes amo, por su total apoyo y estar a mi lado siempre, por sus consejos y ejemplos en mi vida.

A mi hermano: Edson Omar, por todos los momentos compartidos, te quiero.

A mi esposa: Karen Mayorga, por su incondicional apoyo a seguir adelante, por estar a mi lado y ser parte de este logro.

A mis hijos: Los amo con todo mi corazón, Edson Darío, Dennis Estuardo y Diego Elián Salguero Mayorga, mi triunfo es para ellos, son la razón de mi esfuerzo.

A mi familia: Abuelos, tíos y tías, primos y primas, sobrinos y sobrinas, que de una u otra forma han contribuido con mi formación.

A mis amigos: Por todos los momentos compartidos a lo largo de mi vida estudiantil, con aprecio para ustedes por su apoyo y amistad.

## INDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE HULE (Hevea brasiliensis)	2
2.1.1 Origen e Historia	2
2.2 MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE HEVE BRASILIENSIS	3
2.2.1 Corteza	3
2.2.2 Principales Tejidos	3
2.2.3 Fisiología de látex de hule natural	4
2.2.4 El sistema laticífero del hevea	6
2.2.5 Fisiología del derrame	7
2.2.6 Contenido de hule seco	8
2.3 HISTORIA DE LA ESTIMULACION EN LA PRODUCCION DEL HULE	8
2.3.1 La estimulación de Hevea brasiliensis	9
2.3.2 Generalidades del Etephon	16
2.3.3 Etileno o Eteno	17
2.4 EL DIAGNOSTICO DE LATEX (D.L.)	17
2.4.1 Parámetros y valores de referencia de DL en Guatemala	19
2.5 CORTE SECO	21
2.5.1 Corte seco sin necrosis	21
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO	23
IV. OBJETIVOS	25
4.1 OBJETIVO GENERAL	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
V. HIPOTESIS	26
5.1 HIPOTESIS NULA	26

5.2 HIPOTESIS ALTERNATIVA	26
VI. METODOLOGIA	27
6.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO	27
6.1.1 Clima	27
6.1.2 Zona de vida	27
6.1.3 Suelos	27
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	28
6.3 FACTOR A ESTUDIAR	28
6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	28
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	29
6.6 MODELO ESTADISTICO	29
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	29
6.8 CROQUIS DE CAMPO	29
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	30
6.9.1 Pica	30
6.9.2 Calidad de pica	30
6.9.3 Coagulación	31
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA	31
6.10.1 Rendimiento de cada tratamiento	31
6.10.2 Incidencia de cansancio fisiológico	31
6.10.3 Diagnóstico de látex	32
6.10.4 Determinación de costos	32
6.11 ANALISIS DE LA INFORMACION	33
6.11.1 Análisis estadístico	33
6.11.2 Análisis del diagnóstico de látex	33
6.11.3 Análisis económico	33
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	34
7.1 KILOGRAMOS DE HULE SECO/ÁRBOL	34
7.2 INCIDENCIA DE CANSANCIO FISIOLÓGICO	36
7.3 DIAGNÓSTICO DE LÁTEX	37
7.3.1 Tratamiento sin aplicaciones de Etephon	37

7.3.2 DL tratamiento con 4 aplicaciones de Etephon	37
7.3.3 DL tratamiento con 6 aplicaciones de Etephon	39
7.3.4 DL tratamiento con 8 aplicaciones de Etephon	40
7.3.5 DL tratamiento con 10 aplicaciones de Etephon	42
7.4 RELACION INGRESO COSTO DE LA PRODUCCION	43
VIII. CONCLUSIONES	45
IX. RECOMENDACIONES	46
X. BIBLIOGRAFIA	47
XI. ANEXOS	49
XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	53

## INDICE DE CUADROS

	Contenido	Página
Cuadro 1.	Metabolismo y reservas de azúcar de los clones más cultivados en Guatemala	11
Cuadro 2.	Estimulaciones de acuerdo al clon, metabolismo y edad de los árboles	13
Cuadro 3.	Dosis de Etephon por año y por árbol según el metabolismo de los clones, sus reservas de azúcar y edad	15
Cuadro 4.	Diagnóstico fisiológico comparativo de los árboles de hule en base a los resultados del diagnóstico látex (DL)	20
Cuadro 5.	Detalle de los Tratamientos	28
Cuadro 6.	Parámetros del diagnóstico látex	32
Cuadro 7.	ANOVA kilogramos de hule seco por árbol	34
Cuadro 8.	Prueba de medias de los tratamientos	35
Cuadro 9.	ANOVA porcentaje de cansancio fisiológico de los tratamientos	36
Cuadro 10.	Resultados de laboratorio, tratamiento con 0 estimulaciones	37
Cuadro 11.	Resultados de laboratorio, tratamiento con 4 estimulaciones	39
Cuadro 12.	Resultados de laboratorio, tratamiento con 6 estimulaciones	40
Cuadro 13.	Resultados de laboratorio, tratamiento con 8 estimulaciones	41
Cuadro 14.	Resultados de laboratorio, tratamiento con 10 estimulaciones	42
Cuadro 15.	Costos para aplicación de estimulante en el cultivo de hule, clon RRIC 100	43
Cuadro 16.	Precio promedio del hule seco obtenido en los tratamientos	44
Cuadro 17.	Relación ingreso costo de los tratamientos	44
Cuadro 18.	Kilogramos de hule húmedo por tratamiento	51
Cuadro 19.	Kilogramos de hule seco por tratamiento	51
Cuadro 20.	Kilogramos de hule seco por árbol	51
Cuadro 21.	Porcentaje de cansancio fisiológico	52

## INDICE DE FIGURAS

	Contenido	Página
Figura 1.	Medias de kilogramos de hule seco por árbol	35
Figura 2.	Localización del área de investigación	51
Figura 3.	Aplicación de estimulante	51
Figura 4.	Área de Investigación	51

# EFFECTO DEL ESTIMULANTE ETEPHON, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LATEX EN EL CULTIVO DE HULE, CLON RRIC 100; MORALES IZABAL

## Resumen

El presente trabajo de investigación realizado en Fca. Navajoa, municipio de Morales, departamento de Izabal, tiene como objetivo determinar qué intensidad de estimulación con Etephon, en el Clon RRIC 100, permite mayor producción de látex, menor incidencia de corte seco y mejor viabilidad económica. Se usó un diseño de bloques al azar con 4 tratamiento y 4 repeticiones; la unidad experimental la constituyó un bloque con 160 árboles, 8 árboles por repetición. Investigación realizada en una sola localidad. El mejor tratamiento evaluado en la intensidad de estimulante Etephon, con mayor producción de látex fue el No. 3, que corresponde a 6 estimulaciones realizadas obteniendo 2.5125 kilogramos de hule seco por árbol. En el aspecto de corte seco, el tratamiento 2, que corresponde a 4 estimulaciones presentó menor incidencia en la investigación realizada. En el aspecto económico, el tratamiento 2, que corresponde a 4 estimulaciones realizadas, presentó la mejor tasa de retorno, por cada quetzal invertido retorna Q16.65. Finalmente con los resultados obtenidos, se recomienda la implementación del tratamiento 3, con 6 estimulaciones para las plantaciones del Clon RRIC 100 en el primer año de pica, en plantaciones establecidas en condiciones similares al área de investigación.

## EFFECT OF THE ETEPHON STIMULATOR, OVER THE PRODUCTION OF LATEX IN THE RUBBER PLANTATION OF RRIC 100 CLONE; MORALES IZABAL

### **Summary**

This research undertaken in Fca. Navajoa, municipality of Morales, department of Izabal; had as target to determine the intensity of stimulation with Etephon, in the Clone RRIC 100. Etephon allows a greater production of latex, lower incidence of dry cutting and a better economic viability. A randomized block design with 4 treatments and 4 repetitions was used; the experimental unit was constituted by a block with 160 trees, with repetitions of 8 trees. The best treatment that was tested for the intensity of Etephon stimulation, with a greater production of latex, was the No. 3 that corresponds to 6 stimulations realized obtaining 2.5125 kilograms of dry rubber per tree. The results obtained showed that the treatment No. 2 that corresponds to 4 stimulations presented lower dry cutting incidence, not significant in the evaluation. In addition this treatment presented the best rate of return, equivalent to Q16.65 for each quetzal that was invested. From the results obtained, it is concluded that the best treatment is the implementation of the 6 stimulations for the plantations of the Clone RRIC 100 during the first year of pica in the plantations established in a wet climate, benign winter, without a well-defined dry season.

## I. INTRODUCCION

El caucho natural en Guatemala se ha convertido en uno de los productos de exportación más importantes en los últimos años. Del látex extraído del árbol de Hule (*Hevea brasiliensis*) se derivan una gran cantidad de productos de amplio uso a nivel mundial, como guantes, piezas para vehículos, preservativos, sin embargo en su mayoría se usa para la fabricación de neumáticos (Gremhule, 2012).

Tomando en cuenta que el clon RRIC 100, ya está establecido en la zona norte del país, se considera la importancia en determinar el efecto de cuatro diferentes intensidades de estimulación con 4, 6, 8 y 10 aplicaciones, en Finca Navajoa, Morales Izabal, zona que difiere de las condiciones agroclimáticas de la costa sur, donde se busca que el presente trabajo de investigación sea un aporte para el sector hulero en la zona norte y costa atlántica de Guatemala.

Mejía citado por Velásquez (2007) indicó que la estimulación del hule *Hevea*, es el tratamiento aplicado a un árbol de hule, para un sistema de pica dado (largo de corte e intensidad de pica) tiene por objeto aumentar el período de flujo de látex, lo cual conduce a una producción de etileno en los tejidos de la corteza, ya sea directamente por la aplicación de un producto que libera etileno (Ethrel, Cetrims, Cetrips, Ethard ) o indirectamente por aplicación de diversos productos minerales u orgánicos e incluso por traumatismo físico.

