

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

UTILIZACIÓN DE LA PICA ASCENDENTE EN OCTAVO DE ESPIRAL CON
ETHEPHON GEL, EN HULE CLON RRIM 600; EL ASINTAL, RETALHULEU
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

LUIS HAROLDO MIDENCE PAZ
CARNET 21116-06

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

UTILIZACIÓN DE LA PICA ASCENDENTE EN OCTAVO DE ESPIRAL CON
ETHEPHON GEL, EN HULE CLON RRIM 600; EL ASINTAL, RETALHULEU
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR
LUIS HAROLDO MIDENCE PAZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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. RAUL ESTUARDO HIDALGO PAZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ERICK FERNANDO MARTÍNEZ GÓNZALEZ

INGRA. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante LUIS HAROLDO MIDENCE PAZ, Carnet 21116-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06145-2014 de fecha 5 de diciembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**UTILIZACIÓN DE LA PICA ASCENDENTE EN OCTAVO DE ESPIRAL CON
ETHEPHON GEL, EN HULE CLON RRIM 600; EL ASINTAL, RETALHULEU**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 16 días del mes de enero del año 2015.


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



Guatemala, 20 de enero de 2015

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 Luis Haroldo Midence Paz, carné 21116-06 titulado **“Utilización de la pica ascendente en octavo de espiral con ethephon gel, en hule clon RRIM 600; el Asintal, Retalhuleu”**.

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

Atentamente,


Ing. Agr. Raul Hidalgo Paz
Colegiado no. 1289
Cod. URL 10685

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

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

Ing. Raúl Estuardo Hidalgo Paz, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Lic. Esdras Ottoniel Arreaga Paz, por su apoyo en esta etapa de mi carrera universitaria.

DEDICATORIAS

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: Norman Midence y Verena de Midence Paz a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi Esposa: Vivian Regina Martínez Campos que la amo mucho, por su fidelidad, por su paciencia y por su amor incondicional.

Mi hija: Renata Sofia Midence Martínez que la amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Abuelos, hermanos, tíos, primos, sobrinos y cuñadas, que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
RESUMEN	i
SUMARY	ii
I.INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
2.1 Revisión de literatura	2
2.1.1 El cultivo del Hule	2
2.1.2 Historia y origen	2
2.1.3 Clasificación Taxonómica	3
2.1.4 Condiciones agroecológicas para el cultivo del hule	3
2.1.5 Explotación del cultivo de Hule	4
2.1.6 Sistemas de explotación o trabajos de pica	5
2.1.7 Pica descendente	5
2.1.8 Pica de baja intensidad y empleo de estimulante	5
2.1.9 Frecuencia de pica y número de picas por año	6
2.1.10 Pica ascendente o inversa	7
2.1.11 Consideraciones técnicas para el empleo de la pica inversa	7
2.1.12 Pasos para abrir panel en pica inversa	8
2.1.13 Estimulación	9
2.1.14 Estimulación utilizando gel	10
2.1.15 Metodología	11
2.1.16 Aplicación de ethephon	14
2.1.17 Características del clon RRIM 600	15
2.1.18 El contenido de hule seco (DRC)	17
2.2 Localización	18
2.3 Descripción de la actividad de la empresa	18
2.3.1 Gerencia general	18
2.3.2 Gerencia de producción	19
2.3.3 Gerencia de finca	19
2.3.4 Administración general	19
2.3.5 Mayordomo	19
2.3.6 Caporal	19
2.3.7 Personal de campo	20
2.3.8 Organigrama de Finca Santa Margarita	20
III. JUSTIFICACIÓN	21
IV. OBJETIVOS	22

4.1 General	22
4.2 Específicos	22
V. PLAN DE TRABAJO	23
5.1 Descripción del área de trabajo específica	23
5.2 Programa a desarrollar	23
5.2.1 Inducción	24
5.2.2 Picas ascendente	24
5.2.3 Recolección y análisis de datos	25
5.2.4 Presentación de resultados	25
5.2.5 Apoyo en las actividades de la empresa	25
5.3 Cronograma	25
5.4 Metas propuestas	27
VI. VARIABLES DE ESTUDIO	28
6.1 Método experimental	29
6.2 Factor a estudiar	29
6.3 Descripción de los tratamientos	29
6.4 Modelo estad	29
6.4.1 Análisis de la información	30
6.4.2 Distribución de la información	30
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
7.1 Rendimiento de coagulo de taza húmedo (Chipa húmeda)	32
7.2 Rendimiento en kilogramos de hule seco	35
7.3 Incidencia de corte seco	37
7.4 Análisis económico	39
VIII. LECCIONES APRENDIDAS	42
IX. CONCLUSIONES	43
X. RECOMENDACIONES	45
XI. BIBLIOGRAFÍA	46
XII. ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Cronograma de sistematización de la práctica profesional año 2013	26
Cuadro 2 Descripción de tratamientos	29
Cuadro 3 Rendimiento en kilogramos de coagulo de taza húmedo (chipa)	31
Cuadro 4 Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos de coagulo de taza	32
Cuadro 5 Prueba de Tukey para el rendimiento en kilogramos del coagulo de taza	32
Cuadro 6 Kilogramos de hule seco	34
Cuadro 7 Análisis de varianzas en la producción de hule seco	35
Cuadro 8 Prueba de Tukey para la varianza kilogramos de hule seco	35
Cuadro 9 Incidencia de corte seco en paneles de pica	37
Cuadro 10 Análisis de varianza para la incidencia de corte seco en paneles de pica	37
Cuadro 11 Costos por tratamientos durante los meses de junio - noviembre año 2013	39
Cuadro 12 Ingresos por tratamientos durante los meses de junio - noviembre año 2013	39
Cuadro 13 Ingresos y egresos por tratamiento durante los meses de junio – noviembre	40
Cuadro 14 Descripción de los tratamientos a evaluar para la producción de hule	47
Cuadro 15 -DRC- junio	49
Cuadro 16 -DRC- julio	50
Cuadro 17 -DRC- agosto	51
Cuadro 18 -DRC- septiembre	52
Cuadro 19 -DRC- octubre	53
Cuadro 20 -DRC- noviembre	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama general de la Finca Santa Margarita	20
Figura 2 Distribución del tiempo sistematización de la práctica	26
Figura 3 Análisis grafico de la producción de cada uno de los tratamientos	33
Figura 4 Kilogramos de hule seco	36
Figura 5 Incidencia de corte seco en paneles de pica	38
Figura 6 Plano del sector experimental "Tacan" -GPS-	48
Figura 7 Trazo en la plantación de hule RRIM 600	55
Figura 8 Marcada de ángulo de un cuarto de espiral en la plantación experimental	55
Figura 9 Marcada de ángulo de un octavo de espiral en la plantación experimental	56
Figura 10 Apertura de inversa en la plantación experimental	56

UTILIZACIÓN DE LA PICA ASCENDENTE EN OCTAVO DE ESPIRAL CON ETHEPHON GEL, EN HULE CLON RRIM 600; EL ASINTAL RETALHULEU.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el rendimiento en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*, Muell), utilizando pica ascendente en octavo de espiral con tres concentraciones diferentes de ethephon gel, en el clon RRIM 600, para mejorar la producción de látex y reducir la frecuencia de pica en una plantación de 21 años de edad. Los productos y dosis evaluadas fueron ethephón gel al 2.5%, 5% y 7.5%, diluido en agua, donde se agregó 25 cc de Limonoy® por 3,785 cc de mezcla. La investigación se realizó en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, considerando como variables de respuesta: rendimiento de chipa húmeda, Kg. de hule seco –DRC-, incidencia de corte seco, costos de producción. Los mejores resultados se obtuvieron donde se aplicó 5 % ethephón gel en 1/4 de espiral, con un rendimiento de 573.14 Kg., de chipa húmeda y 278.09 Kg. de hule seco/ hectárea, se obtuvo una relación beneficio/costo 4:1. El clon RRIM 600, debido a su sensibilidad a la estimulación demostró que no por utilizar dosificaciones mayores a 5%, se obtendrá mayor producción de látex. La sistematización de la práctica permitió realizar también actividades como el trazo y marcación del panel de pica, marcación de ángulo de corte de pica, apertura y equipado de panel de pica, preparación, pica de árboles y aplicación de estimulantes, colecta y pesado de coágulos de taza (chipa).

USING THE UPWARD SPIRAL PICA IN EIGHTH WITH ETHEPHON GEL IN RUBBER CLONE RRIM 600; EL ASINTAL RETALHULEU.

ABSTRACT

The objective was to determine the yield in the cultivation of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell) using pica eighth ascending spiral with three different concentrations of ethephon gel in clone RRIM 600, to improve production and reduce latex frequency of pica in a plantation of 21 years old. The products and doses tested were ethephon gel 2.5%, 5% and 7.5%, diluted in water, where 25 ml of Limonoy® added by mixing 3,785cc. The research was conducted at Finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu. The experimental design was randomized blocks with four treatments and five replications, taking as response variables: performance chipa wet, dry rubber Kg -DRC-, incidence of dry cutting production costs. The best results are obtained where 5% ethephon was applied at 1/4 spiral gel, with a yield of 573.14 kg chipa wet and dry 278.09 Kg / hectare rubber a benefit / cost ratio was obtained 4:1. Clone RRIM 600, due to their sensitivity to stimulation showed there to use higher dosages to 5%, higher output will be obtained latex. The systematization of practice also allowed activities such as stroke and dial panel pica, marking cutting angle of pica, opening and equipped panel pica, preparation, pica tree, and application of stimulants, collection and heavy clots cup (chipa).

I. INTRODUCCIÓN

El hule (*H. brasiliensis*) es un cultivo de importancia en Guatemala debido a las divisas que genera por su exportación y la generación de fuentes de trabajo. Cabe destacar que esta especie es originaria de Sur América, en 1950 surgió dentro de los programas de diversificación como una opción más para captar divisas y mejorar la economía del país. Hasta 1999 existían 503 fincas, que totalizan 40,826 hectáreas plantadas de Hevea constituidas por una población de 15.763,114 árboles, de los cuales 7.441,000 están en explotación y 7.881,384 en crecimiento lo cual indica la importancia de generar o mantener el empleo en el campo, proveer de hule natural a la industria que lo demanda. (Ovalle, 1975).

Este documento desde el punto de vista, agrícola y principalmente como generador de información da a conocer la experiencia obtenida a través de la Sistematización de la Práctica Profesional, realizada en la Finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu, la cual entre otras actividades se dedica a la producción y comercialización del cultivo de hule.

Durante la etapa de práctica se evaluó el rendimiento del sistema de pica ascendente en $\frac{1}{8}$ de espiral mediante tres concentraciones de ethephón gel, se tuvo como testigo el sistema $\frac{1}{4}$ de espiral en pica ascendente, considerando como unidad de investigación una plantación de hule monoclonal RRIM 600, de 21 años de edad. Los resultados obtenidos permitieron determinar que los mejores rendimientos de hule seco por hectárea se obtienen aplicando ethephón gel al 5%, en $\frac{1}{4}$ de espiral, en pica ascendente, sin embargo en cuanto a rentabilidad es el sistema de pica en $\frac{1}{8}$ de espiral aplicando ethephón gel a 2.5% de concentración en pica ascendente el más rentable.

Entre otras actividades realizadas se mencionan: trazo y marcación de panel de pica, marcación de ángulo de corte de pica, apertura y equipado de panel de pica, pica de árboles, preparación y aplicación de estimulantes, colecta y pesado de coágulos de taza húmeda (chipa).

