

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

**COMPARACIÓN DE PRESENTACIONES DE ETEPHON EN UN SISTEMA DE  
EXPLOTACIÓN DE PICA EN CULTIVO DE HULE, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL**

**MARCO AURELIO LÓPEZ DE LEÓN**

CARNET 27738-03

COATEPEQUE MARZO DE 2016  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

COMPARACIÓN DE PRESENTACIONES ETEPHON EN UN SISTEMA DE  
EXPLOTACIÓN DE PPICÁ EN CULTIVO DE HULE, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR  
**MARCO AURELIO LÓPEZ DE LEÓN**  
CARNET 27738-03

PREVIO A CONFERIRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ENFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE MARZO DE 2016  
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: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

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**

LIC. CARLOS ANTONIO BARRERA ARENALES

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

ING. WALTHER DAVID MAYÉN CABRERA

Guatemala 16 de marzo de 2016

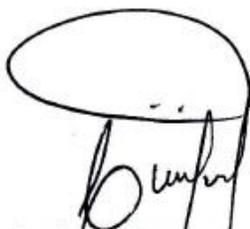
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Marco Aurelio López de León, carne 27738-03, titulado: **"Comparación de presentaciones de etephon en un sistema de explotación de pica en cultivo de hule; Cuyotenango, Suchitepequez"**.

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

Atentamente,



Ing. Agr. Carlos Antonio Barrera Arenales

Colegiado No. 1007

**Carlos Antonio Barrera Arenales**  
Ingeniero Agrónomo MSc  
Colegiado 1007



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06444-2016

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante MARCO AURELIO LÓPEZ DE LEÓN, Carnet 27738-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0626-2016 de fecha 8 de marzo de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**COMPARACIÓN DE PRESENTACIONES DE ETEPHON EN UN SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE PICA EN CULTIVO DE HULE; CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

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 marzo del año 2016.

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



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios por darme fortaleza, sabiduría, perseverancia y siempre llevarme por el buen camino, te lo agradezco con toda mi alma Señor.

La Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por haberme abierto las puertas y ser parte de tan prestigiosa Universidad.

### **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

A:

La empresa Plantaciones Minar, S.A. por permitirme desarrollarme como profesional y formar parte de su equipo de trabajo.

Ing. Carlos Antonio Barrera Arenales por apoyarme y asesorarme en el proceso de la investigación.

Ing. Leonel Alfonso Solis Mazariegos por compartirme sus conocimientos en el Cultivo de Hule.

## DEDICATORIA

A:

**DIOS:** Por darme vida, salud y las fuerzas necesarias para cumplir mis metas en la vida, y siempre estar a mi lado.

**MI PADRES:** Marco Aurelio López Echeverría por transmitirme sus conocimientos y experiencias, además de formarme como persona de bien y sentirme orgulloso de ser tu hijo, siempre serás el ejemplo a seguir en mi vida.

María Carlota de León Aguirre por motivarme e incentivar me para ser un profesional de éxito y brindarme tu apoyo incondicional en cualquier momento de mi vida.

**MI ESPOSA:** Que me brindo su amor, cariño, paciencia y apoyo constante para terminar este proyecto de mi vida. Gracias mi amor.

**A MIS HIJOS** Que me impulsan a esforzarme y superarme todos los días y jamás darme por vencido en la vida.

**A MIS HERMANAS** Por siempre darme alientos y muestras de motivación para desarrollarme profesionalmente, y estar pendiente de mis pasos en la vida.

**A MIS AMIGOS** Que estuvieron en este proyecto de vida, conviviendo, apoyándonos y esforzándonos para que se hicieran realidad nuestros objetivos.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
SUMMARY.....	ii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>II. ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
2.1 Revisión de literatura.....	4
2.1.1 Antecedentes del uso de estimulantes .....	4
2.1.2 Explotación comercial del árbol de hule natural.....	6
2.1.3 La estimulación.....	12
2.1.4 Corte Seco .....	17
2.1.5 Contenido de hule seco o D. R. C.....	17
2.2 Marco referencial .....	17
2.2.1 Localización.....	17
2.2.2 Descripción del área de estudio.....	18
2.2.3 Características físico-biológicas .....	18
2.3 Descripción de la actividad de la empresa .....	19
2.3.1 Antecedentes .....	19
Figura 1. Organigrama de la empresa Plantaciones Minar S. A.....	19
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>IV. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 General.....	21
4.2 Específicos.....	21
<b>V. PLAN DE TRABAJO .....</b>	<b>22</b>
5.1 Descripción del área de trabajo específica.....	22
5.1.1 Área de producción .....	22
5.2 Programa a desarrollar .....	22
5.2.1 Manejo de la producción y supervisión de la pica .....	22
5.2.2 Investigación de sistemas de explotación y uso de estimulantes .....	22
5.2.3 Capacitación y supervisión de personal de pica .....	22
5.2.4 Almácigos de hule natural.....	23
5.3 Sistematización de la práctica .....	23
5.4 Cronograma de Actividades.....	24
5.5 Metas propuestas.....	24

<b>VI. VARIABLES DE ESTUDIO</b> .....	<b>25</b>
a. Rendimiento (kg/hule seco/ha/año) .....	25
b. Determinación del porcentaje de hule seco (D.R.C.).....	25
c. Incidencia de corte seco (%) .....	25
d. Costos de producción.....	26
6.1 Metodología de manejo del experimento .....	26
<b>6.1.1 Materiales y métodos</b> .....	<b>26</b>
6.2 Método experimental.....	27
<b>6.2.1 Material experimental</b> .....	<b>27</b>
<b>6.2.2 Factor a estudiar</b> .....	<b>27</b>
6.3 Descripción de los tratamientos .....	27
<b>a. Tratamiento 1</b> .....	<b>27</b>
<b>b. Tratamiento 2</b> .....	<b>27</b>
<b>6.3.1 Unidad experimental</b> .....	<b>28</b>
6. 4 Manejo del experimento .....	28
a. Características del lugar del experimento .....	28
b. Marcación del panel de pica .....	28
c. Apertura del panel de pica.....	28
d. Estimulación .....	29
e. Frecuencia de pica .....	29
g. Profundidad de pica .....	29
h. Consumo de corteza.....	29
i. Control de malezas .....	29
j. Control de enfermedades .....	29
6.5 Análisis de la información.....	30
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
7.1 Rendimiento (kg/hule seco/ha/año).....	31
7.2 Porcentaje de contenido hule seco o D. R. C. ....	33
7.3 Incidencia de corte seco .....	36
7.4 Análisis económico.....	37
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>