Las variables se evaluaron a partir de la intensidad de aplicaciones con Etephon como estimulante en la producción del clon RRIC 100 fueron: la productividad expresada en kilogramos de hule seco por árbol al año, el índice de corte seco como indicador de la salud del árbol, diagnóstico de látex para determinar el estado fisiológico de los árboles al final de las estimulaciones y la determinación de costos, para determinar la mejor opción de estimulación en el clon RRIC 100. El período de evaluación fue de julio a diciembre de 2012.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis*)

#### 2.1.1 Origen e historia

Según Gularte, citado por Alemán (2000), la planta de Hule *Hevea brasiliensis*, es originaria de la cuenca del río Tapajós en Brasil, cerca de la confluencia con el río Amazonas. Tello (1993), menciona que a pesar de haber indicios del conocimiento del cultivo desde los siglos XV y XVI, no fue sino hasta que el astrónomo de la Condamine, en 1736 mandó muestras a Francia de una sustancia elástica a la que llamó Caotchove, creando en forma inmediata una gran demanda hacia el producto en el mercado europeo, empleándose en la manufacturación de productos industriales como las botas impermeables. Sin embargo fue hasta 1839 cuando la empresa GoodYear y posteriormente otras marcas importantes como la Dunlop, Goodrich y Michelin, lograron la vulcanización con hule natural produciendo incrementos importantes en la demanda del producto. La gran demanda originó el interés en conseguir semilla por parte de países como Inglaterra, para crear sus propias plantaciones y evitar dificultades futuras con el abastecimiento de la materia prima por la fuerte exigencia de la industria.

Según Rodil, citado por Velásquez (2007), El Hule fue llevado a Inglaterra en 1875, en el año siguiente fueron hechas las primeras plantaciones en Ceilan y Malaysia, de donde se originan la mayoría de las plantaciones que actualmente existen en el mundo, así como la multitud de variedades existentes.

Según Tello (1993) citado por Alemán (2000), las primeras plantaciones establecidas, no fueron de *Hevea brasiliensis*, sino de *Castilloa elástica*, hasta que en 1850, se estableció a nivel experimental que el género *Hevea* era más adaptable a las condiciones agronómicas requeridas. A principios del siglo XX los principales compradores (estadounidenses y europeos), preferían el hule producido en Brasil, al de los países orientales, pero para 1,938 ya el 9% de la demanda mundial era satisfecha por los países asiáticos.

Asimismo a comienzos de la segunda guerra mundial, los japoneses ocupan fuentes de suministros asiáticas, cortando el suministro de caucho en un 90%. Los Estados Unidos crean una industria de caucho sintético y se impulsa la siembra de hevea en Latinoamérica. En 1941 renace la siembra en Guatemala y se llega a 460 hectáreas en 1945, (Ovalle, 1975).

## **2.2 MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE HEVEA BRASILENSIS.**

### **2.2.1 Corteza**

La raíz, tallo y ramas del árbol de hule están revestidos por una piel natural llamada corteza, la cual consta de corteza exterior, corteza media y cambium. La corteza exterior sirve para proteger sus tejidos internos; la corteza media contiene los vasos laticíferos que están colocados en forma oblicua por todo el tallo del árbol conectados entre sí por canales o conductos horizontales a través de los cuales se conduce látex, (Gremhule, 2000).

La red de vasos o tubos laticíferos es mayor en la medida que se acerca al cambium. El cambium se encuentra entre la madera y la corteza media y su función principal es aumentar el grosor del tallo, mediante la formación de madera y córtex. Además, actúa como tejido regenerador de nueva corteza cuando se provocan heridas con la cuchilla de pica. El cambium es una capa ligosa de color claro que está cubriendo la madera del árbol, es tan delicada que si se hiere o lastima puede provocar la muerte del árbol por ahorcamiento, por lo que se debe tener especial cuidado de no lastimarla con la labor de pica, (Gremhule, 2000).

### **2.2.2 Principales Tejidos**

El árbol de Hevea cuenta con varios tejidos como el tejido corchoso, cambium del tejido corchoso, felodermo, células del parénquima, células rígidas, rayos medulares, vasos laticíferos y conductos de savia, (Gremhule, 2000).

## **a. Laticíferos**

El árbol de Hevea, en su desarrollo forma laticíferos que contienen látex. Una red de tubos intercalados entre el parénquima del floema, constituye el sistema de laticíferos en la planta. El citoplasma de los laticíferos está especializado, contiene varias sustancias ergásticas, y las células articuladas son multinucleadas, (Palencia, 2000).

Los vasos laticíferos se pueden descubrir fácilmente por sus característicos contenidos granulares, y por la ausencia de granos de aleurona. Scott, describió las células como elongadas y pequeñas. En la raíz, el sistema hipodérmico es más avanzado en comparación con el sistema vascular de los laticíferos. El ritmo de desarrollo de vasos laticíferos en cada tejido está determinado por el ritmo de desarrollo del tejido de las plantas progenitoras, (Palencia, 2000).

Bobilioff, investigando el origen de los vasos laticíferos en cotiledones jóvenes, y el tegumento interno de la semilla, observó el crecimiento de los vasos laticíferos de dos maneras:

- a. Por la absorción de una fila de células en las paredes.
- b. Por la extensión o crecimiento de ciertas células, (Gremhule, 2000).

### **2.2.3 Fisiología de látex de hule natural**

El *Hevea brasiliensis* es la fuente de producción del látex natural. Este es sintetizado en una cadena de anillos laticíferos organizada como un sistema para circulatorio en la corteza del árbol, de donde es colectada por incisiones periódicas llamadas "pica". El látex es el citoplasma de la célula laticífera, su composición órgano mineral tiene la forma del citoplasma de una célula ordinaria; excepto que contiene de 30% a 45 % de hule y que el núcleo y la mitocondria no son expulsadas durante la pica, (Compagnon, 1998).

Sin embargo; el propósito del metabolismo de esta célula es la conversión de azúcar (sacarosa) en cis-polyisopreno, y la mayor parte de las enzimas envueltas en este proceso se localizan en el citosol con muchas otras proteínas. A diferencia de las células de la mayoría de las plantas, las células que forman los vasos laticíferos no tienen vacuolas grandes, sino un gran número de microvacuolas de lisosoma llamadas "lutoides"; además para los solutos orgánicos y minerales de bajo peso molecular que son acumulados por transporte activo, los lutoides contienen una gran cantidad de proteínas aniónicas y catiónicas, (Compagnon, 1998).

En la composición del látex al contenido líquido se denomina suero. El látex es una emulsión de color blanco constituida por los siguientes elementos:

Agua:

Alrededor de un 60 % en volumen del látex fresco.

Minerales:

Nitrógeno: 0.26%

Fósforo: 0.005 %

Potasio: 0.17 %

Calcio: 0.003 %

Magnesio: 0.005 %

Hierro, manganeso, cobre, zinc y rubidio: en leves cantidades

Elementos orgánicos:

Carbohidratos

Ácido cítrico

Ácido glutámico

Ácido aspártico, glutation

Cisteína

Ácido ascórbico

Compuestos fenólicos y proteínas

Triglicéridos

Esteroles

Partículas de caucho:

25% a 45 % en volumen de látex fresco ó 90 % en materia seca.

Lutoides:

10% - 20% en volumen de látex fresco.

Partículas de Frey Wyssling:

5% en volumen de látex fresco.

Se cree que la función del látex es la de protección al tallo de organismos externos o una fuente de almacenamiento de sustancias útiles al árbol en condiciones adversas. Debido a su composición está perfectamente adaptado a la coagulación, la cual detiene su flujo a partir de una herida, obstruyéndolo, (Gremhule, 2000).

#### **2.2.4 El sistema laticífero del hevea**

Ponce citado por Santizo (2011), indica que los tejidos laticíferos se encuentran en todas las partes de los árboles de Hevea, desde la raíz hasta las hojas y se explota en el tronco por razones de conveniencia.

Los laticíferos están articulados y organizados como un sistema para circulatorio. El cambium constantemente crea una capa mono celular que se convierte en un manto laticífero. Debe hacerse notar que no hay relación entre dos mantos laticíferos sucesivos en la corteza de los árboles, (Ponce, 2007).

Las medidas micrométricas han demostrado que la presión de turgencia en los mantos laticíferos alcanzan 0.9 a 1.5 Milipascales. Esta es la razón por la que su contenido (látex) es expulsado cuando la corteza se corta con una cuchilla. La naturaleza para circulatoria de los mantos laticíferos permite un flujo continuo y una gran cantidad de látex (50-500 ml dependiendo de las condiciones) puede ser colectado por árbol y por pica (término utilizado por los heveicultores), (Ponce, 2007).

## **2.2.5 Fisiología del derrame**

Se ha observado anteriormente que el sistema laticífero del *Hevea*, situado en la parte más interna de la corteza, está constituido por tubos productores de látex unidos unos a otros (anastomosados) para formar mantos concéntricos. Resulta que una herida en la corteza implica la sección de un número más o menos importante de mantos laticíferos y el derrame de látex contenido en numerosos vasos. Esta disposición de los laticíferos en la planta, en el caso de una herida importante, podría permitir en teoría un drenaje extremadamente importante del sistema laticífero, (Compagnon, 1998).

En realidad, cuando se pica por primera vez una corteza de *Hevea*, se obtiene una baja cantidad de un látex inestable. Las picas repetidas permiten cosechar una mayor cantidad de un látex más estable. El *Hevea* responde a la pica, esto significa que la función laticífera es exaltada por la pica, que la composición órgano-mineral y la estabilización coloidal evolucionan en un sentido favorable a una prolongación de la duración del derrame y por lo tanto, a un aumento en la producción, (Compagnon, 1998).

El derrame y la regeneración constituyen dos de los factores limitantes más importantes de la producción del *Hevea*, (Compagnon, 1998).