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 El cultivo del hule

El género *Hevea* originario de Sudamérica cuenta con nueve especies de las cuales *Hevea brasiliensis*, Muel, Arg, es el que se explota de forma industrial. El hule natural se introdujo a Guatemala en 1940 por iniciativa del departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. El apoyo del gobierno guatemalteco logró prosperar de manera dinámica la siembra del hule natural. El apoyo por créditos a largo plazo y algunos incentivos fiscales motivaron su desarrollo entre 1960 y 1979 (Regil, 2002).

El género *Hevea* es originario de América del Sur y pertenece al orden *Euphorbiales* y a la familia *Euphorbiaceae*, cuenta con nueve especies de las cuales es *Hevea brasiliensis*, es la que se explota de forma industrial, con una baja participación de *Hevea benthamiana* como fuente de resistencia al tizón de la hoja causado por *Microcyclus ulei*, L. (Regil, 2002).

El hule es un árbol mediano con alturas que oscilan entre 10 y 20 metros, las ramas son robustas y con mucho jugo lechoso, las hojas son pequeñas de color verde oscuro en la parte superior y verde claro en la parte inferior, las flores también son pequeñas de color amarillo claro, los frutos son grandes y presentan lóbulos los que normalmente se dividen en tres bayas (Regil, 2002).

El *Hevea* crece en climas tropicales, preferentemente en suelos ácidos, bien drenados. Los árboles se empiezan a explotar alrededor de 6 a 7 años después de plantados, aún cuando su máximo rendimiento lo logran después del décimo año (Regil, 2002).

2.1.2 Historia y origen

El hule natural proviene del látex del árbol de hule (*H. brasiliensis*) originario de la cuenca del río Tapajos, cerca de la confluencia en el río Amazonas (Ovalle, 1975). Durante largo tiempo Brasil hizo todo lo posible por evitar que una sola semilla del árbol de hule saliera de su territorio. En 1875, después de varias tentativas

infructuosas, un inglés logró sacar gran cantidad de semilla, las cuales fueron sembradas en invernaderos en Londres. Estas semillas fueron llevadas con el objetivo de desarrollar plantaciones en Ceilán, donde prosperaron y esto señaló el comienzo de los bosques de hule en el oriente, Ceilán, Malasia Indochina y otras regiones de esa parte del mundo (Ovalle, 1975).

2.1.3 Clasificación taxonómica

Según Palencia (2000), la taxonomía del cultivo del hule es la siguiente:

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Rosidae
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	Hevea
Especie	<i>Hevea brasiliensis</i>

Existen un sin número de especies, siendo las más representativas: *Hevea benthamiana*, *Hevea camporum*, *Hevea guianensis*, *Hevea microphylla*, *Hevea nítida*, *Hevea pauciflora*, *Hevea rigidifolia*, *Hevea spruceana*, *Hevea viridis* (Cronquist, 1961).

2.1.4 Condiciones agroecológicas para el cultivo del hule

Según Gremhule (2000), su rango latitudinal está comprendido entre +10° N y -10° S. El rango latitudinal de Guatemala se sitúa entre +13° y +18° N.

Según Gremhule (2000), en la franja de la costa sur por debajo de los 180 metros sobre el nivel del mar la precipitación pluvial es baja lo que representa condiciones adversas para su desarrollo y producción. Altitudes sobre los 760 metros conlleva

condiciones de elevada humedad relativa y menor luminosidad lo que implica mayores problemas con las enfermedades principalmente del panel de pica.

Según Gremhule (2000), la temperatura requerida por el cultivo del *Hevea* está comprendida entre los 22 y 32 °C, así también un rango de lluvias entre 1800 a 3000 mm anuales es el adecuado; siendo ideal una buena distribución en la mayor parte del año, sin períodos secos prolongados. En general lluvias anuales menores de 1800 mm ya son limitantes. Aproximadamente se aceptan un total de 2190 horas anuales (6 horas luz diarias), como un parámetro aceptable para el desarrollo del cultivo. Se adapta mejor a suelos profundos de 1.5 metros como mínimo, de preferencia con una capa de materia orgánica gruesa, fértiles y una textura franco a franco arcillosa de buen drenaje, libre de capas impermeables o de rocas cimentadas y con pH entre 4.5 y 5.5.

2.1.5 La explotación del cultivo del hule

Según Salam (1992), define la explotación del el cultivo del hule como la forma en que el hombre obtiene el látex producido por la planta, ésta extracción se realiza a través de un conjunto de técnicas debidamente armonizadas, llamadas pica o sangría.

La explotación está determinada por factores constantes y variables, tales como:

- a) Factores constantes: clon, suelo, en cierto punto las condiciones ecológicas, las cuales no pueden ser manejadas.
- b) Factores variables: técnicas de pica, estimulación y estado del panel, los cuales son susceptibles a ser manejados.

La corteza del *Hevea* es una fábrica de látex extraordinariamente eficiente, está formada por una red de vasos, “El tejido laticífero” situado en el liber, la corteza blanda del árbol (bajo la corteza externa dura). Allí se efectúa también, en los tubos cribosos, el transporte de la savia elaborada que alimenta los distintos tejidos con sacarosa, producto de la fotosíntesis (Jacob, 1997).

La pica se lleva a cabo de una a tres veces por semana durante todo el año y a lo largo de unos treinta años, la cual consiste en seccionar el tejido laticífero mediante una incisión en la corteza blanda utilizando una cuchilla o gubia.

Esta incisión suele ser de forma espiralada e inclinada de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, bajo cierta presión de turgencia (de 10 a 15 atmósferas) dentro de la corteza del hevea, no tardan en salir unas gotas de látex del corte de pica, que caen a lo largo de la incisión (Gremhule, 2000).

2.1.6 Sistemas de explotación o trabajos de pica

La labor de pica es la más importante en una plantación de hule, ya que a través de la misma se extrae el producto que se comercializa. Además de la labor de pica depende el rendimiento y la vida económica de una plantación.

La extracción del látex, se realiza a través de un conjunto de técnicas debidamente armonizadas que caracterizan a un sistema de explotación determinado.

El objetivo de un sistema de explotación es obtener una buena y duradera rentabilidad del cultivo, alcanzando un equilibrio entre las exigencias de los árboles y los factores económicos y sociales del mismo (Compagnon, 1998).

2.1.7 Pica descendente

Es el sistema convencional que se ha utilizado por años para explotar las plantaciones de hule Hevea, consiste en una pica del fuste del árbol de arriba hacia abajo, y de izquierda a derecha, con un ángulo de 32°, en media espiral, que regularmente se inicia a una altura de 1.50 m., a partir del cuello de la raíz denominada en la nomenclatura internacional como 1/2 S, d/2↓, (1/2 espiral a cada 2 días descendentes) (Gremhule, 2000).

2.1.8 Pica de baja intensidad y empleo de estimulante

El sistema de explotación en nuestro medio se había caracterizado por su frecuencia de pica a cada dos días, la cual posibilita la utilización de la plena capacidad de los árboles, pero el consumo de mano de obra, insumos vinculados a la explotación y de corteza es alto, con lo cual se acorta el período de vida productiva de los árboles. Para contrarrestar esto se ha hecho necesaria la adopción de nuevos sistemas de explotación adaptados para cada clon y edad de la plantación. Además hay que tomar en cuenta que los diferentes componentes de nuestra economía hacen que la disponibilidad de mano de obra y el nivel de salarios hagan antieconómica la pica de frecuencia intensa como la realizada cada dos días (Gremhule, 2000).

Esta situación ha llevado a la inclusión de nuevos sistemas que incluyan el uso de estimulantes de la producción, con el objeto de compensar la producción haciendo menos picas en un mismo período de tiempo (cada 3, 4 ó 5 días). Estos sistemas de pica de baja intensidad tienen la ventaja de disminuir la utilización de mano de obra, reducir el consumo de corteza y de insumos implicados en la producción, mejorando la rentabilidad del cultivo (Gremhule, 2000).

2.1.9 Frecuencia de pica y número de picas por año

La frecuencia de pica durante el inicio de la explotación está de acuerdo a los clones y a la disponibilidad de mano de obra. Con suficiente mano de obra todos los clones pueden ser abiertos y picados a una frecuencia a cada 2 días, excepto para clones de alta producción y susceptibles a corte seco, los cuales son picados a cada 3, 4, 5, 6, o 7 días desde el inicio de la explotación (Gremhule, 2000).

La práctica de la pica a lo largo de todo un año implica la necesidad de definir los intervalos entre picas sucesivas. Para ello, se distingue:

- La frecuencia teórica, que corresponde al intervalo entre dos picas consecutivas, suponiendo que la pica es continua. Esta se representa por una fracción : $d/2$,

d/3, d/4, d/5, d/6 o d/7, en la cual el número indica los días que separan dos picas, respectivamente 2, 3, 4 días.

- En la práctica, la frecuencia teórica se encuentra modificada por el descanso semanal. En este caso, se añade una precisión sobre la periodicidad del ritmo; ejemplo: d/2, 6d/7 (pica cada 2 días, 6 de cada 7 días con 1 día de descanso por semana) (Compagnon, 1998).

Otros factores que se consideran en la ejecución de la pica son: la profundidad, que debe de estar a 1.5 milímetros del cámbium, evitando dañar este; inclinación del ángulo de corte, debe ser de 45°, con el fin de cortar la mayor cantidad de vasos laticíferos, pues éstos corren dentro de la corteza en una espiral desde la base hasta la parte alta del tallo en un ángulo hacia la derecha de 28 a 32 grados, el consumo de corteza, que debe ser uniforme en grosor a lo largo del corte, éste varía según los sistemas entre 1 y 2 milímetros y el horario de inicio de pica, pues en las primeras horas del día la presión de turgencia es más alta (Duval, 1990).

2.1.10 Pica ascendente o inversa

Este sistema se utiliza a partir del año 11 de pica, se realiza en la parte superior del árbol, a 1.20 m de altura hacia arriba; debido a la cantidad de laticíferos más productivos que se encuentran en esta área los cortes de pica se realizan a un ángulo de 45 grados y el corte es usualmente la mitad de lo que se usa en la pica descendente, con estimulación con ethephón gel se utiliza $\frac{1}{4}$ espiral y con la estimulación gaseosa se utiliza $\frac{1}{8}$ espiral (Gremhule, 2000).

2.1.11 Consideraciones técnicas para el empleo de la pica inversa

Existen otras consideraciones técnicas que hacen necesario el uso de este sistema, los cuales se describen a continuación (Gremhule, 2000).

- Paneles deteriorados: Este sistema de pica es especialmente indicado para aquellos árboles a los que por razones de un mal trabajo o por afecciones de enfermedades,

se les ha destruido el panel bajo, al extremo de no ser posible ya trabajarlos en el sistema tradicional.

- Paneles Secos: Existe el caso de plantaciones en las cuales el porcentaje de corte seco en los árboles es muy elevado a la altura que se pican normalmente y se debe buscar la manera de explotarlos con los mejores resultados posibles en una parte alta del tallo, lo más alejado posible de la zona que presenta este problema.
- Regeneración Deficiente del Panel: Este es un caso muy frecuente en nuestro país; se presenta en aquellas plantaciones en las cuales se ha consumido las caras A y B del panel descendente.

2.1.12 Pasos para abrir panel en pica inversa

De acuerdo a la gremial de huleros de Guatemala (2000), los pasos para abrir el panel en pica inversa son los siguientes:

- Identificar la zona a picar: Esta debe ser sobre corteza virgen, arriba del penúltimo panel bajo inicial, que se explotó en la pica descendente.
- Medir el cuarto de espiral: Se toma como guía la mitad que ya se ha delimitado con la línea de tope en el panel bajo original, dividiendo su longitud en dos secciones, obteniendo $\frac{1}{4}$ de panel; en el caso del uso de estimulación gaseosa se utiliza $\frac{1}{8}$ de panel para la pica, por la cantidad de látex que se obtiene a través de este sistema.
- Trazo y apertura del panel: Medido y marcado el cuarto de espiral, se marcan las líneas de tope a 50 centímetros hacia arriba. Luego en la parte inferior se realiza el trazo del panel con una banderola de 45 grados de inclinación y a continuación se abre el panel con su respectivo canal de escurrimiento.