XI. ANEXOS.....45

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PÁGINA
1. Diferencias entre el sistema de pica convencional y el sistema De pica con estimulante gel.	12
2. Diferencias entre el sistema de pica convencional y el sistema De pica con estimulación gaseosa	16
3. Organigrama de la empresa Plantaciones Minar, S.A12	19
4. Cronograma de Actividades	24
5. Variables de Estudio	25
6. Rendimiento de Hule seco kg/ha estimulados con dos presentaciones de etephon en finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	31
7. Prueba de “t”, para el rendimiento de Hule seco kg/ha	31
8. DRC mensual, en látex y chipa	34
9. Prueba de “t” para el DRC mensual en látex	34
10. Prueba de “t” para el DRC mensual en chipa	35
11. Costo de producción por hectárea, presentación gaseosa de etephon en Finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	37
12. Costo de producción por hectárea, presentación líquida de etephon en Finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	38
13. Resumen de Ingresos, costos, utilidad y rentabilidad, en la comparación de dos presentaciones de etephon en hule, finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PÁGINA
1. Colocación el aplicador 3G en el árbol de hule	06
2. Sistematización de actividades de practica	23
3. Número de árboles por unidad experimental	28
4. Rendimiento promedio de hule seco kg/ha estimulados con Dos presentaciones de Etephon, liquida y gaseosa, en Finca Minar Cuyotenango, Suchitepéquez	32
5. DRC en látex, promedio de 8 meses, estimulando con dos Presentaciones de Etephon, liquida y gaseosa, en Finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	33
6. DRC en chipa, promedio de 8 meses, estimulando con dos Presentaciones de Etephon, liquida y gaseosa, en Finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez	35
7. Equipo para estimulación gaseosa	45
8. Colocación equipo para aplicación estimulante gaseoso	45
9. Aplicación de pegamento para sellado de fugas	46
10. Colocación de grapas para sostener el equipo	46
11. Árbol de hule equipado para estimulación gaseosa	47
12. Panel de pica 1/8 espiral pica inversa	47
13. Tanque con etileno gaseoso	48
14. Panel de pica estimulación liquida	48

# COMPARACIÓN DE PRESENTACIONES DE ETHEPHON EN UN SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE EN CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

## RESUMEN

La Práctica Profesional Supervisada, se realizó en la empresa Plantaciones Minar, ubicada en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez. Cuenta con una extensión de 532 hectáreas sembradas con hule natural, todas en producción, las edades oscilan entre los 8 y 15 años. Debido a la crisis en los precios del hule natural, se realizan una serie de investigaciones de carácter agrícola para mejorar la productividad del cultivo. Como parte de la práctica se evaluó la estimulación en árboles de hule (*Hevea brasiliensis*), por la aplicación de etileno en forma gaseosa y en forma gel. El sistema de explotación utilizado fue: pica de 4 pulgadas en espiral ascendente cada tres días. Las variables evaluadas fueron: rendimiento (kg/ha/año), determinación del porcentaje de hule seco, incidencia de corte seco (%) y costos de producción. La evaluación se realizó bajo la modalidad de parcelas apareadas y los resultados se analizaron a través de comparación de medias t-Student. El rendimiento de hule seco en kilogramos por hectárea por año fue de 3137.72 para la estimulación con etileno gaseoso y para etileno gel fue de 2388.84 kilogramos, estadísticamente mostró significancia entre tratamientos, siendo la estimulación con etileno gaseoso la mejor. Para el porcentaje de hule seco no se tuvo diferencia estadística significativa por lo que ni la estimulación gaseosa ni gel afectan este parámetro. La incidencia de corte seco fue 1.14% para la estimulación gaseosa y 1.28% para estimulación de etileno gel, siendo resultados buenos al compararlos con los resultados de otros sistemas de explotación. Económicamente la estimulación con etileno gel tiene un índice de rentabilidad de 2.67. Esto permite inferir que la estimulación con etileno gel resulta ser 47% más rentable que la estimulación gaseosa.

**COMPARISON ETHEPHON PRESENTATIOS IN A TAPPING EXPLOITATION  
SYSTEM IN THE PRODUCTION OF RUBBER IN CUYOTENANGO,  
SUCHITEPEQUEZ**

**SUMMARY**

The professional practice was carried out in Plantaciones Minar, located in the municipality of Cuyotenango, Suchitepéquez. The area has an extension of 532 hectares and it is used for the production of natural rubber; the trees' age range from 8 to 15 years. Due to the rubber price crisis, a series of agricultural investigations were carried out to improve the crop's productivity. As part of the practice, the stimulation in rubber trees (*Heveabrasiliensis*) was evaluated, applying ethylene in gaseous and gel state. The exploitation system was: 4" spiral tapping every three days. The evaluated variables were: yield (kg/ha/year), percentage of dry rubber, dry cutting incidence (%), and production costs. The evaluation was carried out in joint plots and the results were analyzed through the Student's T-test. The yield of dry rubber in kilograms per year was of 3137.72 for the gaseous ethylene stimulation and of 2388.84 kilograms for the gel ethylene; statistically, there was significant difference among treatments, being the stimulation with gaseous ethylene the best. For the dry rubber percentage, there was no significant statistical difference; thus, neither the gaseous nor the gel state affect this parameter. The dry cutting incidence was of 1.14% for the gaseous stimulation and 1.28% for the gel ethylene stimulation, which are good results compared with other exploitation systems. Economically, the gel ethylene stimulation has a profitability index of 2.67. These allow inferring that the stimulation with gel ethylene is 47% more profitable than the gaseous stimulation.

## I. INTRODUCCIÓN

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 Empresa Minar S. A., Cuyotenango, Suchitepéquez, la cual dedica 532 hectáreas de su extensión a la producción de hule natural comercializándolo como materia prima en forma de látex y como coagulo de taza de segunda calidad (chipa).