### **2.2.5.1 Presión de Turgencia**

Jacob, citado por Ponce (2007), indica que en los vegetales, la turgencia es responsable del porte erguido de los tallos, de las hojas y de los órganos no lignificados en general. La turgencia se debe al hecho que los líquidos celulares contienen iones y moléculas disueltas que atraen las moléculas de agua por un fenómeno osmótico. Sigue luego un inflamamiento de los tejidos.

Esta turgencia se opone a la resistencia mecánica de las paredes celulares, las cuales presentan siempre cierta elasticidad.

También indica que en el *Hevea*, la turgencia de los tejidos de la corteza blanda (líber, vasos laticíferos, y tejidos parenquimatosos), hacen que la apertura de los tubos laticíferos conlleve, por un fenómeno de distensión elástica a la expulsión de una parte del látex que contienen. Esta turgencia constituye por lo tanto el motor del derrame del látex, después del corte de pica efectuado en el árbol. El valor de la presión de turgencia en los laticíferos fue cifrado por S.G. Boatman, mediante micromanómetro entre ocho y quince atmósferas. Estos valores dependen del balance hídrico del árbol, y se nota habitualmente su disminución diurna y su restablecimiento nocturno.

### **2.2.6 Contenido de hule seco**

Este factor de medida es comúnmente conocido por su abreviatura “DRC” (expresión en inglés Dry Rubber Content), que significa Contenido de Hule Seco.

Es el contenido de hule seco y comercializable, después de su separación del látex, que corresponde a la fase dispersa del látex, separada del suero por el método convencional de coagulación seguido de la separación, el lavado, prensado y secado del coágulo, (Régil, 2002).

## **2.3 HISTORIA DE LA ESTIMULACION EN LA PRODUCCION DEL HULE**

Durante los años 20 se principiaron a utilizar productos patentados como Neubark y Solar Vim; pero no fueron muy empleados en las plantaciones comerciales. Neubark fue un compuesto de estiércol de vaca, arcilla, sulfato de hierro y permanganato de potasio, el cual lo aplicaban en una franja de 15 cm debajo del canal de pica.

En los años 30 se llevaron a cabo experimentos de raspado de corteza con nitrato de sodio, ceniza y estiércol, empezándose a llevar récord en los aumentos de producción, (Régil, 2002).

Experimentos demostraron que las hormonas vegetales o sustancias estimulantes del crecimiento como los aceites eran responsables en los aumentos de producción, así también se logró establecer que el ritmo de renovación de la corteza durante el primer año se aumentaba sustancialmente con la aplicación de aceites comerciales de palma a la franja abajo del canal de pica. Seguidamente vino el método de inyecciones de sulfato de cobre en agujeros perforados a la altura del canal de corte, (Régil, 2002).

El método de sulfato de cobre tiene muchas desventajas y no se recomienda para uso general. La mayor desventaja es la posible contaminación del látex con el 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, 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 y pierden sus propiedades elásticas. Posteriormente salieron al mercado productos como 2,4,D y 2,4,5,T, siendo éstos utilizados en experimentos llevados a cabo por el RRIM (Instituto de investigación del convenio de malasia) encontrándose efectivos para la estimulación del hule, (Régil, 2002).

Régil citado por Santizo (2011), indica que se demostró en 1968, que el etileno era muy efectivo para la estimulación de látex en *Hevea* usando el ácido 2 cloro etilfosfónico conocido como etephon que se descompone por medio de hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal.

### **2.3.1 La estimulación de *Hevea brasiliensis***

La estimulación da durante unas horas mayor fluidez de látex y una mejor reposición de látex. La estimulación es regularmente un efecto activador sobre el drenaje de la sacarosa hacia los conductos laticíferos y su utilización para formación de látex, (Régil, 2002).

La estimulación del *Hevea* es un medio por el cual se puede mejorar la productividad del cultivo, mediante la extracción más eficiente de la producción, como efecto de la prolongación y facilitación de la circulación del látex y de la activación de los mecanismos de su regeneración, (Gremhule, 2000).

Mejía citado por Velásquez (2007) indicó que la estimulación del hule *Hevea*, es el tratamiento aplicado a un árbol de hule, que para un sistema de pica dado (largo de corte e intensidad de pica) tiene por objeto aumentar el período de flujo de látex, lo cual conduce a una producción de etileno en los tejidos de la corteza, ya sea directamente por la aplicación de un producto que libera etileno (Ethrel, Cetrims, Cetrips, Ethard ) o indirectamente por aplicación de diversos productos minerales u orgánicos e incluso por traumatismo físico.

Lo que se pretende con la estimulación es alcanzar la plena capacidad de producción de los árboles de hule, según el clon, la edad y el metabolismo de los mismos, reduciendo la frecuencia de pica con el objetivo de no sobre explotar los árboles, (Gremhule, 2000).

Según, (Gremhule 2000), existe toda una metodología de la estimulación que siguiendo las recomendaciones del CIRAD-CP toma en consideración las variables siguientes: clon, edad y metabolismo de los árboles, disminución de la frecuencia de pica, frecuencia de la estimulación, materia activa, producto comercial, concentración del estimulante, horario de aplicación, forma de aplicación, cantidad de mezcla estimulante a aplicar, equipo de aplicación, época de aplicación, preparación de la mezcla estimulante, división de tareas en la aplicación y recolección del producto, que se describen a continuación:

### **2.3.1.1 El clon, el metabolismo y las reservas de azúcar**

Las características fisiológicas de un clon se determinan genéticamente. Cada clon tiene características propias que determinan su sensibilidad y capacidad de respuesta a

la estimulación; esto es lo que se conoce como “metabolismo” y de él depende el sistema de explotación y estimulación a adoptar. El metabolismo de los clones puede ser rápido, medio o lento. Otro término que es indispensable conocer de los clones es lo que se refiere a las “Reservas de Azúcares”, las cuales nos indican conjuntamente con el metabolismo la intensidad de estimulación que soporta un clon determinado, (Gremhule, 2000).

Cuadro 1. Metabolismo y reservas de azúcar de los clones más cultivados en Guatemala

METABOLISMO DE LOS CLONES			
RESERVA DE AZUCAR	LENTO	MEDIO	RAPIDO
BAJA	AVROS 2037		
MEDIA	PB 86	RRIM 600- <b>RRIC 100</b> GT 1-PR 107	PB 235-PB 260-PB 255 PR 255-IRCA 18
ALTA		PB 217-IRCA 19- IRCA 41	RRIM 901-IRCA 230

(GREMHULE, 2000).

### 2.3.1.2 Intensidad de estimulación

La intensidad de estimulación debe ser:

- a. Baja**, para clones de metabolismo medio y bajas reservas de azúcares o para clones de metabolismo rápido y reservas medianas de azúcares.
- b. Media**, para clones de metabolismo lento y bajas reservas de azúcares, para clones de metabolismo medio y reservas medias de azúcares, o para clones de metabolismo alto y reservas altas de azúcares.
- c. Alta**, para clones de metabolismo bajo y reservas medias de azúcares o para clones de metabolismo medio y reservas altas de azúcares.

Para clones que no se conoce su metabolismo y reservas de azúcar se deberá aplicar una intensidad media, con el fin de disminuir riesgos en las aplicaciones.

#### **2.3.1.4 Notación internacional del sistema de explotación con estimulantes**

**S/2** = corte de la espiral, en este caso, media espiral.

**d3**= días entre cada pica, en este caso, pica a cada tres días.

**d/7**= días de explotación a la semana, seis días a la semana (sin picar domingo)

**ET** = etephon (materia activa).

**%** = concentración de la mezcla estimulante

**↓** = dirección de la pica.

**Forma de aplicación: Pa**= sobre el panel en regeneración (panel).

**Cantidad de estimulante** = en cc de mezcla (por emplearse agua como solvente).

**Anchura de aplicación** = en centímetros.

**Número de aplicaciones** =  $x/y = x$  veces/año.

**Frecuencia de aplicación** = en meses (m) o semanas (w).

#### **2.3.1.5 Estimulación y disminución de la frecuencia de pica**

Según, (Gremhule, 2000), para utilizar plenamente las posibilidades de la estimulación sin tener efectos secundarios indeseables debido a la sobre explotación, ni tampoco provocar una baja de la producción, es preciso adoptar para cada clon, el sistema de explotación idóneo, resultado de una buena combinación entre la frecuencia de pica, que es el número de días entre cada pica y el número de estimulaciones por año.

#### **2.3.1.6 Número de estimulaciones por año**

Según el Dr. Eric Gohet (Misión CIRAD en Guatemala sobre Fisiología y Producción, 1998), citado por GREMHULE, el número de estimulaciones por año está en función del sistema de pica y de la clase de clon de la manera siguiente:

Cuadro 2. Estimulaciones de acuerdo al clon, metabolismo y edad de los árboles

<b>ESTIMULACIONES POR AÑO</b>				
<b>S/2 d3 6d/7 ó 7d/7</b>				
	<b>1 a 2</b>	<b>3 a 5</b>	<b>6 a 10</b>	<b>11 a mas</b>
<b>CLONES</b>	<b>años ↓</b>	<b>años ↓</b>	<b>años ↓</b>	<b>años ↓</b>
PB 235, PB 255, PB 280, PB 312, PB 314, PB 260, RRIM 703, RRIM 901	0	1	2	4
PB 28/59, PB 330, PR 255, PR 261, IRCA 18, RRIM 712	2	3	4	6
RRIM 600, IRCA 230, RRIM 614, IRCA 19	4	5	6	8
GT 1, <b>RRIC 100</b> , IRCA 41	4	6	8	10
Clones IAN y FX, HARBEL 43, PB 86, GU 198	6	7	8	10
PB 217	10	10	10	12

(GREMHULE, 2000)

### 2.3.1.7 Ingrediente activo del estimulador

ETEPHON = Acido 2 cloro etilfosfónico.

### **2.3.1.8 Concentración de la mezcla estimulante**

El porcentaje de materia activa es 2.5% para pica descendente y 5% para pica ascendente. El producto comercial a utilizar es Ethrel Látex 10SL (al 10% de i. a.).