La pica bajo este sistema se hace en forma ascendente, empujando la cuchilla y efectuando el corte de derecha a izquierda; el látex tiende a correr adherido al corte en su mayor parte y lo que tiende a derramarse es recibido por el canal inferior que lo conduce a la taza (Gremhule, 2000).

Al término de un año de pica, se efectúa el cambio de panel, este se abre al lado izquierdo y se traslada el equipo de pica a su nueva posición y en igual forma en los otros años hasta completar 4. Al iniciar el quinto año de pica, el panel se abre arriba del primer año de consumo de este sistema dejando unos 2 centímetros de corteza para formar el canal inferior de recolección (Gremhule, 2000).

Después de 8 años de pica inversa se puede regresar al panel bajo que tenga corteza renovada con 8 milímetros de espesor (Gremhule, 2000).

Las razones para el balanceo anual de paneles en la pica inversa por la altura a la que se trabaja son: mejor utilización del tallo al reducir el ancho del panel a un cuarto de espiral, control en el consumo anual de corteza y evitar un distanciamiento excesivo entre el corte y la espita. Utilizando estimulación gaseosa hay un aprovechamiento aún mejor de la corteza, ya que como se mencionó anteriormente se utiliza solo un octavo de panel ($\frac{1}{8}$ espiral) (Gremhule, 2000).

2.1.13 La estimulación

La estimulación del hule es el tratamiento aplicado a un árbol, para un sistema de pica dado (largo del corte e intensidad de pica) tiene por objeto aprovechar el potencial genético de la producción de látex, el combinar los sistemas de pica y de estimulación conduce a definir un sistema de explotación (Regil, 2002).

El uso de estimulantes en el cultivo del hule se remonta a principios del siglo XX; en Malasia en el año 1902 casualmente se descubrió que la costumbre de raspar la parte exterior de la corteza debajo del canal de pica aumentaba sustancialmente la producción de látex (Regil, 2002).

En los años 30 se llevaron a cabo experimentos de raspado de corteza con aplicación de nitrato de sodio, ceniza y estiércol, empezándose a llevar record de los incrementos de producción (Regil, 2002).

Investigaciones sobre la naturaleza de los agentes estimulantes empezaron con experimentos utilizando aceites minerales y vegetales, aplicados a la corteza livianamente raspada (Regil, 2002).

Posteriormente salieron al mercado productos como 2,4,D y 2,4,5,T siendo utilizados en experimentos llevados a cabo por el RRIM, encontrándose efectivos para la estimulación en hule (Regil, 2002).

En 1968 se demostró que el etileno era muy efectivo para la estimulación del látex en hule, usando el ácido-2-cloro etil fosfónico, conocido como ethephón, que se descompone por hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal (Regil, 2002).

2.1.14 Estimulación utilizando gel

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 (Alemán, 2000).

Esto se logra mediante la aplicación de sustancias químicas en el área de corte de pica para hacerlas intervenir en los procesos físicos químicos de la producción de látex. El ethephón (ácido -2- cloro etil fosfónico) es la materia activa que induce la liberación de etileno en el sistema laticífero y que a su vez causa el efecto estimulante en el árbol (Alemán, 2000).

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. En caso de picas a cada tres días esto conlleva a una reducción del 33% de la mano de obra empleada en la explotación, y en picas a cada cuatro días un 50%, comparado con el sistema tradicional de pica a cada dos días y por consiguiente a una reducción en el costo de producción. (Alemán, 2000).

Otras de las ventajas de la estimulación son: la reducción en el consumo de corteza por el menor número de picas que se practican a cada árbol, la prolongación de la vida útil del árbol, menor número de árboles con corte seco, menor incidencia y severidad de enfermedades del panel de pica por mayor tiempo de cicatrización del corte y por lo tanto reducción en los gastos de control fitosanitario, mejor manejo del panel de pica y del aprovechamiento de la pica intensiva. (Palencia, 2000).

2.1.15 Metodología

Existe toda una metodología de la estimulación que siguiendo las recomendaciones del CIRAD-CP (Centro Internacional de Investigaciones y Desarrollo de la Agricultura, División de Cultivos Perennes, Francia) 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, métodos, 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 (Palencia, 2000).

a) El clon, metabolismo y las reservas de azúcar

En Guatemala se cultivan clones de hule. Un clon es una planta reproducida en forma asexual, en este caso mediante la injertación. 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 mayormente 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, el cual nos indica conjuntamente con el metabolismo la intensidad de estimulación que soporta un clon determinado. El azúcar es la materia prima de la cual el árbol de Hevea elabora el látex, de ahí su importancia como reserva. (Gremhule, 2000).

En Guatemala el clon más cultivado es el RRIM 600 que tiene un metabolismo medio y en nuestro país se considera que posee un nivel medio de reservas de azúcar, actualmente se están introduciendo nuevos clones con diferentes tipos de metabolismo y reservas de azúcar. (Gremhule, 2000).

b) Intensidad de estimulación

La intensidad de estimulación se basa en el metabolismo de los clones y la reserva de azúcares que posean (Gremhule, 2000).

- b.1) A medida que es más rápido el metabolismo se debe disminuir la estimulación.
- b.2) A medida que es menor la reserva de azúcares se debe disminuir la estimulación.

La intensidad de estimulación debe ser:

- Baja, para clones de metabolismo medio y bajas reservas de azúcares o para clones de metabolismo rápido y reservas medianas de azúcares.
- 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 2metabolismo alto y reservas altas de azúcares.

- 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 (Gremhule, 2000).

b.3) Estimulación y disminución de la frecuencia de pica

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. La estimulación implica una reducción de la frecuencia de pica de $\frac{1}{2} S$, d/2 (cada dos días), a una frecuencia menor de pica a cada 3, 4 y 5 días y combinaciones de las mismas, según sea el sistema de explotación elegido (Gremhule, 2000).

b.4) Número de estimulaciones por año

El número de estimulaciones por año va íntimamente relacionado con el metabolismo de los clones (clasificados en rápido, medio o lento), las reservas de azúcar y la frecuencia de pica. En función del clon y de la edad de los árboles, está el número de estimulaciones por año que se recomiendan para cada caso particular (Gremhule, 2000).

b.5) Época de aplicación

Debe haber suficiente humedad en el suelo y humedad relativa, por lo que se recomienda estimular solo durante la estación lluviosa. Las primeras estimulaciones en la época lluviosa pueden iniciarse cuando se hayan acumulado 100 mm de lluvia. En caso de que se suspendan las lluvias debe suspenderse el programa de estimulación y reiniciarse al obtener lluvias constantes (Gremhule, 2000).

En la costa sur se recomienda aplicar estimulante durante la temporada lluviosa, tiempo durante el cual se cuenta con suficiente humedad en el suelo para estimular. Debido a las diferencias altitudinales que se determinan diferentes distribuciones y cantidad de lluvia por año, la época de aplicación se sugiere diferenciarla en tres zonas (Gremhule, 2000).

- Zona baja (menos de 250 msnm): por espacio de 6 meses; comprendidos de mayo a octubre.
- Zona media (de 250 - 500 msnm): por espacio de 7 meses; comprendidos de abril a octubre.
- Zona alta (más de 500 msnm): por espacio de 8 meses; comprendidos de abril a noviembre.

En cualquiera que sea la zona, no se recomienda aplicar mezcla estimulante un mes antes de la defoliación de los árboles, durante esta y en periodos secos prolongados, el intervalo entre dos estimulaciones es muy importante para evitar sobre explotación de los árboles, lo cual induce un cansancio fisiológico en estos, disminución del flujo de látex e incluso la sequedad de los mismos. El intervalo mínimo entre dos aplicaciones de mezcla estimulante depende del metabolismo medio en frecuencia de pica $d/3$ el tiempo mínimo entre dos estimulaciones es de 40 días, durante los primeros 4 años y de 30 días del quinto año en adelante. En general nunca se debe aplicar estimulante en el mismo árbol con un intervalo menor de 20 días (Gremhule, 2000).

2.1.16 Aplicación de ethephón

Mejía (1993), indicó que la estimulación del hule *Hevea*, es el tratamiento aplicado a un árbol del 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 Látex® 10 SL, Optilux® 10.4 SL, Hoja Verde® 10 SL) ó indirectamente por aplicación de diversos productos minerales u orgánicos é incluso por traumatismo físico.

Desde principios de siglo, se han aplicado tratamientos diversos, desde métodos empíricos, pasando por inyección a los árboles con sustancias como sulfato de cobre, ácido bórico ó el 2-4 D amina. A partir de 1965, la utilización de productos generadores de etileno empezó a dar buenos resultados, en la actualidad el ethephón, producto generador de etileno y acelerador del metabolismo celular, es de uso común en los grandes países huleros (Ovalle, 1975).

El ácido 2-Chloro-ethyl-fosfónico, cuyo nombre más común es ethephón, es el estimulante que se ha generalizado en las plantaciones de hule del mundo. Es un producto bien conocido y que ha demostrado su inocuidad frente a los tejidos del árbol siempre y cuando su aplicación se efectúe en condiciones controladas y por experimentación (Mejía, 1993).

2.1.17 Características del producto utilizado:

- Optilux® 10.4 SL
- Grupo Químico: Fosfónico
- Ingrediente Activo: Ethephón
- Concentración: 10. 4%
- Formulación: Concentrado Soluble (SL)
- Clasificación Toxicológica: IV
- Banda Toxicológica: Verde

Optilux® 10.4 SL debe ser diluido al 2.5%, para ello utilice agua limpia o bien aceite de palma; el cual previamente tiene que ser calentado hasta que alcance completamente el estado líquido. Por cada litro de producto comercial agregue 3 litros de agua o de aceite, con el cual obtendrá la concentración deseada. Agite bien antes de aplicar. Se

pueden realizar 2- 6 aplicaciones al año, dependiendo de las condiciones del cultivo y de clima que exista localmente (Vadeagro, 2013).

Mecanismo de acción: Mantiene abiertos los conductos laticíferos por más tiempo, por lo que el goteo del látex en los árboles de hule se prolonga por más tiempo y la frecuencia de picas es más amplia entre cada pica (Vadeagro, 2013).

Modo de empleo de equipo terrestre: Optilux® 10.4 SL, deberá ser aplicado en una banda de corteza ligera raspada debajo del corte de pica. Una brocha de cerdas corrientes es el instrumento ideal para su aplicación (Vadeagro, 2013).

2.1.18 Características del clon RRIM 600

Según Mejía (1993), este clon es el producto del cruce de Tjir 1 X PB 86; originario de Malasia. Se comenzó a propagar a gran escala en Guatemala, como consecuencia de reportes que los situaba como buen productor en Malasia (arriba de 4,000 quintales por caballería por año en ensayos a escala moderada).