Durante la etapa de práctica se participó en el manejo agronómico de las plantaciones en producción, principalmente en la supervisión y evaluación de la práctica de pica, el control de plagas y enfermedades, preparación y aplicación de estimulantes al panel de pica y en el área de propagación de plantas se estableció un vivero bajo la modalidad de tocón trasplantado a bolsa de polietileno

En el área de investigación se evaluó el rendimiento en kg/hule seco/ha del sistema de explotación de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente cada 3 días, sometido a dos tratamientos: estimulación de etileno gaseoso y estimulación de etileno gel, considerando como unidad de investigación una plantación de hule monoclona RRIM600, de 11 años de edad. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente a través de la prueba de comparación de medias t-Student, el análisis estadístico mostró que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, siendo la estimulación gaseosa la que permite obtener el mayor rendimiento, (3137.72 kg/hule seco/ha/año), pero al realizar el análisis económico se tuvo que debido al costo de la implementación de este sistema, la mejor opción económica es la explotación realizando la estimulación con etileno gel. El contenido de hule seco no se ve afectado por ninguna de las dos opciones de aplicación no teniendo significancia para este parámetro, debido a costos de producción la estimulación con etileno gel permite obtener una rentabilidad de 2.67, siendo 47% más rentable que la estimulación gaseosa.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Revisión de literatura

#### 2.1.1 Antecedentes del uso de estimulantes

El objetivo de un sistema de explotación es obtener una buena rentabilidad, por tal motivo desde la antigüedad los productores han recurrido a la estimulación en la producción de látex remontándose este proceso al año 1902, cuando en Malasia casualmente se descubrió que al raspar la parte exterior de la corteza del árbol por debajo del canal de pica, aumentaba sustancialmente la cantidad de látex/árbol. Este raspado se consideraba como una práctica común en las huleras, utilizándose para limpiar derrames de látex provenientes del canal de pica (Tello, 1993).

Pequeños productores, inmediatamente después de limpiar la corteza del árbol, realizaban aplicaciones tanto de estiércol y arcilla, como estiércol y tierra, para aumentar la producción y así mejorar la renovación de la corteza del árbol (Compagnon, 1998).

En los años 20 se empezaron a utilizar productos patentados con el nombre de Neubarok® y Solar Vim®; pero no fueron muy utilizados. Neubarok® fue un compuesto de estiércol de ganado vacuno, arcilla y otras sustancias incluyendo sulfato de hierro y permanganato de potasio, el cual era aplicado en una franja de 15 centímetros por debajo del canal de pica (Compagnon, 1998).

Investigaciones sobre la naturaleza de los estimulantes, empezaron con experimentos utilizando; aceites minerales y vegetales aplicados a la corteza, livianamente raspada debajo del canal de pica, estos experimentos demostraron que las hormonas vegetales o sustancias estimulantes del crecimiento como los aceites, eran los responsables del aumento en la producción de látex (Compagnon, 1998).

También se logró establecer que la renovación de corteza durante el primer año, aumentaba sustancialmente con la aplicación de aceite de palma, en la parte inferior al corte de pica. Luego utilizaron el método de “inyecciones” de sulfato de cobre,

aplicados en agujeros perforados a la altura del canal de corte permitieron obtener incrementos satisfactorios por medio del tratamiento de la corteza; no se recomienda para uso general, ya que la mayor desventaja es la posible contaminación del látex con cobre, Posteriormente salieron al mercado productos como: 2,4, D y 2,4,5,T, siendo estos utilizados en experimentos llevados a cabo por el RubberResearchInstitute of Malasia, encontrándose efectivos para la estimulación del hule (Compagnon, 1998).

En 1968, se demuestra que el Ácidodicloro-ethyl-fosfónico, es muy efectivo para la estimulación en el cultivo de Hule. El cual se descompone por medio de hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal, hasta la fecha este es el compuesto que mejores resultados ha dado como estimulante, el cual es recomendado por el RRIM (RubberResearchInstitute of Malasia), para ser aplicado en árboles mayores de 15 años, con frecuencia de aplicación de 4 a 6 veces por año, según el estado de la plantación; programa de la finca y precipitación del lugar (Compagnon, 1998).

La estimulación por medio de Ácidodicloro-ethyl-fosfónico, es una de las innovaciones importantes que se ha realizado sobre el cultivo del Hule. A finales de los años 80's, cuando se empezó a utilizar en las plantaciones Guatemaltecas, logrando con esta técnica: reducir en gran manera la frecuencia de pica en árboles, e incrementar su potencial de producción no afectando la salud de los mismos (Gremhule, 2005).

La estimulación del árbol de Hule, es el medio por el cual se puede mejorar la productividad del cultivo mediante la extracción eficiente del producto como efecto de la prolongación y facilitación de la circulación del látex y de la activación de los mecanismos de regeneración. Su objetivo es alcanzar la plena capacidad de producción, prolongar el flujo de látex, después de la sangría, al evitar la rápida coagulación de este sobre la incisión taponando los vasos laticíferos, reduciendo la frecuencia de pica para no sobreexplotar los árboles (Gremhule, 2005).

Hasta el momento se han desarrollado una serie de modalidades en cuanto al manejo del panel de pica, incluso el uso de estimulantes para incrementar la producción. Surge

el inconveniente de que estos crean un desequilibrio notorio en la planta, máxime en época seca que es cuando por el estrés hídrico no se pueden someter a la aplicación de estos productos. En la actualidad, debido al enfoque agro-ecológico, han surgido productos de origen orgánico y empresas que se dedican a la investigación en el campo agrícola generando así nuevas alternativas para mejorar la producción, por medio de la activación y modificación del comportamiento de la planta, para que esta pueda rendir lo suficiente sin causarle daño alguno (Gremhule, 2005).

### **2.1.2 Explotación comercial del árbol de hule natural**

La explotación de los árboles de hule natural se inicia cuando estos tienen más de 50 centímetros de diámetro a 1 metro de altura. Esto ocurre a los 6 – 7 años después de la siembra en campo definitivo. Se toma la decisión de iniciar la labor si en la plantación hay 50 a 60 % de plantas en estas condiciones (Gremhule, 2000).

#### **2.1.2.1 Sistema de explotación**

Un sistema de explotación es un conjunto de técnicas debidamente armonizadas que sirven para extraer el látex del árbol de hule natural, buscando obtener una buena y duradera rentabilidad. Dentro de estos sistemas de explotación se encuentran la pica descendente, la pica con baja intensidad más empleo de estimulante y la pica inversa. (Gremhule, 2000).

Las frecuencias de pica, están relacionadas al clon y la disponibilidad de mano de obra, si se cuenta con suficientes trabajadores, se puede realizar la pica con una frecuencia de cada 2 días ( $d/2$ ), pero si se tienen clones altamente productivos es mejor utilizar frecuencias de cada 3, 4 o 5 días ( $d/3$ ,  $d/4$  o  $d/5$ ), acompañadas de estimulaciones (Gremhule, 2000).

La longitud del corte, está relacionada al sistema de explotación y a la edad de la plantación, así para el sistema de pica descendente en plantaciones nuevas o jóvenes, se recomienda la S2 o media espiral, para una plantación de más de diez años se utiliza la S4 o un cuarto de espiral con el sistema de pica inversa (Gremhule, 2000).