Dependiendo de la edad de los árboles, se recomienda aplicar de 0.7 a 1.0 cc por árbol de la mezcla estimulante por aplicación. La cantidad de ingrediente activo (Etephon) por árbol y por año a aplicar según la edad y el número de estimulaciones a realizar, también depende del metabolismo de los clones, sus reservas de azúcar y la intensidad de estimulación, (Gremhule, 2000).

### **2.3.1.9 Aplicación**

La dilución del Ethrel Látex con agua, cuyos resultados de manejo se han evaluado por parte de GREMHULE.

Existen diferentes formas de aplicación, pero por su practicidad y economía en tiempo y de jornales se sugiere la aplicación sobre el panel de pica en regeneración sin quitar la hilacha, de acuerdo a la recomendación del Dr. Gohet en la misión de Fisiología en Guatemala, 1998. La mezcla estimulante se aplica con cepillo de diente y esta debe cubrir una banda de 0.5 centímetros aproximadamente de ancho sobre el panel en vía de regeneración e iniciar inmediatamente arriba del canal de corte de pica, (Gremhule, 2000).

### **2.3.1.10 Período y horario de aplicación**

El período de aplicación del estimulante es de 48 horas antes de la siguiente pica para que la penetración y efecto del etephon en la corteza sea más eficiente.

Se recomienda realizar las aplicaciones de la mezcla estimulante como mínimo 4 horas antes de que se presenten las lluvias (6 a 10 a.m.) que puedan lavar el producto del panel de pica. Los días en que las precipitaciones se dan muy temprano es mejor retrasar las aplicaciones hasta los días en que las condiciones del clima sean más estables, (Gremhule, 2000).

Cuadro 3. Dosis de Etephon (ingrediente activo) por año y por árbol según el metabolismo de los clones, sus reservas de azúcar y edad

<b>Año de pica</b>	<b>Dosis de mezcla de ET por árbol</b>
1 a 4 ↓	0.7 cc
5 a 8 ↓	0.8 cc
9 a 10 ↓	0.9 cc
11 a más ↓	1.0 cc

(GREMHULE, 2000)

### **2.3.1.11 División de tareas para la aplicación**

Dividir cada tarea de pica en 2 secciones y aplicar el estimulante en cada sección a intervalos de 2 semanas si es el caso de frecuencia de estimulaciones a cada mes o bien a intervalos de 3 semanas en caso de frecuencia a cada mes y medio, para que la respuesta de la producción en cada tarea sea uniforme en todo el periodo entre aplicaciones.

### **2.3.1.12 Recolección del producto**

Se debe prolongar por más tiempo la espera para la recolección del látex (3 horas), siempre recolectando de último los primeros árboles que se picaron y hacer una segunda recolección en horas de la tarde, cuando las lluvias lo permitan, ya que ésta producción extra, puede representar de un 10% a un 15% de la producción total, (Gremhule, 2000).

### **2.3.2 Generalidades del Etephon**

Según Régil (2002), el ethrel o ethephon (ácido 2 cloroetilfosfónico) es un fito regulador usado para la maduración uniforme de un gran número de frutas, tales como piña, tomates, bananas, manzanas, melones, peras, etc.

Régil (2002), determina el Etephon como un compuesto que puede considerarse como una hormona sintética, la cual es absorbida por la planta y en cuyo interior se descompone liberando etileno.

El etephon es el producto estimulante de mayor uso en el mundo hulero, constituyendo un componente normal del sistema de explotación y la intensidad va íntimamente relacionada con el metabolismo de los clones, (Salam, 1992).

#### **2.3.2.1 Ventajas del etephon**

Según (Gremhule ,2000), el etephon (ácido 2 cloroetilfosfónico) cuyo nombre comercial es Ethrel látex 10 SL, presenta las siguientes ventajas en el hule:

- Mano de obra utilizada eficientemente y económicamente.
- Aumenta la vida productiva del panel de pica con base en el consumo de la corteza anual.
- Disminuye la incidencia de las enfermedades del panel de pica.
- Siendo el etephon (ácido 2 cloroetilfosfónico) un producto cuyo ingrediente activo es el ETILENO se hace necesario conocer algunas de las características más importantes de este gas.

### **2.3.3 Etileno o Eteno**

El etileno o eteno es un gas incoloro, de ligero olor etéreo, irrespirable e insípido. Se liquida a 103° centígrados y se solidifica a los 169° centígrados; a 0 grados centígrados se liquida con 44 atmósferas de presión, y su densidad es de 0.9784 con relación al aire, (Vega, 1985).

El etileno se encuentra en la capacidad de modificar la floración, la sexualidad de la flor en cucúrbitas, el letargo de yemas, la maduración de frutos, etc. Además se le atribuye rompimiento de latencia en varias semillas y vástagos. El etileno es un agente químico al que quizás no se le puede considerar estrictamente como una hormona, puesto que no cumple con el concepto de tal, pero sin duda es un compuesto activo en el desarrollo del vegetal. El etileno en las plantas es producido a partir del aminoácido metionina, (Vega, 1985).

#### **2.3.3.1 Química del etileno o eteno**

En su estructura química, el etileno es un producto natural del metabolismo vegetal, es la hormona vegetal más simple, hay otros compuestos volátiles como el acetileno y el propileno, que tienen efectos similares al etileno, sin embargo, el etileno es entre 60 y 100 veces más activo que estos. El etileno es el único producto del grupo de los compuestos volátiles, que se producen en cantidades apreciables en los tejidos vegetales, (Régil, 2002).

## **2.4 EL DIAGNOSTICO DE LATEX (D.L.)**

Los análisis de látex hacen descubrir el estado fisiológico de los árboles de hule e indican como optimizar los resultados al igual que los análisis de sangre revelan el estado de salud del hombre y dan al médico informaciones útiles, (Ponce, 2007).

Con el diagnóstico látex el productor domina su producción de látex. Implementando las recomendaciones del D.L., el productor evita muchas pérdidas, principalmente por la sobre estimulación, que no siempre significan aumentos de producción significativos. La meta es mantener la buena salud de los árboles, para una producción óptima y prolongada, (Ponce, 2007).

Según, (Compagnon, 1998), entre los múltiples elementos dosificables del látex, se escogieron varios parámetros:

- a) El contenido total de hule solido TSC: que refleja la actividad biológica del árbol.
- b) El contenido de sacarosa: elemento mayor del funcionamiento celular y molécula inicial de la síntesis del hule.
- c) El contenido de fósforo inorgánico (Pi): vinculado a la energía celular.
- d) El contenido de tioles (RSH), agentes protectores de las células vegetales.
- e) El pH, que está relacionado con la acción metabólica y
- f) El índice de fragmentación, que mide la estabilidad de los lutoides responsables de interrumpir el flujo de látex en los árboles.

El análisis instantáneo del látex y el conocimiento del comportamiento de los clones sembrados permite decir si se explota correctamente el árbol estudiado, si se encuentra en estado de sobreexplotación o de sub explotación. Si además de estos datos, se dispone de los resultados de producción y sistema de pica, se puede prever y eventualmente anticipar cualquier baja de una producción; también es posible recomendar sistemas de explotación óptimos para un clon y una condición eco climática.

Jacob, citado por Ponce (2007), indica que siete gotas de látex, tomadas mediante una inyección por árbol, en diez árboles por tarea, bastan para medir los cuatro parámetros y establecer el diagnóstico.

Expone que un análisis debe realizarse en un área que tiene un mismo clon, una misma edad, una misma altura de pica y en general un mismo manejo agronómico, para que sus resultados puedan ser generalizados y aplicados en todos los árboles de esta misma área; dicha área puede representar entre 10 y 100 hectáreas. No se deben mezclar áreas de diferentes clones, ni edades porque el resultado no podrá ser correctamente aplicado.

Expresa que la metodología del diagnóstico, especifica épocas determinadas de realización que se sitúan en los meses de máxima producción; días después de la última pica; días después de la última estimulación, etc. El costo de referencia promedio es de 10 kilos de hule seco por hectárea por año, lo que resulta benéfico, ya que se tiene la certeza de trabajar bien, y no cometer errores de sobre explotación.

#### **2.4.1 Parámetros y valores de referencia de DL en Guatemala**

##### **A. Extracto seco (TSC)**

Este parámetro refleja la regeneración de látex en el tejido laticífero. Del quinto año en adelante el parámetro ideal es de 40 a 42%; este porcentaje está asociado al estado fisiológico del árbol, (Nájera, 2000).

##### **B. Fósforo inorgánico (Pi)**

El contenido de Pi frecuentemente relacionado con la actividad metabólica del sistema laticífero. Del látex proveniente de la pica diaria, donde el sistema laticífero está más activo, debe tener un contenido más alto de Pi. Los valores tienden a disminuir a medida que se aumenta el intervalo entre dos picas, lo que corresponde a una desaceleración en la actividad metabólica. Al inicio de pica los valores pueden encontrarse entre 12 a 15 mili-moles y al final de la explotación el valor no debe superar 35 mili-moles.

### C. Contenido de tioles (RSH)

Los tioles juegan un papel importante en el sistema laticífero. Pueden activar algunos sistemas enzimáticos claves del metabolismo, tal como la invertasa; pero sobre todo protegen la estructura de los organelos subcelulares y su capacidad de funcionar atrapando moléculas de oxígeno tóxico generado por ciertas enzimas dañinas, (Nájera, 2000).

Los RSH consisten de cisteína y particularmente glutatión reducido, este último forma del 50% al 80% de todos los tioles dependiendo del clon. Los parámetros de los tioles generalmente se ubican en valores que varían entre 0.10 a 0.65.

### D. Contenido de azúcar (sacarosa)

El azúcar, mayormente contenido en forma de sacarosa, es la molécula básica del metabolismo laticífero puesto que es el substrato inicial de la síntesis isoprénica y en el proceso capaz de producir la energía bioquímica necesaria para la regeneración del látex tal como lo constituye la glicólisis, (Nájera, 2000).