A. Aspectos generales

- Altura: 300 a 675 metros sobre nivel del mar.
- Precipitación: 3000 a 4500 mm
- Tipo de Suelo: franco, franco-arcilloso

B. Aspectos clónales

- Edad pica: 7 años
- Sistema de explotación: S2, S4 D2, D3, D4, D5.
- Producción en Kilogramos de hule seco: 1600 a 1780
- Disminución de la producción en época seca: 30 %
- Densidad: 495 árboles / ha.
- Susceptibilidad al estrés en época seca: baja

C. Aspectos morfológicos

Sensibilidad a enfermedades del panel:

a. Mancha mohosa (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)	alta
b. Raya negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)	alta
c. Necrosis de corteza (enfermedad fisiológica)	media
d. Corte seco (brown bast)	baja

Sensibilidad a enfermedades del follaje:

a. Enfermedad sudamericana (<i>Microcyclus ulei</i>)	alta
b. Antracnosis (<i>Colletotrichum gloesporoides</i>)	media
c. Ojo de pájaro (<i>Helminthosporium heveae</i>)	media
d. Oidium (<i>Oidium heveae</i>)	nulo

Sensibilidad a enfermedades del tallo y ramas:

a. Muerte regresiva (<i>Glomerella cingulata.</i>)	baja
b. Mal rosado (<i>Corticium salmonicolor</i>)	media
c. Parche gangrenoso (<i>Pythium sp.</i>)	media
d. Deslechamiento zonal (<i>Ustilina deusta</i>)	medio

D. Otros aspectos

➤ Textura del tallo:	lisa
➤ Verticalidad del tallo:	inclinado
➤ Sensibilidad al viento:	susceptible
➤ Regeneración de la corteza:	buena

2.1.19 El contenido de hule seco (DRC)

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 coagulo.

El DRC del látex varía según el origen clonal, la edad de los cultivos, condiciones climáticas, ciclo vegetativo y modalidades de pica (intensidad de pica y estimulación) El contenido de hule seco en la fracción decimal de la composición química del látex, oscila entre 30 - 40% factor muy relacionado con la estación del año, durante la estación lluviosa este tiende a ser menor, presentando un mayor contenido de agua y en época seca este tiende a ser mayor con un menor contenido de agua por lo que estos tienen una relación inversamente proporcional (Regil, 2000).

2.2 LOCALIZACIÓN

La sistematización de la práctica profesional se realizó en finca Santa Margarita, la cual se encuentra ubicada en el municipio de El Asintal, del departamento de Retalhuleu, a 190 Km. de la ciudad capital, 5 Km., de la cabecera municipal y a 12 Km de la cabecera departamental (Woley, 1999).

La ubicación altitudinal de la unidad de práctica es de 540 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas con respecto al meridiano de Greenwich son: 14° 36' 36" latitud norte y 91° 42' 12" longitud oeste. Los registros de temperatura para el área registran 24 °C mínima y 28 °C máxima, con una temperatura media anual de 26 °C, la precipitación media anual es de 4800 mm, de acuerdo a las características bioclimática está ubicada en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido bh-S(C) (Woley, 1999).

Los suelos de finca Santa Margarita se caracterizan por ser suelos arcilloso. Según Simons (1959), pertenecen a la serie Ixtán arcillosos, dentro del Subgrupo "B" suelos profundos de 0.70 a 0.90 metros, desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro, en relieve suave, productivos y bien drenados. Los suelos se clasifican dentro de la clase agrológica II y III. La textura predominante en los horizontes superiores es la franco-arcillosa y en los inferiores arcilla. La extensión de la finca es de 245 hectáreas que son aprovechados para diversos cultivos.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Finca Santa Margarita se dedica a la explotación de cultivos, entre estos hule natural (*H. brasiliensis*), café (*Coffea arabica*, L), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L), como también a la producción de madera. La organización de la empresa está constituida por varios departamentos, los cuales se detallan a continuación.

2.3.1 Gerencia general

Es la encargada de realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos. Planea y desarrolla metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales y entregar las proyecciones de dichas metas para la aprobación de los gerentes corporativos. Además Coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los registros y sus análisis se estén ejecutando correctamente.

2.3.2 Gerencia de producción

Planifica, organiza, dirige y Controla los recursos humanos, materiales, financieros y de Información que posee la organización, para lograr de manera efectiva y eficiente, el cumplimiento de las tareas y responsabilidades propias de su organización. Además coordinar con la Gerencia general el desarrollo nuevas proyecciones en las áreas de siembras, renovaciones, fabricación, montaje e ingeniería de diseño, para alcanzar las metas de la planificación estratégica.

2.3.3 Gerencia de finca

Planifica, organiza, dirige, controla, decide y evalúa, de acuerdo a los recursos que le son facilitados para organizar y operar el negocio agrícola y de esta manera satisface los objetivos planteados.

2.3.4 Administración general

Resuelve problemas y toma decisiones sobre qué y cuanto se quiere hacer, cómo se va a hacer, ver que se haga y cómo se ha realizado, informando de todas sus actividades. Además garantiza que todas las funciones de la empresa se cumplan, delegando, organizando y dirigiendo las actividades.

2.3.5 Mayordomo

Garantiza y dirige los trabajos ordenados por el administrador general, buscando el buen rendimiento y que las actividades se hagan de manera correcta

2.3.6 Caporal

Persona que tiene a cargo el mando del personal de campo, su función principal es la productividad del trabajo de los mismos.

2.3.7 Personal de campo

Peones encargado de realizar diferentes trabajos como siembra, arado, cuidado de la alimentación del ganado, cosecha de los diferentes tipos de plantaciones y cuidado de los mismos.

2.3.8 Organigrama de Finca Santa Margarita

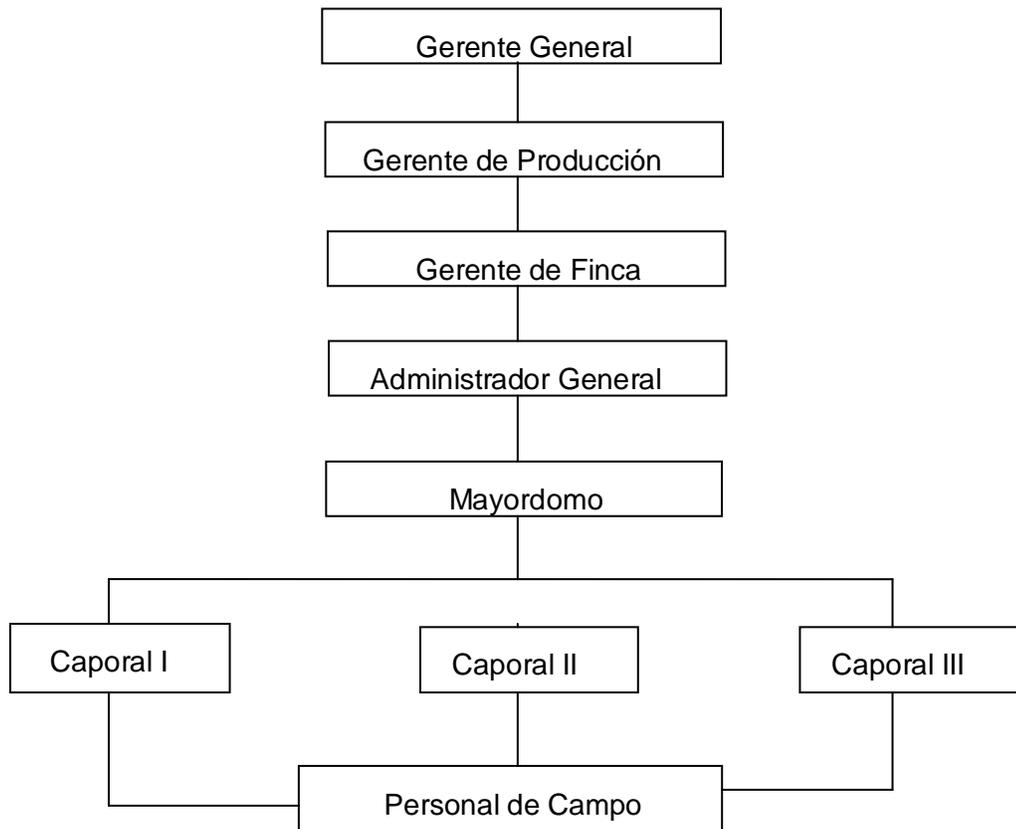


Figura 1. Organigrama de finca Santa Margarita (Mángales, 2014).

III. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del hule (*H. brasiliensis*) como consecuencia de la explotación continua ve afectada su vida productiva, especialmente por la incidencia de enfermedades y las heridas provocadas por efecto de la pica; por lo que hay que buscar alternativas técnicas que ayuden a minimizar estos daños, pero que también prolonguen la vida productiva de las plantaciones y que expresen su potencial genético de producción, esto motivó a plantear como una alternativa lógica el explotar una menor área, aprovechando el potencial de producción de la corteza virgen y las bondades del clon RRIM 600 por lo que se evaluaron tres diferentes concentraciones de ethephón en consistencia gel como estimulante para prolongar el tiempo de goteo en pica de paneles ascendentes realizando la pica en un octavo de espiral.

Se considera que la estimulación mediante la aplicación del ethephón en forma de gel, como tratamiento químico y aplicado al panel de pica del árbol de hule, para un largo de corte e intensidad de pica definido, aumente el período de flujo de látex, debido a que este producto conduce a una producción de etileno en los tejidos de la corteza, lo que permite mantener abiertos por un mayor tiempo los vasos laticíferos, razón por la que se utilizó ethephón ya que es un producto bien conocido y que ha demostrado su inocuidad frente a los tejidos del árbol siempre y cuando su aplicación se efectúe en condiciones controladas.

La evaluación de tres concentraciones es debido a que existía confusión por los efectos que esta podía tener, por lo que se aplicaron concentraciones de 2.5, 5.0, y 7.5% a una dosis de 0.25 g por árbol.

Por lo que en esta investigación se comparó el rendimiento del sistema de pica ascendente de un octavo de espiral mediante tres concentraciones de estimulación, teniendo como testigo el sistema de pica en un cuarto de espiral práctica común de pica en la finca Santa Margarita de El Asintal, Retalhuleu, considerando como unidad de investigación una plantación de hule del clon RRIM 600 de 21 años de edad.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Participar durante la Sistematización de la Práctica Profesional Supervisada, en las distintas actividades agronómicas en Finca Santa Margarita, con énfasis en la determinación del rendimiento en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), clon RRIM 600, realizando pica ascendente en octavo de espiral con tres concentraciones de Ethephón gel .

4.2 ESPECÍFICOS

Determinar el contenido de hule seco, por efecto de tres concentraciones de ethephón gel aplicado al panel de pica bajo los sistemas de explotación de un cuarto y un octavo de espiral en el clon RRIM 600.

Determinar la incidencia de corte seco, por efecto de tres concentraciones de ethephón gel aplicados al panel de pica bajo los sistemas de explotación de un cuarto y un octavo de espiral en el clon RRIM 600.

Comparar los rendimientos de producción de hule seco, obtenidos por efecto de tres concentraciones de ethephón gel aplicado al panel de pica bajo los sistemas de explotación de un cuarto y un octavo de espiral en el clon RRIM 600.

Determinar el índice de rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados.

V. PLAN DE TRABAJO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La finca Santa Margarita pertenece a la empresa Mángales S. A., esta empresa se dedica a la producción de hule (*H. brasiliensis*), café (*Coffea arabica*, L), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L), como también a la comercialización de madera. Siendo el cultivo de hule el más importante, lo cual motivó al desarrollo de esta investigación durante el periodo de la sistematización de la práctica profesional.

La plantación donde se realizó la evaluación se ubica en el sector El Tacán, plantación monoclonal conformada por el clon RRIM 600, sembrada hace 21 años y 13 años de explotación, con distanciamientos de siembra entre surcos de 7.00 m y entre plantas 3.00 m, con una densidad de siembra de 476 plantas por hectárea. De esta plantación se marcaron 600 árboles en los cuales se realizó la evaluación. Luego de realizadas las labores de pica y esperar el tiempo de goteo, para obtener el hule sólido a partir del látex, se coagulo en la taza, para ello, se aplicaron 5 cc ácido fórmico a una concentración del 5% dentro de la taza conteniendo látex y se procedió a agitar, hasta lograr hacer espuma, indicativo de que se inicia el proceso de coagulación.