Mayorga (2005), hace referencia a que la media espiral consiste en dividir el tallo en dos lados iguales, picando solo uno de ellos en forma continua y luego proseguir con el otro.

Otros factores que se consideran en la ejecución de la pica son: la profundidad, que debe estar comprendida a una distancia de 1 a 1.5 milímetros del cambium, evitando dañar este; inclinación del corte, que en el sistema de pica descendente es de 32° y en la pica inversa de 45°, con el fin de seccionar 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; altura del corte, en los sistemas de pica más utilizados la altura varía de 1.20 a 1.50 metros del nivel del suelo; 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. (Mayorga, 2005).

La Gremhule (2000), recomienda tomar en consideración los siguientes factores para elegir un sistema de explotación:

a. Factores técnicos:

- Clon: De metabolismo bajo o poco sensible a la estimulación.
  - De metabolismo medio o sensible.
  - De metabolismo rápido o muy sensible.
- Edad del árbol.

b. Factores económicos:

- Costo de mano de obra.
- Costo de estimulante.
- Costo de insumos.
- Precio del hule.
- Transporte.

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. (Gremhule, 2000).

Los sistemas de picas que más se han utilizado son tres y la combinación de símbolos que los describen en una forma sencilla es la de longitud del corte y la frecuencia de pica o sangría.

- $\frac{1}{2}$  S, d/2: corte de media espiral, con pica a cada dos días, aquí el picador cuenta con dos tareas las cuales pica en días alternos (Peter, 2005).
- $\frac{1}{2}$  S, d/3: Corte de media espiral, con pica a cada tres días, el picador cuenta con tres tareas, picando la misma tarea a cada tres días (Peter, 2005).
- $\frac{1}{2}$  S, d/4: Corte de media espiral, con pica a cada cuatro días, aquí el picador cuenta con cuatro tareas picando la misma tarea cada cuatro días (Peter, 2005).
- $\frac{1}{2}$  S, d/2↓, En la nomenclatura internacional se describe como pica en  $\frac{1}{2}$  espiral a cada 2 días descendentes (Peter, 2005).
- $\frac{1}{4}$  S, d/3↑ En la nomenclatura internacional se describe como pica en  $\frac{1}{4}$  de espiral a cada 3 días ascendente (Peter, 2005).

### **2.1.2.2 Pica descendente o convencional**

Este sistema se utiliza en los primeros años de pica normalmente, como su nombre lo indica, los cortes van haciéndose de forma descendente, utilizando un panel primero y luego se pasa al segundo. Normalmente, se pica  $\frac{1}{2}$  S, que es el sistema convencional más común y utilizando estimulación gaseosa se realizan en  $\frac{1}{4}$  S. Los cortes van en un ángulo aproximado de 30 grados. Se realiza de los años 6 al 10 y se regresa en el año 15 y 20 de pica (Gremhule, 2000).

### **2.1.2.3 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 gel Etephon se utiliza  $\frac{1}{4}$  S y con la estimulación gaseosa se utiliza  $\frac{1}{8}$  S. (GREMHULE, 2000).

### **2.1.2.4 Frecuencias de pica y número de picas por año**

Generalmente la frecuencia de pica en 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  $d/2$  (a cada 2 días) excepto para clones de alta producción y susceptibles al corte seco (brownbast). Se considera que con el sistema ( $S/2$ ,  $d/2$ ) sin estimulación se obtiene el 100% de la capacidad productiva de los árboles bajo un manejo óptimo (Gremhule, 2000).

Por escasez o alto costo de mano de obra, cualquier clon se iniciará a una frecuencia de pica  $d/3$  compensada con estimulación. En la práctica, sin estimulación, no picando los días domingos, ni con periodos de detención de la pica, es admisible que un árbol en buen estado fisiológico y vegetativo pueda picarse 150 veces en una año (Gremhule, 2000).

La tecnología francesa en sistema de explotación recomienda para plantaciones nuevas en producción el sistema de pica descendente con frecuencia baja (a cada 3 o 4 días), haciendo uso de estimulación con Etephón en un número de aplicaciones sujeto a factores técnicos en tableros a media espiral, abiertos de 1.2 – 1.3 metros de altura; con inclinación convencional de  $30^\circ$  y con alternancia anual de paneles del tercero al décimo año de producción, empleando cuchilla tradicional (Gremhule, 2000).

### **2.1.2.5 Pica de baja intensidad y aplicación de estimulante:**

Según la Gremhule (2000), el sistema tradicional de explotación del hule en nuestro medio se había caracterizado por su frecuencia de pica a cada dos días, la cual

posibilita la utilización de la plena capacidad productiva de los árboles, pero utiliza demasiada mano de obra, de insumos vinculados a la explotación y de corteza, acortando el período de vida económica de los árboles. Con la introducción de nuevos clones de alta producción (muchos de los cuales están ya en sus primeros años de pica), se han hecho adoptado nuevos sistemas de explotación adaptados para cada clon y según las edades de los mismos. Además, hay que considerar que la evolución de los diferentes componentes de nuestra economía causa que la disponibilidad de mano de obra y el nivel de los salarios hagan antieconómica la pica en frecuencia tan intensa como  $d/2$  (a cada 2 días).

Ante tal situación, la elección de nuevas alternativas en sistemas de explotación que se adapten tanto a los avances técnicos como a nuestra variable situación socioeconómica, lo que conlleva a la adopción de sistemas que incluyen el uso de estimulantes de la producción, con el objeto de compensar (eventualmente mejorar) la producción haciendo menos picas en un 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.

#### **2.1.2.6 Sistema de explotación pica de 4 pulgadas en espiral cada 3 días ( $4' S \uparrow d/3$ )**

El sistema de explotación en nuestro medio se había caracterizado por su frecuencia de pica a cada dos, tres o cuatro 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 las plantaciones. Para contrarrestar esto se ha hecho necesaria la adopción de nuevos sistemas de explotación adaptados para cada clon y edad de la plantación. Esta situación ha llevado a la inclusión de nuevos sistemas que incluyan el uso de estimulantes de la producción y longitudes de corte de pica más pequeños. Estos sistemas de pica se denominan 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

El sistema de pica denominado de 4 pulgadas, consiste en el trazo de una bisectriz en el fuste del árbol de hule natural, a partir de esta y girando de izquierda a derecha o en sentido contrario al movimiento de las agujas de reloj y con un ángulo con respecto a la vertical de 45°, se traza el panel de pica el cual debe medir 4 pulgadas de longitud y un ancho de 3 formando un paralelogramo, debe trazarse a una altura de 1.50 metros del suelo, luego de su apertura es sometido a pica inversa durante un año y con una frecuencia de pica cada tres días (López, 2013).