Cuadro 4. Diagnóstico fisiológico comparativo de los árboles de hule en base a los resultados del diagnóstico látex (DL).

	<b>AZUCAR</b>	<b>Pi</b>	<b>TSC</b>	<b>RSH</b>
<b>SUB EXPLOTACION</b>	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
<b>ADECUADA</b>	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO
<b>EXPLOTACION</b>				
<b>SOBRE EXPLOTACION</b>	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO

(Nájera, 2000)

## **2.5 CORTE SECO**

Es un desorden que puede resultar de varias causas que no tienen a menudo relación entre sí. Se pueden considerar dos tipos de corte seco, el primero denominado corte seco sin necrosis y el segundo corte seco con necrosis, Alvarado y Nájera, (1997).

### **2.5.1 Corte seco sin necrosis**

El principal síntoma se produce en los vasos laticíferos, por lo cual se observa decoloración café a marrón de la corteza interna. La corteza afectada se presenta seca y de consistencia arenosa. Análisis histológicos revelan que ocurre una coagulación dentro de las células laticíferas. Este desorden generalmente se limita al área de drenaje.

Contribuyen a su origen y desarrollo la utilización de sistemas de explotación o estimulación intensivos que conllevan a un agotamiento o fatiga fisiológica de los árboles y a presentar a nivel histológico señales de senescencia. Si la sobreexplotación es mantenida, este cuadro puede evolucionar a un segundo paso, en el cual se presenta una necrosis y deformación de los árboles el cual es la enfermedad conocida como Brown Bast, corte seco con necrosis.

También se ha observado que su distribución dentro de la plantación ocurre al azar. Algunas veces un primer síntoma de este desorden es que los árboles producen más de lo normal para posteriormente secarse (dejar de producir látex), ya sea a lo largo del corte de pica o solamente en algunas partes de éste, Alvarado y Nájera, (1997).

No se ha logrado poner en evidencia que un patógeno sea el agente causal, más bien, se han aislado algunos hongos que se consideran como patógenos secundarios. Se considera que múltiples causas pueden inducir éste desorden siendo una de ellas el estrés. Se reporta también la susceptibilidad clonal, (Alvarado y Nájera, 1997).

Medidas preventivas consisten en seleccionar sistemas de explotación que se adapten a las características fisiológicas (tipología) de cada clon, (Alvarado y Nájera, 1997).

Se debe mantener buena fertilización en la edad joven de los árboles y revisar continuamente el nivel de nutrientes en el suelo. Será útil marcar los árboles afectados para darles un mejor seguimiento a la incidencia de éste problema. La incidencia anual no deberá pasar el 1% de árboles secos.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO

En la región norte y costa atlántica del país, debido a las condiciones agroclimáticas de la zona, el establecimiento de clones resistentes a la Enfermedad Sudamericana de la Hoja *Microcyclus ulei*, de las series IAN, FX, RRIC O GU, ha sido una de las primeras herramientas para tener plantaciones sanas en el área foliar.

Sin embargo estos clones presentan rendimientos bajos de producción, comparados con los clones establecidos en la región sur del país, por lo que es necesario hacer uso del etephon como estimulante, prolongando el período de goteo en los árboles e incrementar la producción, determinando la intensidad conveniente que no afecte la salud del árbol.

Teniendo el clon RRIC 100 un crecimiento importante de siembra en el departamento de Izabal se realizó una evaluación con el producto etephon determinando la intensidad adecuada recomendable para la aplicación al panel de pica, se determinó y comparó el rendimiento en kilogramos de hule seco por tratamiento del clon RRIC 100; se determinó el efecto del etephon en el cansancio fisiológico (corte seco) en el clon RRIC 100 en cada uno de los tratamientos, al final de la evaluación; se realizó un diagnóstico de látex para determinar el estado fisiológico de los árboles y finalmente evaluó la viabilidad económica de cada tratamiento con aplicación de etephon, para la producción de látex del cultivo de hule *Hevea brasiliensis*, clon RRIC 100 como una herramienta para los heveicultores de la región.

Los clones establecidos en la Zona Norte y Costa Atlántica del país, de origen americano, presentan metabolismos de goteo medio con reservas altas de azúcar, elemento que interviene en la elaboración del látex dentro del árbol. Lo que define su intensidad de estimulación. El clon RRIC 100 presenta metabolismo medio con reserva media de azúcar, manejando una intensidad media en la aplicación del Etephon,

ingrediente activo del Ethrel, producto comercial, que induce la liberación de etileno en el sistema laticífero y que a su vez causa el efecto estimulante en el árbol, (Gremhule, 2010).

Con el objetivo de avanzar en la tecnificación del cultivo en la región, se considera importante realizar esta investigación esperando sea de apoyo para los productores de hule, tomando en cuenta que la productividad y salud del árbol permitirán tener un cultivo rentable a lo largo del período útil de explotación.

## **IV.OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de cuatro intensidades de estimulante etephon, sobre la producción de látex en el cultivo de hule, clon RRIC 100.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Comparar la intensidad de aplicación de estimulante sobre la producción y el rendimiento de hule seco en el clon RRIC 100.
- Determinar el efecto de la intensidad de estimulación sobre la incidencia de corte seco, en el clon RRIC 100 en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el estado fisiológico de los árboles en función de la intensidad de estimulación.
- Evaluar la viabilidad económica de cada tratamiento con aplicación de etephon.

## V. HIPOTESIS

### 5.1 HIPÓTESIS NULAS

Ninguna de las intensidades de aplicación de Etephon tendrá una diferencia significativa en la producción de látex del cultivo de Hule.

Ninguna de las intensidades de aplicación de estimulante a evaluar tendrá efecto sobre el cansancio fisiológico de los árboles de hule del clon RRIC 100.

Ninguna de las intensidades de aplicación de Etephon tendrá efecto en la sobreexplotación de los árboles de Hule del clon RRIC 100.

Ninguna de las alternativas a evaluar será viable económicamente en la producción, relación ingreso costo del cultivo de Hule del clon RRIC 100.

### 5.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

Al menos una de las intensidades a evaluar tendrá diferencia significativa en la producción de látex del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) del clon RRIC 100 en comparación con el tratamiento no estimulado.

Al menos una de las intensidades a evaluar tendrá efecto sobre el cansancio fisiológico de los árboles en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) del clon RRIC 100.

Al menos una de las intensidades de aplicación de estimulante a evaluar tendrá efecto en la sobreexplotación de los árboles en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) del clon RRIC 100.

Al menos una de las alternativas a evaluar será viable económicamente en la producción de látex del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), RRIC 100.

## **VI. METODOLOGIA**

### **6.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO**

La investigación se realizó en Finca Navajoa, localizada en el municipio de Morales departamento de Izabal. La finca se encuentra ubicada en Latitud norte 15°31'32" y Longitud oeste 88°44'16". Está a una altitud de 40 msnm, a una distancia de 258 kilómetros de la ciudad capital y a 15 kilómetros del municipio de Morales.

#### **6.1.1 Clima**

Según la clasificación de Thronthwaite esta zona se ubica en una región con clima húmedo, con invierno benigno, vegetación con bosque natural, sin una estación seca bien definida. Temperatura promedio de 26 grados celsius, con una precipitación anual promedio que oscila entre 2500 y 3000 milímetros. La zona promedia una humedad relativa anual de 85%, (Chen citado por Norales 2001).

#### **6.1.2 Zona de vida**

Según De la Cruz citado por Norales (2001), basado en la clasificación de Zonas de Vida de Holdrige, la zona se encuentra clasificada como Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) bmh-S(c).

#### **6.1.3 Suelos**

De acuerdo al estudio de reconocimiento de los suelos realizados por Simmons, Tarano y Pinto, estos suelos pertenecen a la serie Champona, caracterizados por ser profundos sobre material no consolidado o sobre arcilla esquistosa. Todos están lixiviados y son ácidos, siendo suelos poco productivos, Simmons Ch.; Tarano J.; Pinto J. citados por Norales 2001.

## 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

- Ciento sesenta árboles clon RRIC 100 (8 árboles por repetición)
- Estimulante “Ethrel Látex”, concentración al 2.5%

## 6.3 FACTOR A ESTUDIAR

Intensidades de etephon para la producción de hule seco.

## 6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados estuvieron definidos por la intensidad en la aplicación del estimulante, 4, 6, 8 y 10 aplicaciones, y se usó como testigo un tratamiento con 0 estimulaciones. Cada tratamiento fue identificado por una marcación de color realizada en la parte alta del panel de pica en cada uno de los árboles, por cada una de los bloques. Ver cuadro 5.

Cuadro.5 Detalle de los Tratamientos. Cada uno de los tratamientos tuvo un intervalo de aplicación como se ve en el cuadro siguiente

TRATAMIENTO	COLORACION	INTERVALO
T1 (NINGUNA ESTIMULACION) TESTIGO	ROJO	
T2 ( 4 ESTIMULACIONES)	AMARILLO	45 días
T3 (6 ESTIMULACIONES)	CELESTE	30 días
T4 (8 ESTIMULACIONES)	VERDE	22 días
T5 (10 ESTIMULACIONES)	BLANCO	18 días

Elaboración propia.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de bloques completos aleatorizados, empleando cuatro tratamientos con diferente intensidad de aplicación y un tratamiento sin ninguna aplicación con cuatro repeticiones, en el período comprendido entre el mes de julio y diciembre de 2012.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta rendimiento en Kg/árbol/hule seco del clon RRIC 100

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto de la i-ésima intensidad de estimulación.