5.2 PROGRAMA A DESARROLLAR

La sistematización de la práctica profesional, le permitió al autor interactuar con actividades de los diferentes sistemas de producción que se tienen en finca Santa Margarita, la intervención fue para coordinar y proponer actividades que ayudaran a solucionar parte de la problemática detectada en el diagnóstico, cada una de estas actividades siguió un plan establecido en el cronograma de trabajo para la ejecución de las misma en el tiempo y espacio, dentro de la planificación y como una necesidad percibida dentro del proceso productivo de la empresa, se planteó el poder evaluar el efecto del estimulante ethephón en formulación gel bajo las concentraciones del 2.5%, 5% y 7.5%, en una longitud de corte de $\frac{1}{8}$ de espiral, comparándolo con el tradicional $\frac{1}{4}$ S, utilizado de forma común para la explotación del panel en forma inversa o ascendente

5.2.1 Inducción

Se presentó al administrador de la finca las actividades que se desarrollaron de manera programada en orden cronológico para la autorización correspondiente.

5.2.2 Picas ascendentes

En el área autorizada para el estudio, se explotaron los árboles bajo un sistema de pica de forma ascendente con cortes de un octavo y un cuarto de espiral, aplicando en ellos tres diferentes concentraciones de estimulante ethephón gel en concentraciones al 2.5%, 5% y 7.5%.

Para obtener las concentraciones que se utilizaron en el estudio, se partió del producto comercial que viene a una concentración del 10%, esta fue tomada como la solución madre, Obteniéndose a partir de la ecuación $V_1C_1 = V_2C_2$, la cantidad de solvente (agua) a agregar para obtener una nueva solución con la concentración especificada, el volumen de mezcla que se preparó fué de 1.0 litro (1000 ml) para cada una de las concentraciones, a las mezclas preparadas se les agregó el producto comercial orgánico Limonoy® en dosis de 6.5 cc por litro de mezcla, quien actuó como adherente, dispersante y penetrante.

La aplicación de las diferentes concentraciones de ethephón gel se inició luego de registrarse una precipitación de más de 100 ml, la aplicación se realizó con el auxilio de un cepillo dental, el cual previo a una prueba de calibración, se procedió a aplicar en paneles de un cuarto de espiral de longitud, 1 cc de mezcla, esta dosis está definida aplicarla en finca Santa Margarita en plantaciones de más de once años de pica, esta fué utilizada como comparador (testigo).

En los paneles con cortes de un octavo de espiral, en cada uno de los tratamientos y para cada una de las repeticiones se aplicó una dosis de 0.5 cc de ethephón gel, el procedimiento consistió en mojar el cepillo en la solución, luego se deslizó de arriba hacia abajo a lo largo del corte de pica, esta aplicación se hizo en las primeras horas del día ya que el manual de uso del producto especifica que su penetración tarda 4 horas, por lo que durante ese periodo no debe haber lluvias para que no lave el producto.

La pica se realizó 72 horas después de aplicado el estimulante. Debido a que al aplicar el estimulante el tiempo de goteo se prolonga, fue necesario dar una hora más de espera, para proceder a la coagulación.

5.2.3 Recolección y análisis de datos

Se llevaron registros de la producción de coágulos de taza (chipas), expresados en kilogramos, esta toma de datos se realizó cada cuatro días, debido a que esta es la frecuencia de recolección de la producción en la finca, esto para cada uno de los sistemas y cada una de las concentraciones, durante el periodo mayo a octubre del año 2013.

Los registros se llevaron en tablas elaboradas para el efecto, para cada uno de los tratamientos y para cada una de sus repeticiones. Los datos acumulados fueron tabulados y analizados al final del estudio, a nivel de campo el estudio se llevó a cabo con el modelo de un diseño experimental de bloques al azar, con los resultados obtenidos se realizó el análisis de varianza y prueba múltiple de medias para aquellos que mostraron significancia estadística, resultados que fueron analizados y discutidos en este documento.

A continuación se presenta una matriz con el listado de actividades realizadas durante la sistematización de la práctica profesional.

5.2.4 Presentación de resultados

Los resultados obtenidos se presentaron al personal administrativo de la finca en un documento físico y digital, en él se explica cómo se llevó a cabo la evaluación, el comportamiento de cada uno de los tratamientos, las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

5.2.5 Apoyo en las actividades de la empresa

Adicional al aporte investigativo y práctico en beneficio del mejor rendimiento para la producción de hule, se participó en actividades varias como: supervisión del corte de caña de azúcar, control de pesa de látex y chipa y control de la producción de madera.

5.3 CRONOGRAMA

En la figura siguiente se muestra la forma de cómo se distribuyó el tiempo para el apoyo de las diferentes actividades programadas durante la etapa de sistematización de la práctica profesional en finca Santa Margarita.

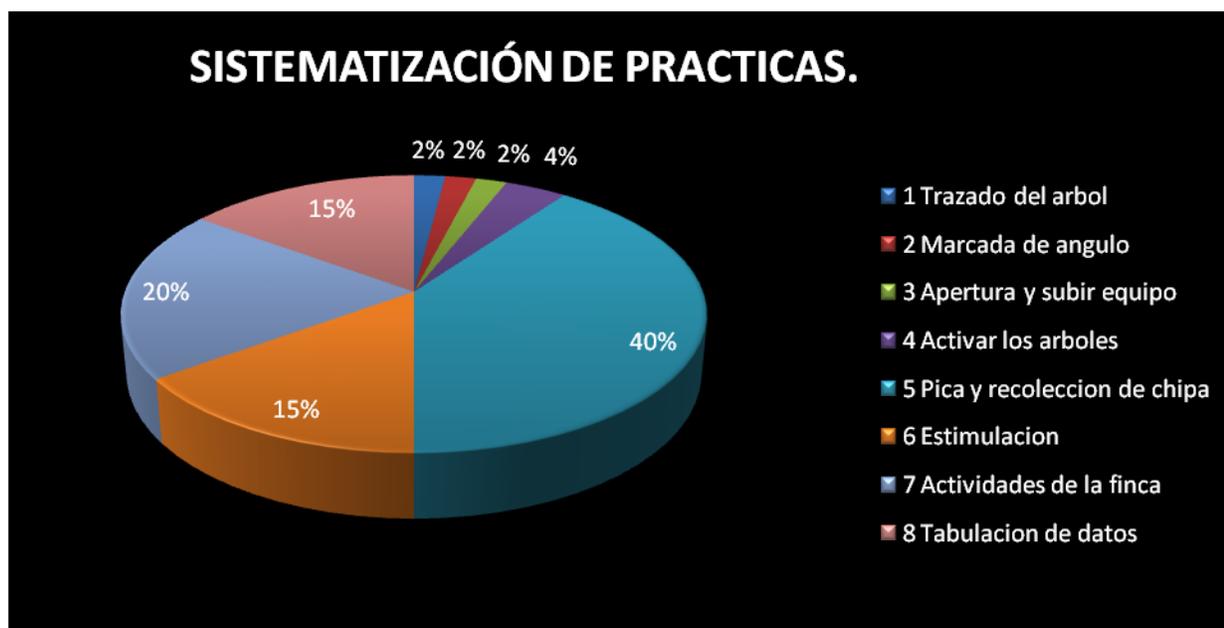


Figura 2. Distribución del tiempo para cada una de las actividades programadas durante la sistematización de la práctica profesional (Autor, 2013).

Cuadro 3. Cronograma de sistematización de la práctica profesional supervisada año 2013.

Actividades/semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Trazado del árbol	X																							
Marcada de ángulo	X																							
Apertura y subir Equipo	X																							
Activar los árboles	X	X																						
Pica y recolección de chipa.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estimulación				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Actividades de la finca	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Tabulación de datos																		X	X	X	X	X	X	X

(Autor, 2013).

5.4 METAS PROPUESTAS

- Generar información válida para implementar, nuevos sistemas de explotación y conocer el efecto de diferentes concentraciones de ethephón gel sobre el rendimiento de hule seco en el clon RRIM 600.
- Aplicar a nivel de campo los conocimientos adquiridos en la formación académica universitaria mediante el desarrollo de actividades para cumplir con los propósitos de la sistematización de la práctica profesional.
- Comparar los diferentes rendimientos de la producción de hule seco por el efecto de las tres diferentes concentraciones de ethephón gel aplicado al panel de pica bajo el sistema de explotación de un cuarto y un octavo de espiral en pica ascendente, en el clon RRRIM 600.
- Determinar la relación beneficio-costos de cada uno de los sistemas de estimulación con ethephón gel, para la toma de decisiones en la implementación de un nuevo sistema de explotación en el clon RRIM 600.
- Realizar recomendaciones técnicas, para la explotación del cultivo de hule, clon RRIM 600, para la finca Santa Margarita, con el objetivo de maximizar los sistemas de explotación y mejorar la productividad de la empresa.

VI. VARIABLES DE ESTUDIO

a) Rendimiento de coágulo de taza húmedo (chipa húmeda)

A cada cuatro días después de la pica y de acuerdo al procedimiento establecido en la finca, se colectó la producción de cada uno de los tratamientos y repeticiones, se procedió a pesar en el campo el total de coágulos de taza (chipas) de cada una de las repeticiones, el peso se reportó en kilogramos de hule húmedo, esto de mayo a octubre del 2013.

b) Rendimiento en kilogramos de hule seco

Para establecer los rendimientos en kilogramos de hule seco para cada uno de los tratamientos, fue necesario llevar muestras de cada una de las repeticiones de los distintos tratamientos al laboratorio de análisis de propiedades físicas y químicas del hule natural de la empresa Mángales S. A., la determinación se realizó para las muestras acumuladas cada mes, para cada uno de los sistemas de explotación y cada una de las concentraciones evaluadas.

c) Incidencia de corte seco

Se determinó la presencia de corte seco en las diferentes parcelas haciendo monitoreos a cada mes contando el número de árboles enfermos y llevando el acumulado en porcentaje. Para determinar el rango tolerable de incidencia se aplicó la siguiente formula (Regil, 2000).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{No de árboles sanos} - \text{No de árboles con corte seco}}{\text{No de árboles con corte seco}} \times 100$$

d) Costo

Consistió en determinar el costo por cada tratamiento comparado, en quetzales.

6.1 Método experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

6.2 Factor a estudiar

El factor a estudiar fue el efecto de las concentraciones 2.5%, 5% y 7.5% de estimulante Ethephón gel, aplicado en paneles de árboles de hule bajo el sistema de explotación ascendente en un octavo de espiral.

6.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron cuatro concentraciones de Ethephón gel incluyendo el testigo, aplicados al panel de pica ascendente, en un sistema de pica de un octavo de espiral ascendente, comparándolo con el tradicional sistema de explotación de un cuarto de espiral ascendente bajo efectos del estimulante ethephón. Esta evaluación se realizó en paneles de árboles de hule del clon RRIM 600, la descripción se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Descripción de Tratamientos

Tratamiento	Niveles del factor		
	Concentración	Sistema de explotación	Nomenclatura internacional
1	5.0% ethephón	¼ espiral ascendente	¼ S, D/4 ↑ 7d/7, Et 5.0%, 6Y
2	2.5% ethephón	⅛ espiral ascendente	⅛ S, D/4 ↑ 7d/7, Et 2.5%, 6Y
3	5.0% ethephón	⅛ espiral ascendente	⅛ S, D/4 ↑ 7d/7, Et 5.0%, 6Y
4	7.5% ethephón	⅛ espiral ascendente	⅛ S, D/4 ↑ 7d/7, Et 7.5%, 6Y

(Autor, 2013).