#### **2.1.2.7 Sistema de explotación: pica de 4 pulgadas en media espiral estimulada con ethephón al 5% ( $4' S \uparrow d/3, Et. 5 \%$ )**

Es un sistema de explotación desarrollado en plantaciones Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez y que se ha implementado en sus plantaciones en producción que tienen más de 11 años de edad. Esta longitud de corte se estimula con ethephón gel a una concentración del 5% ya una dosis de 0.5 gr/árbol, se aplica con la ayuda de un cepillo dental sobre el corte de pica en regeneración a cada 10 días. Para poder implementar este sistema de explotación fue necesario modificar el panel de pica que se venía explotando en media espiral ascendente con pica a cada 3 días ( $\frac{1}{2} S \uparrow d/3$ ), al nuevo sistema de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente cada 3 días, esta modalidad permite tener un mayor aprovechamiento de los paneles de pica, la rotación de los paneles sigue el patrón de movimiento de las agujas del reloj López (2013).

La marcación de los paneles se realiza en la época seca para ello se utiliza una banderola de 31 cm de largo X 10 cm de ancho, con un ángulo de 45° y un rayador de alambre que se utiliza para marcar en el fuste la figura de la banderola (panel que debería de alcanzar para 1 año consumiendo 2 milímetros por pica). Una vez marcado el panel se procede a la apertura utilizando una cuchilla de pica R-2, las primeras dos picas se realizan hacia abajo y a partir de la tercera se inicia la pica ascendente López (2013).

Con este sistema de explotación se recomienda darle a la plantación un descanso de un mes en la época más crítica del verano, de preferencia al inicio de la refoliación, de esta manera se tendrían al año 11 meses de explotación y 1 mes de descanso, por lo que se reduce el número de picas por año, se tiene un ahorro en el consumo de corteza, no se sobre explota la plantación López (2013).

**Cuadro1.** Comparación entre el sistema de pica convencional y el sistema de pica de 4' con estimulación gel.

Pica descendente o convencional	Pica ascendente de 4'
Sistema de explotación: $\frac{1}{2}$ S, d/3 ↓	Sistema de explotación: $\frac{1}{8}$ S, ↑ d/3
Largo de corte de pica 30 -50 cm	Largo corte de pica 10 cm
Estimulación con Optilux® 10.4%	Estimulación con Optilux® 10.4%
Dosis: 1cc/árbol al 2.5%	Dosis: 0.5cc/árbol al 5%
Frecuencia de aplicación: c/20 días	Frecuencia de aplicación c/10 días
Aplicación a 1/2 tareas	Aplicación tarea completa
Angulo de corte 35°	Ángulo de corte 45°
Tiempo de goteo: 3 horas	Tiempo de goteo:3 horas
Velocidad de generación: lenta	Velocidad de regeneración: Rápida
Tarea de pica: 700 árboles	Tarea de pica: 700 árboles

Fuente: López, (2013).

### 2.1.3 La estimulación

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

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 (Aleman, 2000).

Otra 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).

#### **2.1.3.1 Intensidad de estimulación**

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

En general:

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

La intensidad de estimulación debe ser:

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

#### **2.1.3.2 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 (Aleman, 2000).

Esto se logra mediante la aplicación de sustancias químicas en el área de corte de pica para hacerlas intervenir en los procesos físico-químicos de la producción de látex. El ethephon (ácido 2 cloro etilfosfónico) 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 (Aleman, 2000).

En el mercado de agroquímicos existen productos a base de ethephon que vienen ya listos para su aplicación estos debido al vehículo que utilizan tienen consistencia gel, o si vienen a concentraciones de 10% de ethephon, deben ser diluidos a concentración del 2.5%. Para ello se utiliza 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 de palma, con el cual obtiene la concentración deseada. Se debe agitar bien antes de aplicar (Palencia, 2000).

### **2.1.3.3 Metodología de aplicación**

Un cepillo de cerda dura es recomendable para la aplicación en el árbol, se requiere de una varilla dura para mantener constante agitación de la mezcla estimulante, además se requiere de un recipiente con capacidad para un litro de la mezcla por aplicador. Es recomendable calibrar la aplicación para que la cantidad de mezcla estimulante sea la correcta según la edad del árbol y evitar con ello ya sea la sobredosificación o a la subdosificación (Palencia, 2000).

Existen diferentes formas de aplicación, pero por su practicidad y economía en tiempo y de jornales se sugiere la aplicación sobre el panel de pica en regeneración sin quitar la hilacha. La mezcla estimulante debe cubrir una banda de 0.5 cm aproximadamente de ancho (Palencia, 2000).

#### **2.1.3.4 Sistema de explotación con estimulación gaseosa**

Las investigaciones para este sistema se iniciaron en el año 1991 en Malasia y a partir de 1993 se empezó a utilizar comercialmente, a finales del año 1999, aproximadamente 10,000 hectáreas de plantación de hule utilizaban este sistema (MalaysianRubberBoard, 1999).

En el mercado de Malasia se encuentran las dos marcas comerciales que actualmente son utilizadas en ese país, que son el RRIMFLOW<sup>®</sup> Y REACTORRIM<sup>®</sup>, los dos son muy parecidos en su funcionamiento, aunque varían en sus costos y en los resultados obtenidos por cada uno (MalaysianRubber Borrada, 1999).

El sistema RRIMFLOW<sup>®</sup> ha incrementado hasta en un 300% más la producción de látex por pica (productividad por pica) que el sistema 1/2 S d/3 ET y 104% más que el sistema 1/4 S d/3 ET. La productividad por área (kg/ha/año) fue 46% más en el sistema RRIMFLOW<sup>®</sup> comparado con el sistema 1/2 S d/3 ET y 32% más comparado para el sistema 1/4 S d/3 ET (MalaysianRubberBoard, 1999).

El gas puede ser absorbido en grandes cantidades de zeolita sintética la cual es dispersada en una base grasosa amoldable. Esta mezcla es conocida como ethad la cual puede ser aplicada en la misma forma que el Etephon y comparada en forma favorable con el estimulante Etephon (MalaysianRubberBoard, 1999).

Incrementos altos de rendimientos pueden ser alcanzados si el gas etileno es administrado directamente en los árboles. Métodos novedosos de estimulación tales como RRIMFLOW<sup>®</sup> y REACTORRIM<sup>®</sup> son basados en este concepto (MalaysianRubberBoard, 1999).