$B_j$  = Efecto del jk-ésimo bloque.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ijk-ésima unidad experimental

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área experimental contó con bloques de 8 árboles por tratamiento, establecidos a un distanciamiento de siembra de 2.8 metros por 7 metros. Los árboles tienen una edad de siete años de crecimiento.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

↑ **N**

T3	T5	T4	T3
T5	T4	T1	T5
T1	T2	T3	T2
T4	T1	T5	T4
T2	T3	T2	T1

## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **6.9.1 Pica**

El corte se realizó sobre corteza virgen en árboles de un año de pica. El horario de pica daba inicio a las 5 am, para el aprovechamiento de las horas más frescas del día permitiendo que los vasos laticíferos se abrieran y por consiguiente hubiera una mejor fluidez de látex por más tiempo.

### **6.9.2 Calidad de pica**

Se realizaron supervisiones al final de cada mes, para mantener los parámetros de calidad de pica establecidos en por Gremhule, en un sistema de explotación ( $\frac{1}{2}$  S d/3) en pica convencional descendente.

La profundidad que se manejó fue de 1-1.5 mm de corteza antes de llegar al cambium, permitiendo la regeneración de corteza para poder picar por segunda vez el panel y evitando heridas por toques de madera que afectan al panel.

El consumo de corteza para el sistema de pica en d/3 descendente tuvo un grosor de 1.5 mm por pica, lo que permitirá prolongar la vida útil de los árboles al no desperdiciar corteza.

El ángulo de inclinación del corte de pica fue marcado con una banderola a  $33^\circ$ , que permitió el escurrimiento de látex a lo largo del corte sin problemas de derrames que ocasionaran pérdidas de producción.

Los límites del panel de pica fueron delimitados exactamente a la mitad del tronco de los árboles ( $\frac{1}{2}$  S), para no consumir corteza del siguiente panel.

### **6.9.3 Coagulación**

Se utilizó ácido fórmico al 8% de concentración. Después de pica, con un tiempo prudencial de 2 horas esperando la fluidez de látex, para luego aplicar dosis de 2.8 cc de solución por taza o guacal de un litro de capacidad.

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **6.10.1 Rendimiento de cada tratamiento.**

Se determinó el tratamiento con mayor rendimiento de látex, determinado por la intensidad de las aplicaciones de Etephon.

La recolección de látex se realizó un día antes de la pica, por medio de una balanza que indica el peso en onzas, al final del mes se realizó la sumatoria obteniendo el dato en hule húmedo y posteriormente el dato fue convertido a kilogramos de hule seco.

### **6.10.2 Incidencia de cansancio fisiológico**

Se realizó un inventario al inicio de la evaluación y al final de la misma, la incidencia de árboles que presentaron cansancio fisiológico durante la evaluación se determinó empleando la fórmula siguiente:

Fórmula para determinar el porcentaje de corte seco:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{No. árboles con corte seco}}{\text{Total de árboles}} \times 100$$

### 6.10.3 Diagnóstico de látex

Siguiendo la metodología de Gremhule, se recolectaron 10 gotas de látex de cada árbol de cada tratamiento y de cada repetición por separado y las muestras obtenidas se remitieron al laboratorio de la Gremial del Huleros para su respectivo análisis.

Los resultados de los parámetros de Diagnostico de Látex fueron interpretados por Gremial de Huleros con los signos – = + dependiendo del valor del parámetro, de la manera siguiente:

Cuadro 6. Parámetros del diagnóstico látex

- -	Bajo
-	Ligeramente bajo
= - = =	Normal
+	Ligeramente alto
++	Alto

### 6.10.4 Determinación de costos

Se determinó el costo de todos los insumos y labores utilizados en los diferentes tratamientos y al final de la evaluación se pudo comparar si un tratamiento obtuvo un mayor beneficio costo comparado con los demás.

La determinación para cuál de los tratamientos evaluados presentó un costo favorable en función a la optimización de la inversión a realizada fue basada en el rendimiento de cada uno de los tratamientos.

## **6.11 ANALISIS DE LA INFORMACION**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

El peso fue manejado con datos en kilogramos de hule, posteriormente se realizó un análisis de varianza, habiendo diferencias significativas, luego se diferenció a los tratamiento a través de la prueba múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Después se realizaron las respectivas graficas de la medias de cada uno de los tratamientos.

### **6.11.2 Análisis del Diagnóstico de Látex**

Se recolectó una muestra en cada tratamiento y en cada repetición al final de la temporada de estimulación para determinar la sanidad fisiológica de los arboles; la muestra se envió al laboratorio del Gremial de Huleros y por medio de un diagnóstico se determinó:

- Contenido de azúcar (Sacarosa)
- Fosforo inorgánico (Pi)
- Contenido de thioles (RSH)
- Extracto seco (TSH)

Con los resultados obtenidos se realizaron las respectivas conclusiones y recomendaciones.

### **6.11.3 Análisis económico**

Se realizaron las comparaciones en quetzales de la aplicación de estimulante de cada tratamiento contra el que no se estimuló en relación al rendimiento de cada tratamiento para obtener la relación ingreso costo de la producción.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan con base en los objetivos planteados, las hipótesis y las variables de respuesta, es decir kilogramos de hule seco por árbol, cansancio fisiológico, diagnóstico de látex y la relación ingresos costos de la producción, bajo las diferentes intensidades de Etephon aplicadas a los árboles de Hule del clon RRIC 100 bajo los tratamientos indicados.

### 7.1 Kilogramos de hule seco/ árbol

A nivel de laboratorio se convirtieron los datos de hule húmedo de cada tratamiento a hule seco por tratamiento teniendo entendido que en chipa (hule húmedo) del 49% a 51% es agua y el resto es hule seco, ver resultados en anexos.

El resultado de cada tratamiento y los datos que se obtuvieron fueron kilogramos de hule seco por árbol. Ver datos en anexos.

Sabiendo cual es la cantidad de hule seco de cada árbol se realizó un análisis de varianza.

Cuadro 7. ANOVA kilogramos de hule seco por árbol

FUENTE DE VARIACION	GRADOS		SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	F>F
	DE LIBERTAD					
TRATAMIENTOS	4		0.820747	0.205187	3.9013	3.26*
BLOQUES	3		1.00779	0.335930	6.3872	3.49*
ERROR	12		0.631126	0.052594		
TOTAL	19		2.459663			

COEFICIENTE DE VARIACION 9.98%

De acuerdo al cuadro 9 el análisis de varianza realizado para la variable del contenido de hule seco (D. R. C.) en el contenido de hule húmedo a hule seco, presenta diferencia estadística significativa entre los tratamientos y en los bloques lo cual fue necesario realizar una prueba de medias para saber que tratamiento es diferente estadísticamente a los demás.

Cuadro 8. Prueba de medias para los tratamientos con diferente intensidad de estimulación en kilogramos de hule seco

No.	ESTIMULACIONES	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
6	3		0.5000	A
4	2		0.4850	AB
10	5		0.4825	AB
8	4		0.4375	AB
0	1		0.3925	B

Diferencia mínima significativa (DMS) 0.025

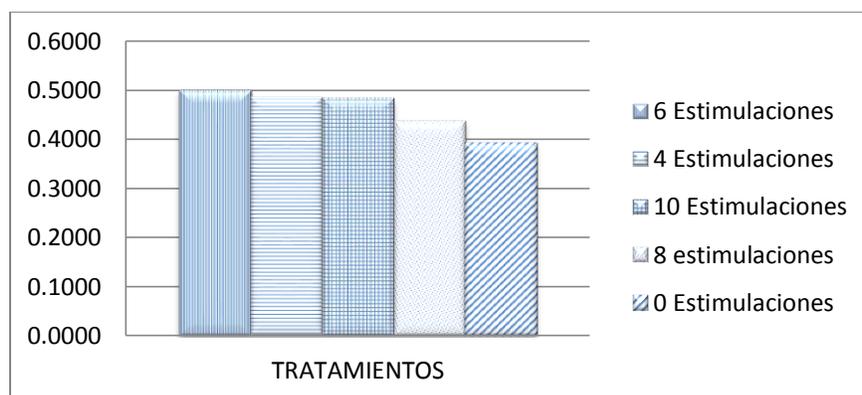


Figura 1. Medias de kilogramos de hule seco por árbol

En la figura 1 se observa el comportamiento de las medias según las frecuencias de aplicación de estimulante en relación al rendimiento de kilogramos de hule seco por árbol, donde el tratamiento 3 al cual se le aplicaron 6 estimulaciones a un intervalo de 30 días entre cada estimulación fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Fisiológicamente el clon RRIC 100 es muy sensible a la estimulación y está dentro de los clones con metabolismo laticífero medio. Ver cuadro 1.

## 7.2 Incidencia de cansancio fisiológico

Se determinó la incidencia de cansancio fisiológico por medio de inventario al inicio y al final del estudio. Ver cuadro 12.

Cuadro 9. ANOVA porcentaje de cansancio fisiológico de los tratamientos

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD		SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	F>F	
	DE	LIBERTAD					
TRATAMIENTOS	4		156.25	39.0625	1.6667	3.26	NS
BLOQUES	3		148.44	49.4791	2.1111	3.49	NS
ERROR	12		281.25	23.4375			
TOTAL	19		585.94				

Coeficiente de variación      154.91%

El análisis de varianza realizado para la variable porcentaje de cansancio fisiológico no presenta diferencia estadística significativa entre las intensidades de estimulación.

Al inicio de la investigación ninguno de los 160 árboles presentaban incidencia de cansancio fisiológico y al final de la investigación el tratamiento 4 y 5 presentaron 2

árboles con cansancio fisiológico esto representa el 25% de la plantación con corte seco y el tratamiento 3 presento 1 árbol con cansancio fisiológico esto representa el 12.5 % de árboles con cansancio fisiológico.

Los tratamientos 4 y 5, con 8 y 10 intensidades de aplicación de Etephon respectivamente, presentaron un índice mayor a lo permitido en el cansancio fisiológico de los árboles.

### 7.3 Diagnóstico de látex

#### 7.3.1 Tratamiento sin aplicaciones de etephon

El tratamiento 1 color rojo fue el testigo, a este tratamiento no se le realizó ninguna estimulación únicamente se le realizaron las picas tradicionales en d/3 y su manejo agronómico.