6.4 Modelo estadístico

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

Donde:

Y_{ij} = Es la variable de respuesta, rendimiento de hule seco expresado en kg/ha.

μ = Es la media general común del diseño experimental

T_i = Efecto de la i -ésima concentración de ethephón gel utilizada como estimulante en el panel de pica.

β_j = Efecto de la j -ésima repetición.

ϵ_{ij} = Error asociado a la j -ésima unidad experimental.

6.4.1 Análisis de la Información

El análisis estadístico de la información se realizó por medio del paquete de diseños experimentales de la Universidad de Nuevo León México versión 2.5. Para cada una de las variables se realizó análisis de varianza, para todos aquellos que mostraron diferencia estadística significativa, se realizó la respectiva prueba múltiple de medias, utilizando el comparador Tukey a un $\alpha = 0.05$

.El análisis económico se realizó mediante el registro de los costos de inversión realizado en cada uno de los tratamientos y respectivas repeticiones, de igual manera se llevó un control de los ingresos generados por concepto de venta de coágulo de taza (chipa). Para determinar la valoración de la inversión se utilizó el índice de rentabilidad (R), el cual permitió medir el valor actualizado de los cobros generados, por cada unidad monetaria invertida en cada uno de los tratamientos. Analíticamente se calculó dividiendo el valor actualizado de los flujos de caja de la inversión por el desembolso inicial.

6.4.2 Distribución de los tratamientos

Para facilitar el manejo del experimento a nivel de campo, se realizó un croquis de la distribución y la identificación de cada uno de los tratamientos, las unidades experimentales fueron identificadas con un color las cuales comprendían 30 árboles, la distribución se muestra en la siguiente figura:



Figura 3. Croquis de campo que muestra la distribución de las repeticiones y los tratamientos a nivel de campo (Autor, 2013).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizan y discuten los resultados obtenidos a partir del estudio experimental sobre la aplicación de las concentraciones 2.5%, 5.0% y 7.5% de ethephón gel en los sistemas de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral, comparándolo con el tradicional $\frac{1}{4}$ de espiral que es utilizado en la finca, la evaluación se llevó a cabo durante la temporada de lluvias comprendida de junio a noviembre del año 2013, para efectos estadísticos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar.

7.1 Rendimiento de coágulo de taza húmedo (chipa húmeda)

La recopilación de los datos se realizó de junio a noviembre del año 2013, se colectaban los coágulos de taza de cada repetición y se procedió a pesar, esto se realizaba a cada cuatro días después de la pica y de acuerdo al procedimiento establecido en la finca, las producciones se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Rendimiento en kilogramos de coágulo de taza húmedo (chipa) por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	R- I	R- II	R- III	R- IV	R - V	X̄
1) 5% Ethephón en 1/4 de espiral (T)	512.38	486.67	658.09	604.76	603.81	573.14
2) 5% Ethephón en 1/8 de espiral	328.57	346.67	408.57	330.48	353.33	353.52
3) 7.5% Ethephón en 1/8 de, espiral	309.52	340	400	338.1	347.61	347.04
4) 2.5% Ethephón en 1/8 de espiral	339.05	330.48	370.47	360	368.57	353.71

(Autor, 2013).

Los rendimiento de coágulos de taza húmedo (chipa), presentados en el cuadro anterior y de acuerdo a sus valores medios de rendimiento, podemos ver que la aplicación de ethephón gel a concentración del 5.0% en $\frac{1}{4}$ espiral tienen la mayor diferencia comparándolo con los otros tratamientos, al comparar los tratamientos de ethephón gel pero para un corte en $\frac{1}{8}$ de espiral se muestra muy similar, por lo que se

procedió a realizar un análisis de medias para determinar si existe diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza, para el rendimiento en kilogramos de coagulo de taza (chipa), por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 0.05
Tratamiento	3	184483.25	61494.417969	73.1315	0.000*
Bloque	4	20104.75	5026.1875000	5.9773	0.007
Error	12	10090.50	840.8750000	----	----
Total	19	214678.50	-----	----	----

(Autor, 2013). C. V. = 7.12 %, Datos confiables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza encontramos que existe diferencia estadística significativa en la producción de coagulo de taza húmedo (chipa), por lo que es necesario determinar que concentración de ethephón gel es la que permite obtener esta diferencia, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para el rendimiento en kilogramos de coagulo de taza (chipa), por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel.

Tratamiento	Rendimiento medio	
1) 5% ethephón, $\frac{1}{4}$ de espiral(T)	573.14	A
4) 2.5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de espiral	353.71	B
2) 5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de, espiral	353.52	B
3)7.5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de espiral	347.04	B

(Autor, 2013). $\alpha = 0.05$, comparador Tukey = 54.46

La prueba de Tukey, con un $\alpha = 0.05$, nos permite agrupar a los tratamientos, en dos literales, mostrándonos que la mayor producción de coagulo de taza está determinado por la longitud del corte de pica, razón por la que en el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ de espiral en pica ascendente y estimulando el panel a una concentración de ethephón gel al 5% nos permite obtener los mayores rendimientos. En la longitud de corte de $\frac{1}{8}$ de espiral en panel ascendente y estimulando a concentraciones tanto al 2.5%, 5.0% y 7.5%, obtenemos producciones muy similares por lo que la producción no incrementa por la concentración que utilicemos pues su respuesta es similar al compararla en este estudio, por lo que el mínimo de ingrediente activo de ethephón, requerido para obtener una respuesta razonable depende de la frecuencia con la que se aplique. Por lo que no obtenemos ningún beneficio aumentando el ingrediente activo de ethephón fuera del nivel mínimo (2.5%) ya que no resulta en un aumento de la producción de coagulo de taza.

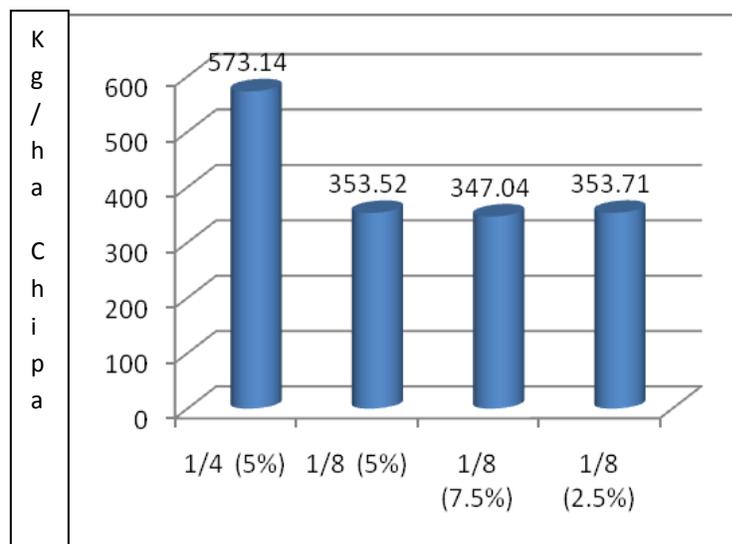


Figura 4. Análisis gráfico de la producción de cada uno de los tratamientos, para ver las diferencias en promedio del rendimiento de coagulo de taza húmedo (Autor, 2013).

Analizando el comportamiento de las barras de la figura 4 nos permite deducir que en la pica en $\frac{1}{8}$ de espiral, el incremento de la concentración de ethephón gel no tiene una relación directamente proporcional, pues los mejores rendimientos se obtienen a la menor concentración (ethephón 2.5%), y que al incrementar la concentración los

rendimientos decrecen, por lo que se debe tener cuidado en el manejo de la concentración del ingrediente activo para no afectar la fisiología de la producción.

7.2 Rendimiento en kilogramos de hule Seco

Otra variable estudiada fue el rendimiento de kilogramos de hule seco obtenido en cada uno de los tratamientos, los datos se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Kilogramos de hule seco obtenidos por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	R - I	R - II	R - III	R - IV	R - V	\bar{X}
1) 5% ethephón en $\frac{1}{4}$ de espiral (T)	280.95	272.38	283.81	318.10	235.23	278.09
2) 5% ethephón en $\frac{1}{8}$ de espiral	196.19	176.19	176.19	190.48	192.38	186.28
3) 7.5% ethephón en $\frac{1}{8}$ de, espiral	162.86	171.43	141.905	150.48	157.14	156.76
4) 2.5% ethephón en $\frac{1}{8}$ de espiral	206.67	180.95	170.476	168.57	185.71	182.47

(Autor, 2013).

En el cuadro ocho se muestran los valores de hule seco expresado en kilogramos, los promedios de producción nos muestran que es el tratamiento donde se aplicó ethephón gel a una concentración al 5.0% bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ de espiral en pica ascendente y utilizado como testigo el que permitió obtener los mejores rendimientos de hule seco, las medias de producción de los tratamientos a concentraciones de 2.5%, 5.0% y 7.5%, bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral en pica ascendente, nos permite obtener resultados muy similares y la diferencia de producción entre ellos no es tan marcada si lo comparamos con el sistema utilizado como testigo.

Para determinar si existe diferencia estadística significativa se procedió a realizar el análisis de varianza, por lo que los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Análisis de varianza en la producción de hule seco obtenido por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f
Tratamiento	3	42300.875	14100.291992	40.4095	0.000 *
Bloque	4	1127.8125	281.953125	0.8079	0.545 ns
Error	12	4187.6875	348.973969	----	----
Total	19	47616.375	-----	----	----

(Autor, 2013) C. V. = 9.30 %

El análisis de varianza para la variable kilogramos de hule seco, muestra que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que es necesario hacer una prueba múltiple de medias para determinar que tratamiento es el mejor.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para la variable kilogramos de hule seco obtenidos por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	Promedio	Literal
1) 5% ethephón, $\frac{1}{4}$ de espiral (T)	278.09	A
2) 5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de espiral	186.28	B
4) 2.5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de, espiral	182.47	B
5) 7.5% ethephón, $\frac{1}{8}$ de espiral	156.76	B

(Autor, 2013) $\alpha = 0.05$, comparador Tukey = 35.0882

La prueba de Tukey agrupa a los tratamientos en 2 literales, por lo que podemos ver que el mejor tratamiento fue el tratamiento testigo (5% de Ethephón con pica a $\frac{1}{4}$ de espiral), mientras que los tratamientos a concentraciones del 2.5%, 5.0% y 7.5%,

tienen producciones similares de kilogramos de hule seco, por lo que nuevamente se demuestra que es la longitud de corte el que permite obtener un mayor rendimiento debido al área de corte drenada de los vasos laticíferos, al comparar cortes similares ($\frac{1}{8}$ de espiral) y concentraciones de ethephón (2.5%, 5.0%, y 7.5%) no existe diferencia significativa entre ellos por lo que es mejor utilizar la menor concentración como estimulante de la producción debido al costo que esta representa.