La técnica RRIMFLOW<sup>®</sup> es un método de estimulación donde el estimulante gaseoso es administrado intermitentemente al tejido laticífero. Esta aplicación va de la mano con una pica de corte pequeña, de un 1/8 S y bajas frecuencias de d/3 o d/4 en combinación con tareas mayores que van de 650 a 700 árboles (MalaysianRubberBoard, 1999).

Se han hecho investigaciones en Malasia, evaluando frecuencias de pica hasta  $d/10$ ; dando los mejores resultados de productividad en el clon RRIM 600, en varias localidades la frecuencia  $d/6$  (MalaysianRubberBoard, 1999).

### 2.1.3.5 Metodología de aplicación

En el sistema RRIMFLOW de corte pequeño, un aplicador de PVC (23 x 8 x6 cm de tamaño y 130 ml. de capacidad), es colocado sobre un área de la corteza ligeramente raspada, adyacente al panel de pica con un adhesivo de contacto y un sellador. El aplicador es normalmente colocado alrededor de 7.6 cm del canal trasero y 15.2 cm del corte pica. La válvula para el llenado de gas está conectada al aplicador con un tubo plástico. El gas etileno es aplicado directamente al árbol cuando este es bombeado dentro del aplicador por una válvula de una vía. El aplicador debe cargarse a cada 2 picas (RRIMFLOW, 2004).

**Cuadro 2.**Diferencias entre el sistema de pica convencional y el sistema de pica con estimulación gaseosa.

Pica con estimulación gel	Pica con estimulación gaseosa
Sistema de explotación: $1/2 \downarrow d/3$	Sistema de explotación: $1/8 \uparrow d/3$
Mayor consumo de corteza	Menor consumo de corteza
Largo corte de pica: 30 -50 cm	Largo corte de pica:10 cm
Estimulación con etileno gel	Estimulación con gas etileno
Dosis: 1cc/árbol	Dosis: 0.21 gr/árbol de gas etileno
Frecuencia de aplicación cada 21 días	Frecuencia de aplicación: cada 10 días
Aplicación a 1/2 tarea	Aplicación tarea completa
Angulo de corte: 35°	Ángulo de corte 45°
No de picas por año 117	No de picas por año 107
Tiempo de goteo: 3 horas	Tiempo de goteo: 10 horas
700 árboles en pica	700 árboles en pica

Fuente: López, (2013).

#### **2.1.4 Corte Seco**

Alvarado (1997), la describe como una enfermedad de tipo irreversible que no tiene cura ni tratamiento definido hasta el momento, se le encuentra en toda la plantación sometida a explotación e inclusive árboles en crecimiento. La enfermedad es una alteración del sistema laticífero que puede ser inducida por la sobre explotación así como por otros factores. Un sistema de explotación intensivo puede conducir a un incremento pronunciado de árboles con corte seco. Otros posibles factores de inducción son: enfermedades, problemas de suelo, déficit hídrico o cualquier factor inductor de stress. Entre los clones susceptibles están: PB 235, PB 260 y RRIM 901 (Alvarado, 1997).

##### **2.1.4.1 Síntomas**

El inicio de la sintomatología es un incremento de producción más de lo normal para posteriormente secarse (no brota látex) ya sea a lo largo del corte de pica o en partes de este, decoloraciones café o marrón de la corteza interna, la cual presenta síntomas de resequedad y consistencia arenosa, en algunos casos la corteza muere y desprende. En algunos casos se desarrollan porciones de tejidos con crecimiento anárquico formando nódulos irregulares y protuberantes, iniciándose así el cuadro de formativo de la enfermedad la que inicia afectando la mitad de la circunferencia del tronco abajo del corte de pica y llegando a extenderse más allá (Alvarado, 1997).

#### **2.1.5 Contenido de hule seco o D. R. C.**

Es la fracción porcentual de caucho o hule natural contenida en 100 gramos de solución látex y es la unidad de medida para la comercialización de la materia prima a nivel mundial, se expresa como porcentaje de contenido de hule seco o D. R. C. por sus siglas en inglés (DryRubber Content).

## **2.2 Marco referencial**

### **2.2.1 Localización**

La sistematización de la práctica profesional se realizó en finca Minar la cual está ubicada en el municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez. Con

respecto al meridiano de Greenwich, se ubicada en las coordenadas 14°30'01. 91" de latitud norte y 91°34'34.48" de longitud oeste, Se encuentra a una altura 248 metros sobre el nivel del mar. Sus colindancias son: al norte con finca Quixquil, al sur con la finca Minar caña, al este con río Ícan y finca Pachonté y al oeste con el rio Sis y el ingenio Tululá (López, 2013).

### **2.2.2 Descripción del área de estudio**

Plantaciones El Minar es una empresa privada, dedicada a la siembra explotación y comercialización de hule natural, se ubicada al sur del municipio de Cuyotenango sobre la carretera asfaltada rumbo al municipio de San José La Máquina, a 5 km de la cabecera municipal, 15 km de la cabecera departamental Mazatenango y 180 km de la ciudad capital.

### **2.2.3 Características físico-biológicas**

Según Holdridge (1978) plantaciones el Minar se ubica en una zona de vida: bosque húmedo sub-tropicalcálido bh-S(c), a una altura de 248msnm.

La temperatura oscila entre 24°C mínima y 32°C máxima, con una temperatura media anual de 28°C.

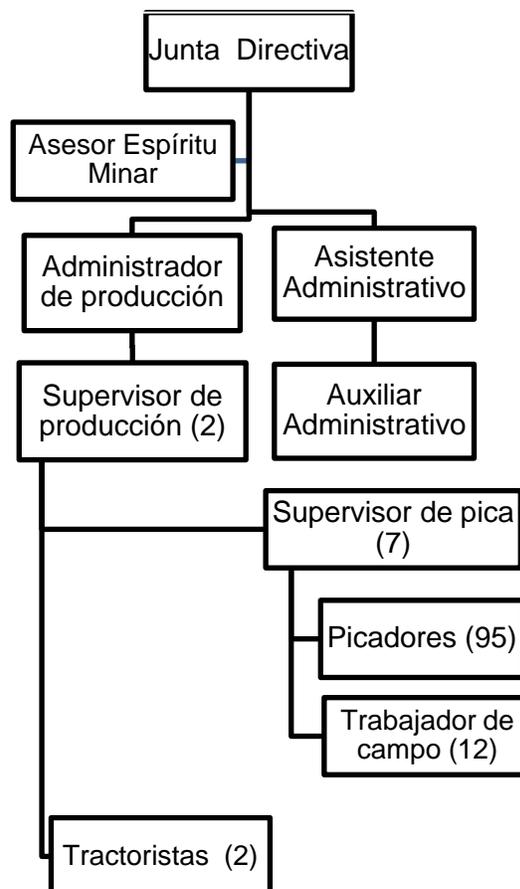
La precipitación pluvial es de 3,200 mm/año. Los vientos alcanzan una velocidad promedio de 10km/h, con dirección dominante Nne/Ssw. La humedad relativa media anual es de 80%.