El cuadro 14 muestra los resultados obtenidos a nivel de laboratorio luego de realizado el DL practicado a los árboles del clon RRIC 100

Cuadro 10. Resultados de laboratorio, tratamiento con 0 estimulaciones

Parámetro	Valor	Signo	Valor De Parámetro
[Suc]	17.7	++	Alto
[Pi]	22	+	Ligeramente alto
[R-SH]	0.55	+	Ligeramente alto
TSC%	42	=	Normal

Datos de laboratorio DL (2012)

Las reservas de azúcar (Suc) se encontraron altas lo que indica una buena producción de látex y que existen todavía reservas dentro de los mantos laticíferos que no fueron

extraídas, lo que se considera fisiológicamente normal porque a este tratamiento no se le realizaron estimulaciones lo que no permitió una alteración en el metabolismo.

El fósforo inorgánico fue ligeramente alto, lo cual indica que los arboles estaban activos para la producción de hule y aunque no se estimuló existió una buena transformación de hule dentro del panel de pica.

Los niveles de thioles fueron ligeramente altos lo que indica que las defensas del árbol se mantuvieron activas para proteger al árbol de corte seco.

Se encontraron niveles normales de total de contenidos solidos (TSC), esto indica que existe una buena salud de los árboles y la regeneración normal de látex dentro de los vasos laticíferos entre una pica y otra.

El tratamiento rojo al cual no se le aplicó ninguna estimulación se considera una sub explotación por los altos contenidos de azúcar.

### **7.3.2 DL tratamiento con 4 aplicaciones de etephon**

Al tratamiento 2 color amarillo se le realizó un plan de 4 estimulaciones, las picas tradicionales en d/3 y su manejo agronómico.

El cuadro 15 muestra los resultados obtenidos a nivel de laboratorio luego de realizado el DL practicado a los árboles del clon RRIC 100

Cuadro 11. Resultados de laboratorio, tratamiento con 4 estimulaciones

Parámetro	Valor	Signo	Valor De Parámetro
[Suc]	18.3	++	Alto
[Pi]	19	=	Normal
[R-SH]	0.49	+	Ligeramente alto
TSC%	43	=	Normal

Datos de laboratorio DL (2012).

Las reservas de azúcar (Suc) se encontraron altas lo que indica una buena producción de látex y que existen todavía reservas dentro de los mantos laticíferos que no fueron extraídas, lo que se considera fisiológicamente normal porque a este tratamiento se le realizaron cuatro estimulaciones que es lo recomendado para este clon en esta edad lo que no permitió una alteración en el metabolismo.

El fósforo inorgánico fue normal, lo cual indica que los arboles estaban activos para la producción de hule y existió una buena transformación de hule dentro del panel de pica.

Los niveles de thioles fueron ligeramente altos lo que indica que las defensas del árbol se mantuvieron activas para proteger al árbol de corte seco.

Se encontraron niveles normales de total de contenidos solidos (TSC), esto indica que existe una buena salud de los árboles y la regeneración normal de látex dentro de los vasos laticíferos entre una pica y otra.

En el tratamiento amarillo se consideró normal con una adecuada explotación y un conveniente estado de salud.

### 7.3.3 DL tratamiento con 6 aplicaciones de etephon

Al tratamiento 3 color celeste se le aplicaron 6 estimulaciones, las picas tradicionales en d/3 y su manejo agronómico.

El cuadro 16 muestra los resultados obtenidos a nivel de laboratorio luego de realizado el DL practicado a los árboles del clon RRIC 100.

Cuadro 12. Resultados de laboratorio, tratamiento con 6 estimulaciones

Parámetro	Valor	Signo	Valor De Parámetro
[Suc]	17.6	++	Alto
[Pi]	19	=	Normal
[R-SH]	0.53	+	Ligeramente alto
TSC%	41	=	Normal

Datos de laboratorio DL (2012).

Las reservas de azúcar (Suc) se encontraron altas lo que indica una buena producción de látex y que existen todavía reservas dentro de los mantos laticíferos que no fueron extraídas.

El fósforo inorgánico fue normal, lo cual indica que los arboles estaban activos para la producción de hule y existió una buena transformación de hule dentro del panel de pica.

Los niveles de thioles fueron ligeramente altos lo que indica que las defensas del árbol se mantuvieron activas para proteger al árbol de corte seco.

Se encontraron niveles normales de total de contenidos solidos (TSC), esto indica que existe una buena salud de los árboles y la regeneración normal de látex dentro de los vasos laticíferos entre una pica y otra.

El tratamiento celeste se considera una sub explotación por los altos contenidos de azúcar, y el nivel normal de fosforo inorgánico y que el TSC según la edad de pica de este clon puede ser normal a baja.

### 7.3.4 DL tratamiento con 8 aplicaciones de etephon

Al tratamiento 4 color verde se le aplicaron 8 estimulaciones, las picas tradicionales en d/3 y su manejo agronómico.

Cuadro 13. Resultados de laboratorio, tratamiento con 8 estimulaciones

Parámetro	Valor	Signo	Valor De Parámetro
[Suc]	17.7	++	Alto
[Pi]	21	+	Ligeramente alto
[R-SH]	0.48	=	Normal
TSC%	41	=	Normal

Datos de laboratorio DL (2012).

Las reservas de azúcar (Suc) se encontraron altas lo que indica una buena producción de látex y que existen todavía reservas dentro de los mantos laticíferos que no fueron extraídas.

El fósforo inorgánico fue ligeramente, lo cual indica que los arboles estaban activos para la producción de hule y existió una buena transformación de hule dentro del panel de pica esto a pesar que recibió 8 estimulaciones.

Los niveles de thioles fueron normales lo que indica que las defensas del árbol se mantuvieron activas para proteger al árbol de corte seco.

Se encontraron niveles normales de total de contenidos solidos (TSC), esto indica que existe una buena salud de los árboles y la regeneración normal de látex dentro de los vasos laticíferos entre una pica y otra.

De acuerdo al diagnóstico fisiológico comparativo mostrado en el cuadro 17 se considera una adecuada estimulación, no existió un cansancio fisiológico porque los parámetros están normales y existe un conveniente estado de salud de los árboles.

### 7.3.5 DL tratamiento con 10 aplicaciones de etephon

Al tratamiento 5 color blanco se le aplicaron 10 estimulaciones, las picas tradicionales en d/3 y su manejo agronómico.

Cuadro 14. Resultados de laboratorio, tratamiento con 10 estimulaciones

Parámetro	Valor	Signo	Valor De Parámetro
[Suc]	17.7	++	Alto
[Pi]	20	=	Normal
[R-SH]	0.51	+	Ligeramente alto
TSC%	43	=	Normal

Datos de laboratorio DL (2012).

Las reservas de azúcar (Suc) se encontraron altas lo que indica una buena producción de látex y que existen todavía reservas dentro de los mantos laticíferos que no fueron extraídas.

El fósforo inorgánico fue normal, lo cual indica que los arboles estaban activos para la producción de hule y existió una buena transformación de hule dentro del panel de pica esto a pesar que recibió 10 estimulaciones.

Los niveles de tioles fueron ligeramente altos lo que indica que las defensas del árbol se mantuvieron activas para proteger al árbol de corte seco.

Se encontraron niveles normales de total de contenidos solidos (TSC), esto indica que existe una buena salud de los árboles y la regeneración normal de látex dentro de los vasos laticíferos entre una pica y otra.

De acuerdo al diagnóstico fisiológico comparativo mostrado en el cuadro 18 se considera una adecuada estimulación, no existió un cansancio fisiológico porque los parámetros están normales y existe un conveniente estado de salud de los árboles.

#### 7.4 Relación ingreso costo de la producción

Para el análisis de ingreso costo de la producción, se compararon los costos en Quetzales de la aplicación de estimulante contra el testigo y el ingreso que representó en relación al rendimiento de cada tratamiento.

Cuadro 15. Costos para aplicación de estimulante en el cultivo de hule, clon RRIC 100

tratamiento	aplicación /jornal	costo jornal (Q)	total (Q)	insumo cc	costo insumo (Q) aplicac	costo total (Q)
ROJO	0	0	0	0	0	0
AMARILLO	4	72.00	288.00	24	6.60	294.60
CELESTE	6	72.00	432.00	36	9.90	441.90
VERDE	8	72.00	576.00	48	13.20	589.20
BLANCO	10	72.00	720.00	60	16.50	736.50

**TOTAL Q 2062.20**

Los valores obtenidos a partir del costo total para cada uno de los tratamientos dejan ver el incremento que se da por la cantidad de aplicaciones realizadas. Al final el costo promedio por aplicación es Q73.65.

Según la bolsa de valores de Malasia el precio del kilogramo de hule seco en Guatemala en el 2013 y 2014 ha oscilado entre los 2.65 y 1.45 dólares (promedio \$2.05).

Cuadro 16. Precio promedio del hule seco obtenido en los tratamientos

no. de estimulaciones	rendimiento kgs/tratamiento	precio \$	precio Q
0 Estimulaciones	7.81	16.01	123.27
4 Estimulaciones	9.71	19.90	153.23
6 Estimulaciones	10.04	20.58	158.46
8 Estimulaciones	8.75	17.93	138.06
10 estimulaciones	9.62	19.72	151.84

El rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos, indica que el mayor precio se obtiene con el Tratamiento realizado con 6 estimulaciones para 10.04 kgs.

Cuadro 17. Relación ingreso costo de los tratamientos

tratamiento	rendimiento kgs tratamiento	ingresos Q	costo m.obra Q	relación i/c
0 Estimulaciones	7.81	123.27		
4 Estimulaciones	9.71	153.23	9.20	16.65
6 Estimulaciones	10.04	158.46	13.80	11.48
8 Estimulaciones	8.75	138.06	18.41	7.49
10 estimulaciones	9.62	151.84	23.01	6.59

La producción del tratamiento 2 al que se le aplicaron 4 estimulaciones fue la que presentó mejor ingreso, esto indica que por cada quetzal que se invierte en la estimulación del cultivo de hule retornan Q16.65 quetzales

## VIII. CONCLUSIONES

En la investigación realizada el tratamiento 3, con 6 aplicaciones de etephon fue el que mejor reaccionó en cuanto a la cantidad de kilogramos de hule seco por árbol, en comparación con los demás tratamientos evaluados.