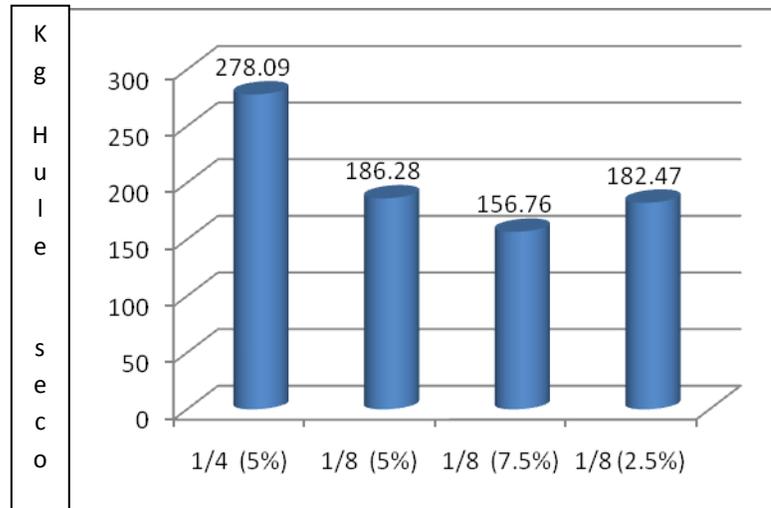


Figura 5. Kilogramos de hule seco obtenidos por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu (Autor, 2013).

El comportamiento de las barras de la gráfica anterior nos muestra que los tratamientos sometidos al sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral a diferentes concentraciones de ethephón tienen una producción muy similar de hule seco, y la concentración que utilizemos va a estimular la producción pero no vamos a tener significancia en su uso, por lo que es el la longitud de corte la que nos permite incrementar la producción.

7.3 Incidencia de Corte Seco

Esta variable demuestra los efectos colaterales que tiene la concentración que se utilice para estimular la producción de hule natural al ser aplicado al panel de pica, se

determinó cómo la incidencia de corte seco que se encontró al final del estudio en los diferentes tratamientos.

Cuadro 11. Incidencia de Corte Seco en paneles de pica por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	R - I	R - II	R - III	R - IV	R - V	\bar{X}
1) 5% ethephón $\frac{1}{4}$ de espiral(T)	1.00	1.41	1.41	1.73	1.41	1.392
2) 5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	1.00	1.41	1.41	1.41	1.73	1.392
3) 7.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de, espiral	1.41	1.41	1.41	1.73	2.0	1.592
4) 2.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.410

(Autor, 2013)

Al analizar la incidencia de corte seco podemos ver que es la concentración de 7.5% de ethephón, la que presenta la mayor incidencia, siendo esta la mayor concentración. La concentración al 5% tanto para un corte en $\frac{1}{8}$ como de $\frac{1}{8}$ de espiral tienen el mismo comportamiento, para determinar si existe diferencia estadística significativa se realizó el análisis de varianza.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la Incidencia de Corte Seco en paneles de pica por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f
Tratamiento	3	0.1973	0.0657	2.78500	0.080 ns
Bloque	4	0.6825	0.1706	7.45700	0.003 ns
Error	12	0.2745	0.0228	----	----
Total	19	1.1544	-----	----	----

(Autor, 2013)

C. V. 10.61%

El análisis de varianza demostró que no existe significancia entre tratamientos, por lo que no se realizó prueba de medias, por lo que todas las concentraciones evaluadas permiten tener el mismo comportamiento de corte seco, los resultados demuestran que todos los tratamientos permiten que se tenga este efecto en el panel de pica.

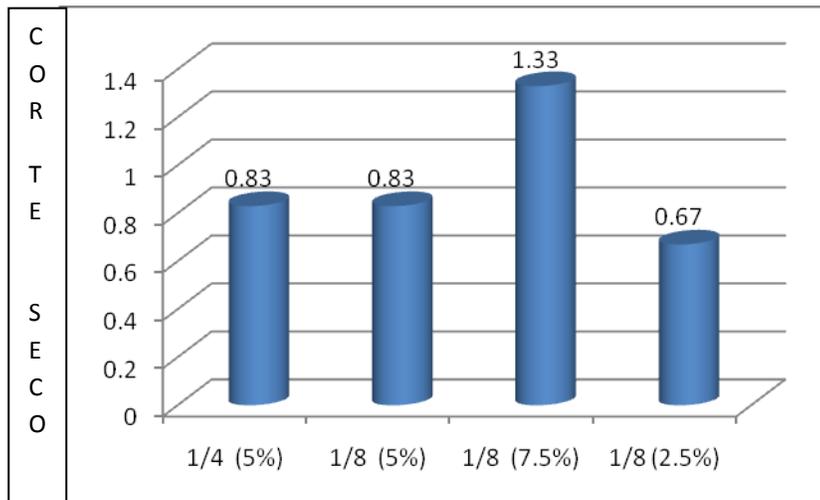


Figura 6. Incidencia de Corte Seco en paneles de pica por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu (Autor, 2013).

En la figura anterior se puede notar fácilmente que la menor incidencia se presenta en el tratamiento de 2.5% de Ethephón en $\frac{1}{8}$ de espiral y la mayor incidencia la presenta cuando se aplica la concentración de 7.5% en pica a $\frac{1}{8}$ de espiral, como se indicó anteriormente.

7.4 Análisis económico

El análisis económico se llevó a cabo contabilizando todos los materiales, insumos, mano de obra y todo lo utilizado para la ejecución de cada uno de los tratamientos, por lo que se analizó a cada uno por separado, presentando inicialmente un resumen de lo que representó económicamente la inversión por tratamiento, los datos representan en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Costos por Tratamiento durante los meses de junio a noviembre 2013, por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	Costo total (Insumos + mano de obra)
1) 5% ethephón $\frac{1}{4}$ de espiral(T)	Q 2,362.65
2) 5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 2,362.65
3) 7.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de, espiral	Q 3,543.95
4) 2.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 1,181.30

(Autor, 2013).

En el cuadro anterior podemos ver que el mayor costo lo representó el manejo del sistema de explotación de pica en $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente y aplicando ethephón a una concentración de 7.5%, mientras el tratamiento más económico es él que se manejó bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente aplicando ethephón a una concentración del 2.5%.

Cuadro 14. Ingresos por Tratamiento durante los meses de junio a noviembre, por efecto de la aplicación de tres concentraciones de ethephón gel, en paneles de pica ascendente bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{8}$ de espiral en árboles de hule, clon RRIM 600, en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	Ingresos
1) 5.0% ethephón $\frac{1}{4}$ de espiral(T)	Q 12,285.90
2) 5.0% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 8,229.87
3) 7.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 6,925.55
4) 2.5% ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 8,061.57

(Autor, 2013).

El tratamiento a una concentración del 5% de ethephón gel bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{4}$ de espiral en pica ascendente es el que generó el mayor ingreso, mientras que el tratamiento de $\frac{1}{8}$ de espiral en pica ascendente a concentración del 7.5% fue el que menor ingreso generó, por lo que la generación de ingresos no se logra incrementar al aplicar al panel de pica una mayor concentración de ethephón.

Cuadro 15. Ingresos y egresos por tratamiento durante los meses de junio a noviembre, en la comparación de tres concentraciones de ethephón gel, y un comparador relativo en Hule, El Asintal, Retalhuleu.

Tratamiento	Ingresos	Costos	Índice “R”
1) 5% Ethephón $\frac{1}{4}$ de espiral(T)	Q 12,285.90	Q 2,362.65	4.20005
2) 5% Ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 8,229.87	Q 2,362.65	2.48332
3) 7.5% Ethephón $\frac{1}{8}$ de, espiral	Q 6,925.55	Q 3,543.95	0.95419
4) 2.5% Ethephón $\frac{1}{8}$ de espiral	Q 8,061.57	Q 1,181.30	5.82432

(Autor, 2013).

El índice de rentabilidad cuando es mayor a uno, nos indica que los tratamientos son rentables, por lo que al aplicar ethephón a 2.5% de concentración bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente nos permitió que por cada Quetzal que se invirtió para este sistema de explotación se recuperaron Q 4.82, siguiéndole en rentabilidad el tratamiento utilizado como testigo y que es común practicarlo en finca Santa Margarita, explotación del panel de pica en $\frac{1}{4}$ de espiral ascendente y estimulado con ethephón a una concentración de 5%, este sistema permitió que por cada Quetzal invertido se tuviera Q 3.20 recuperados.

Mientras que el tratamiento bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral en pica ascendente y estimulado con ethephón gel a una concentración de 7.5% tienen un índice de rentabilidad menor a 1, por lo que no es rentable, por lo que la valoración de inversión no debe efectuarse.

VIII. LECCIONES APRENDIDAS

La respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de Ethephón gel permite obtener rendimientos diferentes.

La experimentación agrícola y el uso de herramientas adecuadas como el caso de los diseños experimentales nos permiten analizar de manera científica el comportamiento de los resultados y a tener conclusiones y recomendaciones adecuadas.

La dosis de ethephón gel no es lo que determina el incremento de la producción, lo que se logra con ella es mantener por más tiempo abierto los vasos laticíferos del sistema interno del árbol.

El incremento de la concentración en el uso de ethephón gel como estimulante tiene relación con el incremento de corte seco en los paneles de pica.

El análisis económico desde el punto de vista del índice de inversión nos permite determinar si una nueva técnica de manejo o explotación por la valoración de inversión que esta muestra debe o no efectuarse.

IX. CONCLUSIONES

El sistema de explotación en $\frac{1}{4}$ de espiral en pica ascendente y estimulando el panel a una concentración de ethephón gel al 5% nos permite obtener los mayores rendimientos de coagulo de taza húmedo.

La longitud de corte de $\frac{1}{8}$ de espiral en panel ascendente y estimulando a concentraciones tanto al 2.5%, 5.0% y 7.5%, nos permite obtener producciones muy similares por lo que la producción no incrementa por la concentración de Ethephón gel que se utilice.

Los resultados obtenidos demuestran que el mínimo de ingrediente activo de Ethephón, requerido para obtener una respuesta razonable depende de la frecuencia con la que se aplique. Por lo que no obtenemos ningún beneficio aumentando la concentración fuera del nivel mínimo ya que no resulta en un aumento de la producción de coagulo de taza.

El mejor rendimiento en kilogramos de hule seco se obtuvo en el tratamiento testigo (5% de ethephón gel, con pica ascendente en $\frac{1}{4}$ de espiral), mientras que los tratamientos a concentraciones del 2.5%, 5.0% y 7.5%, tienen producciones similares de kilogramos de hule seco, por lo que es la longitud de corte lo que permite obtener un mayor rendimiento debido a tener una mayor área drenada de los vasos laticíferos.

Las concentraciones de ethephón gel evaluadas permiten tener el mismo comportamiento de corte seco, los resultados demostraron que todos los tratamientos permiten que se tenga este efecto en el panel de pica.

El índice de rentabilidad demostró que al aplicar ethephón gel a 2.5% de concentración bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente, permitió que por cada Quetzal que se invirtió en la explotación se recuperaron Q 4.82, siguiéndole en rentabilidad el tratamiento de explotación del panel de pica en $\frac{1}{4}$ de espiral ascendente y estimulado con ethephón a una concentración de 5%, este sistema permitió que por cada Quetzal invertido se tuviera Q 3.20 recuperados

X. RECOMENDACIONES

Utilizar el sistema $\frac{1}{8}$ de espiral en panel ascendente y estimularlo a una concentración al 2.5% con ethephón gel, ya que al compararlo con las concentraciones al 5.0% y 7.5% obtenemos producciones de coagulo de taza muy similares.

Estimular con ethephón gel a concentraciones al 2.5% y utilizar el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente, ya que en el presente estudio fue el que permitió la menor incidencia de corte seco manteniendo el mayor número de paneles explotables.

Al implementar el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral ascendente, utilizar la concentración al 2.5% de ethephón gel ya que el índice de rentabilidad demostró que es el que mejor recuperación tiene ya que por cada quetzal que se invirtió se recuperaron Q 4.82.

Si la preferencia es obtener la mayor producción sin importar su rentabilidad se recomienda estimular el panel de pica a concentraciones al 5% de ethephón gel en $\frac{1}{4}$ de espiral ascendente.