Los suelos de finca El Minar se caracterizan por ser suelo arcilloso. Según Simons, Tárano y Pinto (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 532 hectáreas que son aprovechados principalmente para el cultivo de hule.

## 2.3 Descripción de la actividad de la empresa

### 2.3.1 Antecedentes

La empresa Plantaciones Minar S.A. se fundó el 17 de abril del año 2006, a partir de la división de la empresa Entre Ríos S.A., finca Minar hule tiene una extensión de 532 hectáreas, todas sembradas con hule natural (*Hevea brasiliensis*). Las primeras plantaciones fueron sembradas en el año 1940, lo cual la hace pionera en la siembra de hule natural en Guatemala. Plantaciones Minar S.A. pertenece a la iniciativa privada, siendo a la vez una sociedad anónima regida por un consejo directivo integrado por los propietarios de la empresa quienes toman las decisiones de la misma. En el esquema organizacional le sigue el administrador quien está al mando de todas las labores de la misma, le siguen en el orden jerárquico los supervisores de producción, luego los caporales de producción, bajo el mando de ellos los picadores y otros trabajadores de campo, el organigrama se presenta a continuación:



**Figura 1.** Organigrama de la empresa Plantaciones Minar S. A.

### III. JUSTIFICACIÓN

Para incrementar la productividad en el cultivo de hule natural e incrementar la producción de látex por pica se han implementado una serie de técnicas para prolongar el goteo, reducir el área de pica, combinar sistemas de pica y estimulación, con la finalidad de definir un sistema de explotación. Las plantaciones de hule natural del sur-occidente de Guatemala, ante la crisis de los precios de los hules técnicamente especificados calidad SGR-20, que en durante el año 2015 han caído desde \$1.45 a \$1.05 kg (Grupo Introsa, 2015), han obligado al desarrollo de sistemas de explotación para prolongar la vida económica de las plantaciones, disminuyendo la intensidad de pica y pasando de un sistema  $\frac{1}{2}$  Sd/2 6d/7 a  $\frac{1}{2}$  S d/3 6d/7,  $\frac{1}{2}$  S d/4 7d/7 a sistemas de  $\frac{1}{8}$  Sd/3 7d/7 5% Et.

La estimulación mediante la aplicación de ethephón al árbol de hule natural también ha sido aprovechada por los técnicos, teniendo por objeto aumentar el período de flujo de látex. El ethephón conduce a la producción de etileno en los tejidos de la corteza, ya sea directamente por la aplicación de un producto que libera etileno (Ethrel®, Cetrims®, Cetrips®, Ethard®) o indirectamente por aplicación de diversos productos minerales u orgánicos e incluso por traumatismo físico.

La búsqueda de alternativas técnicas que ayuden a minimizar los costos de producción ante la actual crisis del precio del hule natural y que también prolonguen la vida productiva de las plantaciones y que expresen su potencial genético de producción, 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 evaluó la aplicación del etileno mediante dos estados: consistencia gel aplicada mediante un cepillo dental en una banda de 1.0 cm sobre corteza regenerada y la aplicación de etileno gaseoso mediante La técnica RRIMFLOW® donde el estimulante gaseoso fue administrado intermitentemente al tejido laticífero. La aplicación se realizó sobre un sistema de explotación desarrollado en finca Minar el cual es denominado pica de 4 pulgadas de espiral ascendente cada 3 días con estimulación al 5% de concentración.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

- Participar en el proceso de producción de hule natural a través de la Sistematización de la Práctica Profesional en la Empresa Minar S. A., Cuyotenango, Suchitepéquez.

### **4.2 Específicos**

- Comparar el efecto de la aplicación de etileno gaseoso y etileno gel al 5% de concentración, en un sistema de explotación de pica de cuatro pulgadas de espiral ascendente en el cultivo de hule.
- Establecer el costo de producción operacional de cada una de las presentaciones de ethephón.
- Participar en la supervisión de las actividades agronómicas del cultivo de hule en la finca El Minar.

## **V. PLAN DE TRABAJO**

### **5.1 Descripción del área de trabajo específica**

La práctica profesional supervisada se realizó en el área productiva dedicada al manejo del cultivo de hule natural, en las secciones de almácigos, plantaciones en explotación, principalmente la sección de estimulación, producción de látex, y manejo del cultivo.

#### **5.1.1 Área de producción**

Esta es manejada por el administrador de producción, el cual se encarga de supervisar todas las actividades agrícolas del área en pica, control de plagas y enfermedades, estimulación, control de malezas, así mismo como organizar los talleres de capacitaciones del personal productivo.

El área de producción tiene como objetivo mantener la productividad de las plantaciones y producir materia prima que cumpla con los estándares de calidad además de desarrollar técnicas que aseguren la productividad de la finca.

### **5.2 Programa a desarrollar**

#### **5.2.1 Manejo de la producción y supervisión de la pica**

Se participó en esta actividad ya que es la principal de la finca en esta área se realizaron controles sobre la calidad de pica, aplicación de estimulantes, control de plagas y enfermedades y control de malezas.

#### **5.2.2 Investigación de sistemas de explotación y uso de estimulantes**

En esta actividad se dirigió, supervisó, recolectó y analizaron los datos que se obtuvieron en la investigación. Como resultado se elaboró un informe sobre los resultados obtenidos se elaboraron conclusiones y se emitieron recomendaciones.

#### **5.2.3 Capacitación y supervisión de personal de pica**

La actividad consistió en promover lo que se denomina en la empresa como “Espíritu Minar” y que consiste en incrementar la autoestima de los trabajadores dedicados a la pica, busca que todos sus participantes sean personas con más calidad humana, fundamentada en los valores de la empresa, siendo buenos trabajadores, buenos amigos, buenos padres de familia y promover el desarrollo en todos.