El corte seco afectó a los tratamientos 3, 4 y 5 a los que corresponden las 6, 8 y 10 estimulaciones, sin embargo no hubo diferencia significativa en el análisis estadístico.

Los resultados del diagnóstico de látex (DL) fueron favorables en los 4 tratamientos, no existió sobreexplotación en los árboles y al final de la evaluación los niveles de reservas de los árboles indicaron buen estado interno del árbol. Los azúcares, el fósforo inorgánico, los tioles y los contenidos sólidos, con indicadores de altos a normales, indican la buena salud de los árboles, con látex sin extraer y la buena activación de los árboles para la producción de látex, con antioxidantes como defensa protegiendo las estructuras celulares para evitar el corte seco y la recuperación del látex entre cada corte (pica).

La relación ingreso costo de la producción en el tratamiento 2 donde se aplicaron 4 estimulaciones fue la que presentó mejor retorno, por cada quetzal que se invierte en la aplicación del etephon hay un retorno de Q16.65.

## **IX. RECOMENDACIONES**

El tratamiento 3, con 6 aplicaciones de etephon, reaccionó mejor en cuanto a la cantidad de kilogramos de hule seco por árbol, en comparación con los demás tratamientos evaluados, sin embargo en la relación ingreso-costo el tratamiento 2 con 4 estimulaciones presentó mejor retorno, para cada quetzal que se invierte en la aplicación del etephon hay un retorno de Q16.65, por lo cual se recomienda el tratamiento con 6 aplicaciones de etephon para las plantaciones de un año de edad, clon RRIC 100, establecidas en las zonas bajo condiciones similares a las del área de estudio.

Basados en la observación de campo, se recomienda realizar un inventario de árboles antes de iniciar los programas de estimulación en plantaciones del clon RRIC 100 para determinar si existe incidencia del corte seco en la plantación y un inventario al final de la temporada esto con el fin de obtener datos si la estimulación ha provocado algún cansancio fisiológico por la intensa actividad metabólica en la que permanece el cultivo.

## X. BIBLIOGRAFIA

Alemán, C. (2000). Evaluación de seis sistemas de explotación en el cultivo de Hule (Hevea brasiliensis) Muell. arg. utilizando un estimulante en el clon IAN 873, Livingston Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 87 pág.

Alvarado, J.; Nájera, C. (1997). Las enfermedades del cultivo del hule (Hevea brasiliensis) en Guatemala. (1ra ed.). Guatemala: Galton. 12 pág.

Compagnon, P. (1998). El caucho natural, biología, cultivo, producción. CIRAD CP departement des cultures perennes. Edición Editions Maisonneuveet Larose. Imprenta electrónica Xerox., México. Trad. Embajada de Francia en México, la Direction Regionale de Cooperation Scientifique et Technique en Costa Rica, y el consejo Mexicano de Hule. Francia. 701 pág.

Gremial de Huleros de Guatemala. (2000; 2010). Manual práctico del cultivo del Hule. (1ra ed.; 2da ed.) Guatemala 106 pág.; 128 pág.

Gremial de Huleros de Guatemala. (2011; 2012). Revista anual de Gremhule. Primera edición. 23 pág.; 26 pág.

Morales, M. (2007). Cambio tecnológico del sistema de pica, y su influencia en los costos de producción en el cultivo de Hule (Hevea brasiliensis muell arg. euforbiaceae) en la finca Guapinol, Los Amates Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 92 pág.

Nájera C, C. (2000). El diagnóstico Látex, muestreo y análisis de laboratorio. Reporte de la Misión de Capacitación realizada en el laboratorio del CIRAD-CP (Centro Internacional de Investigaciones y Desarrollo de la Agricultura, División de Cultivos Perennes). Montpellier, Francia. Guatemala.

Norales, R. (2000). Evaluación de cuatro sistemas de pica en la producción de látex de dos clones de hule (*Hevea brasiliensis*muell), en la estación de fomento agrícola Navajoa, municipio de Morales Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 43 pág.

Ovalle, C.A. (1975), Manual del cultivo de Hule Hevea en Guatemala, Dirección General de servicios agrícolas, DIGESA.103p.

Palencia J, C. (2000). Manual general del cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de investigaciones Agronómicas.

Ponce, M. (2007). Uso del etileno gaseoso como estimulante en la pica ascendente en el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae) y su efecto en la producción de hule seco por árbol en finca Santa Rita Pantaleón, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 105 pág.

Régil, P. (2002). Evaluación agroeconómica de veinticuatro clones de hule (*Hevea brasiliensis*) en la finca Guanacaste, municipio de Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. División de ciencia y tecnología.

Salam, A. (1992). La fisiología de la producción y Explotación del Cultivo de Hule Hevea. Mazatenango, Guatemala 35p.

Santizo, T. (2011). Evaluación agronómica de tres intensidades de estimulación con Etephon (ácido dicloroetilfosfónico) en el cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*) clon PB 255, en la Finca Santa Ana Mixpiyá, municipio de San Miguel Panám, departamento de Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 66 pág.

Tello, G. (1993). Evaluación de 4 concentraciones de ácido 2-cloroetil fosfónico en cuatro intensidades de pica, sobre la producción de hule (*Hevea brasiliensis*). Tesis Ing. Agr. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.

Vega S, J. (1985). Evaluación de diferentes dosis de etephon (ácido 2 cloroetilfosfónico) sobre la maduración del fruto del cafeto y su efecto sobre la caída de la hoja y mancha del grano. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 7 p.

Velásquez B, C. (2007). Determinación de la producción, contenido de hule seco, diagnóstico de látex y plasticidad en 25 clones de Hevea Brasiliensis (Euphorbiaceae) en Finca Santa Ana, Mixpiyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 69 p.

## XI. ANEXOS

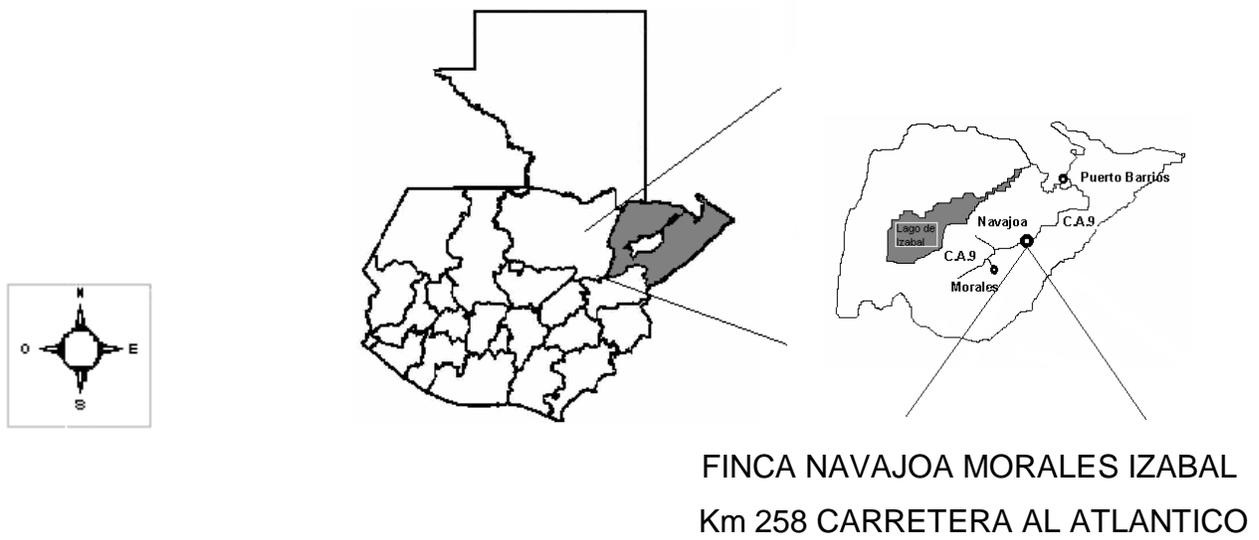


Figura 2. Localización del área de investigación.



Figura 3. Aplicación de Estimulante



Figura 4. Área experimental

Cuadro 18. Kilogramos de hule húmedo por tratamiento.

<b>BLOQUE/REP</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
ROJO	20.43	41.51	32.40	30.75
AMARILLO	34.54	38.40	43.99	38.46
CELESTE	34.66	43.40	40.90	41.72
VERDE	29.60	35.34	36.81	38.29
BLANCO	34.35	36.58	45.20	37.91

Cuadro 19. Kilogramos de hule seco por tratamiento.

<b>BLOQUE/REP</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
ROJO	10.215	20.755	16.200	15.375
AMARILLO	17.270	19.200	21.995	19.230
CELESTE	17.330	21.700	20.452	20.860
VERDE	14.800	17.670	18.405	19.145
BLANCO	17.175	18.290	22.600	18.955

Los datos que se obtuvieron fueron:

Cuadro 20. Kilogramos de hule seco por árbol.

<b>BLOQUE/REP</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
ROJO	1.28	2.59	2.03	1.92
AMARILLO	2.16	2.4	2.75	2.4
CELESTE	2.17	2.71	2.56	2.61
VERDE	1.85	2.21	2.3	2.39
BLANCO	2.15	2.29	2.83	2.37

Cuadro 21. Porcentajes de cansancio fisiológico.

<b>BLOQUE/REP</b>	I	II	III	IV
ROJO	0	0	0	0
AMARILLO	0	0	0	0
CELESTE	12.5	0	0	0
VERDE	12.5	0	0	12.5
BLANCO	12.5	12.5	0	0