Para la explotación de las plantaciones de hule natural bajo el sistema de explotación de $\frac{1}{8}$ de espiral en pica ascendente, no estimular con ethephón gel a concentración del 7.5% ya que tiene un índice de rentabilidad menor a 1, por lo que no es rentable.

XI. BIBLIOGRAFÍA.

Achaerandio, L. (1992). Iniciación a la práctica de la investigación. Programa de Fortalecimiento Académico de las Sedes Regionales (PROFASR). Guatemala. Universidad Rafael Landívar.

Alemán, C. F. (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: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 67 p.

Compagnon, P. (1998). El caucho natural. CIRAD-CP Edición en español especial para GREMHULE Guatemala.

Duval, B. (1990). Informe de Misión en Explotación en Guatemala; IRCA/CIRAD-CP; GREMHULE 85 p.

Gremhule (2000). Manual práctico 2000 del cultivo del hule. Gremial de huleros de Guatemala, 165 p.

Jacob, J. L. (1997). Una fábrica de caucho natural: "La hevea", (Revista) Mundo Científico No 159, Vol. 15.

Mejía O, M. W. (1993). Evaluación de tres frecuencias de pica en dos clones de hule (*Hevea brasiliensis*) en una plantación joven de Pajapita, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 47 p.

Nieto R. & Linares P. (1997). Avance investigativo en caucho natural, Informe de investigación, Santafé de Bogotá, Colombia.

- Ovalle V., C. .A. (1975). Manual de Cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas. DIGESA. MAGA, Guatemala, 103p.
- Palencia J, C. V. (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. 100 p.
- Regil, P. (2002). Evaluación agroeconómica de veinticuatro clones de hule (*Hevea brasiliensis*) en la finca Guanacaste, municipio de Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. División de ciencia y tecnología. 63 p.
- RRIM (1989). Traning manual for plantation supervisor. Rubber Research Institute of Malasya Malasia. 40 p.
- Salam A, A. (1992). La fisiología de la producción y la explotación del cultivo de hule hevea. Grémial de huleros de Guatemala. 35 p.
- Simmons, C.; Tarano, J. & Pinto, J. (1959). Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agrícola Nacional, Guatemala. 1000p.
- Vadeagro, (2001). Guatemala, Editarm Internacional Centroamericana. p. 505-535.
- Woley, C. (1999). Proyecto Nacional Abaj Takalik. El Asintal, Retalhuleu, Informe anual de la Temporada de Campo 1999, Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia.

XII. ANEXOS

Presentación de cuadros

Cuadro16. Descripción de los tratamientos evaluados para la producción de hule en el clon RRIM-600.

Frecuencia de pica	Concentración de ethephón	Número de estimulación/ año	Angulo de pica	Descripción.
S/4 d/4	5%	6/Y	45°	Pica en un cuarto de espiral ascendente, cada cuatro días, con Ethephón al 5%, 6 veces al año en un ángulo de 45°.
S/8 d/4	5%	6/Y	45°	Pica en un octavo de espiral ascendente, cada cuatro días, con Ethephón al 5%, 6 veces al año en un ángulo de 45°.
S/8 d/4	7.5%	6/Y	45°	Pica en un octavo de espiral ascendente, cada cuatro días, con Ethephón al 7.5%, 6 veces al año en un ángulo de 45°.
S/8 d/4	2.5%	6/Y	45°	Pica en un octavo de espiral ascendente, cada cuatro días, con Ethephón al 2.5%, 6 veces al año en un ángulo de 45°.

(Autor, 2013)

Anexo 2

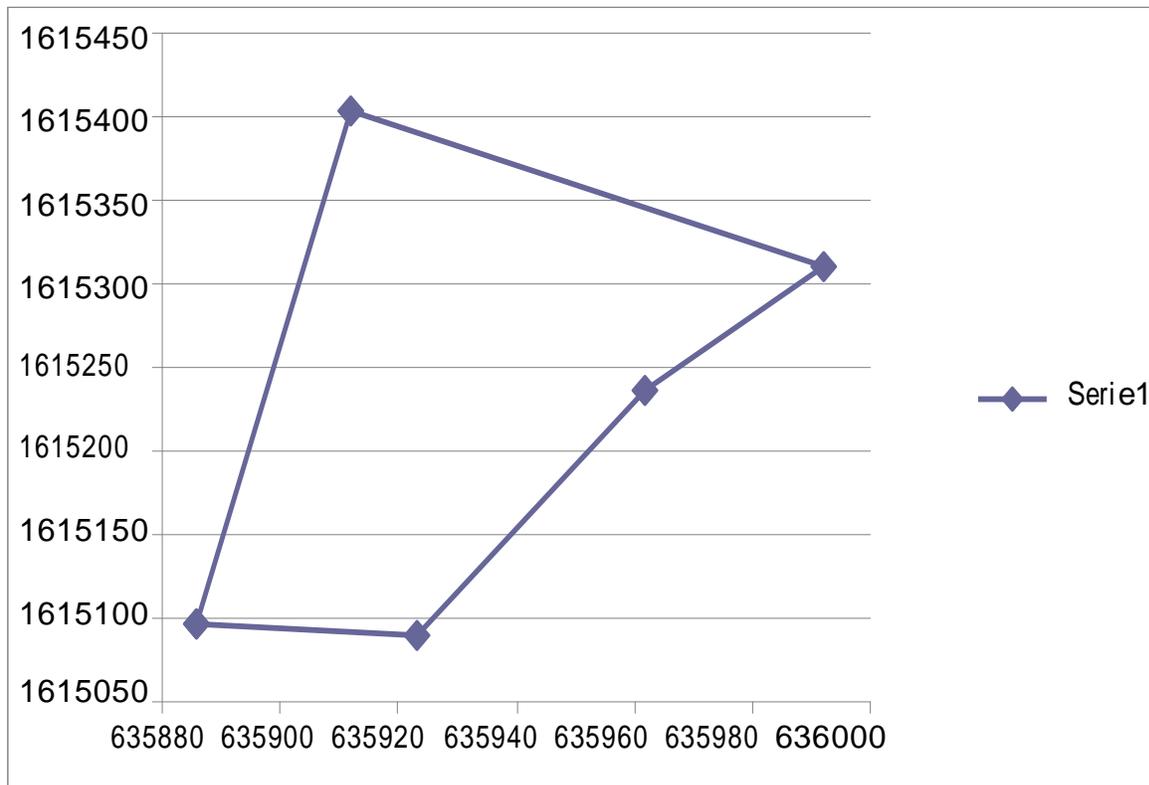
Presentación de figuras

Plano del sector el "Tacán" en finca Santa Margarita, El Asintal, Retalhuleu

-GPS-

	X	Y
1	635886	161509
2	635923	161509
3	635962	161523
4	635992	161531
5	635912	161540
6	635886	161509

Figura 7. Plano del sector a experimental "Tacan" -GPS-



Anexo 3

Cuadro 17. Contenido de hule seco -DRC- mes de Junio

LABORATORIO DE -DRC-

Fecha	sector	Identificacion	Producto	DRC
06/06/2013	Tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	55.76
06/06/2013	Tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	54.4
06/06/2013	Tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	54.84
06/06/2013	Tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	52.89

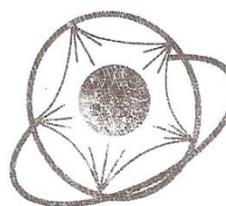


Anexo 4

Cuadro 18. Contenido de hule seco –DRC- mes de Julio

LABORATORIO DE –DRC–

Fecha	Sector	Identificación	Producto	DRC
08/07/2013	tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	50.83
08/07/2013	tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	58.38
08/07/2013	tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	55.6
08/07/2013	tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	52.99



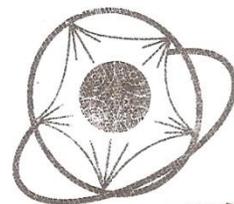
LABORATORIO

Anexo 5

Cuadro 19. Contenido de hule seco –DRC- mes de Agosto

LABORATORIO DE –DRC-

Fecha	Sector	Identificación	Producto	DRC
14/08/2013	tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	46.09
14/08/2013	tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	51.32
14/08/2013	tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	54.41
14/08/2013	tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	52.11



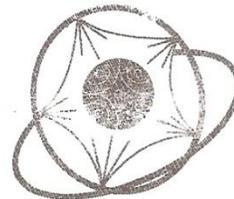
LABORATORIO

Anexo 6

Cuadro 20. Contenido de hule seco –DRC- mes de Septiembre

LABORATORIO DE –DRC–

Fecha	Sector	Identificación	Producto	DRC
10/09/2013	tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	45.69
10/09/2013	tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	53.06
10/09/2013	tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	50.94
10/09/2013	tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	51.11



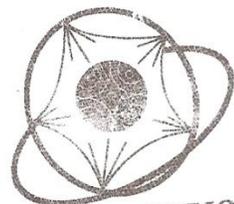
LABORATORIO

Anexo 7

Cuadro 21. Contenido de hule seco –DRC- mes de Octubre

LABORATORIO DE –DRC–

Fecha	Sector	Identificación	Producto	DRC
03/10/2013	tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	40.7
03/10/2013	tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	49.58
03/10/2013	tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	49.15
03/10/2013	tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	48.41



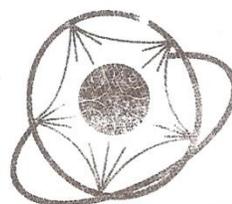
LABORATORIO

Anexo 8

Cuadro 22. Contenido de hule seco –DRC- mes de Noviembre

LABORATORIO DE –DRC–

Fecha	Sector	Identificación	Producto	DRC
09/11/2013	tacan	1/4 de espiral 5% estimulante	chipa	50.2
09/11/2013	tacan	1/8 de espiral 5% estimulante	chipa	51.34
09/11/2013	tacan	1/8 de espiral 7.5% estimulante	chipa	50.98
09/11/2013	tacan	1/8 de espiral 2.5% estimulante	chipa	52.12



LABORATORIO

Anexo 9



Figura 8. Trazo de panel en $\frac{1}{8}$ de espiral en la plantación de hule clon RRIM 600.

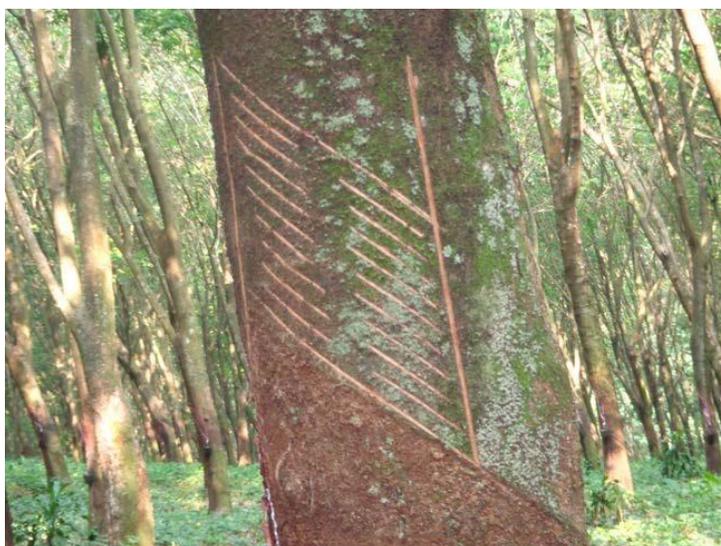


Figura 9. Marcación del panel de pica $\frac{1}{4}$ de espiral en la plantación experimental.

Anexo 10



Figura 10. Marcación del panel de pica en $\frac{1}{8}$ de espiral en la plantación experimental

APERTURA DE INVERSA



Figura 11. Apertura de panel en pica Inversa en la plantación experimental.