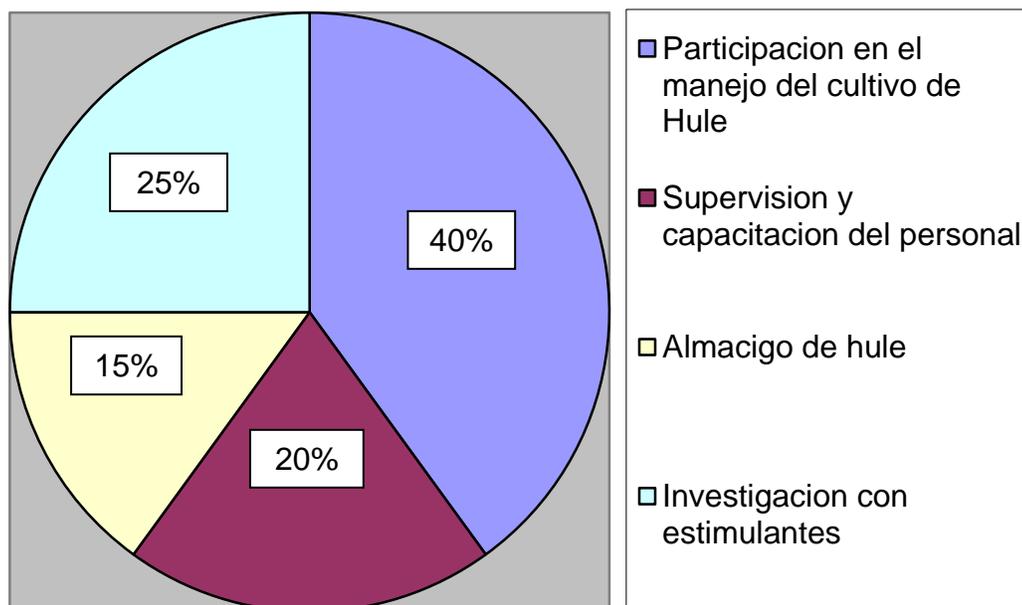
Esta actividad se llevó a cabo por la visión del propietario, la cual siempre ha sido innovadora y buscando que su empresa este a la vanguardia como empresa productora de hule. Se realizaron ocho reuniones con el personal de supervisión de producción y de pica.

#### 5.2.4 Almacigos de hule natural

Se participó en actividades de arranque, despatronado, poda de raíces, aplicación de antitranspirantes (parafina), siembra, riegos, fertilización, control de plagas y enfermedades de tocones sembrados en bolsas de polietileno.

#### 5.3 Sistematización de la práctica

En la figura 2, 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 Plantaciones Minar.



**Figura 2.**Distribución del tiempo en la realización de la práctica.

## 5.4 Cronograma de Actividades

Semana

ACTIVIDADES A REALIZAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Marcación y equipamiento árboles de hule																								
Supervisión de pica																								
Estimulación de árboles de pica																								
Control de enfermedades en el panel de pica																								
Platicas con supervisores de pica																								
Arranque tocones de hule																								
Siembra almacigo de hule																								
Manejo agronómico almacigo de hule																								
Tabulación de datos de producción																								

## 5.5 Metas propuestas

- Validar información sobre el rendimientos en kg/ha para el sistema de pica de 4 pulgadas en espiral ascendente con pica a cada tres días con estimulación gel y estimulación gaseosa en el clon RRIM 600.
- Participar en las actividades de arranque, poda de raíces, despatronado, parafinado y siembra de tocones de hule en bolsa de polietileno.
- Realizar labores de supervisión de pica, aplicación de estimulante y control de enfermedades del panel de pica
- Determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos en el sistema de pica de cuatro pulgadas mediante la estimulación gel y estimulación gaseosa.

## VI. VARIABLES DE ESTUDIO

### a. Rendimiento (kg/hule seco/ha/año)

Para determinar el rendimiento de kg/hule seco/ha/año, se realizó en dos fases, a partir del contenido de hule seco del látex, el goteo posterior a la colecta del látex se coagulo de manera natural en la taza, a este coagulo de taza o “chipa” se le determinó también el contenido de hule seco, la sumatoria de los dos valores constituyo el rendimiento. La producción se pesó en kilogramos de látex y kilogramos de “chipa” por cada unidad experimental, la recolecta del látex se realizó 10:00 de la mañana del mismo día que se picó. Posterior a ello se pesó el látex y se obtuvieron los kilogramos de hule húmedo, una vez obtenido del porcentaje de contenido de hule seco se realizó la transformación de kilogramos de látex a kilogramos de hule seco por hectárea, el acumulado permitió determinar el rendimiento por año.

### b. Determinación del porcentaje de hule seco (D.R.C.)

Para determinar el porcentaje de hule seco D.R.C., se enviaron 42 muestras de látex, 21 muestras por cada tratamiento, cada muestra con un volumen de 500 mililitros de látex. Para la obtención de la muestra de látex se mezcló la producción de los 25 árboles en una cubeta y luego se tomó una parte de cada tratamiento. Se enviaron muestras de látex después de la primera estimulación de cada mes, de las tres picas consecutivas a la estimulación o sea 1 muestra por tratamiento 3 veces en el mes, durante todo el desarrollo de la investigación.

### 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 que dejaron de producir látex 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. Costos de producción**

Para determinar el costo de producción de cada tratamiento de la investigación, se tomó en cuenta cada una de las actividades que se realizaron, primero se determinó el costo total de producción para cada tratamiento, posteriormente se agrupará en el esquema o formato específico para elaborar el costo de producción. Los dos grandes rubros del formato son los costos directos e indirectos, los cuales se utilizarán para determinar los costos totales y la rentabilidad de cada tratamiento, se utilizaron las siguientes formulas:

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Total producción} \times \text{Precio unitario}$$

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingresos brutos} - \text{Costos totales.}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingresos netos} \times 100}{\text{Costos totales}}$$

### **6.1 Metodología de manejo del experimento**

#### **6.1.1 Materiales y métodos**

##### **6.1.1.1 Materiales**

- 50 árboles del clon RRIM-600, con un diámetro promedio de 0.35 metros
- 1 gubia para picar
- 1 piedra para afilar cuchilla
- 1 Tambo con capacidad de 5 galones
- 10 costales de nylon
- 1 Cepillo dental
- 25 kit para aplicación de estimulación gaseosa
- Libreta de campo
- Pintura de aceite para la identificación de los árboles y los tratamientos (2 colores)
- Computadora para realizar el análisis de la información que se genera durante el proceso de la investigación
- Una balanza de 180 kg

- Una cinta métrica
- 50 Tazas (guacales).
- 50 ganchos.
- 50 canales de goteo (espitas)-
- Etileno gel
- Etileno gaseoso

## **6.2 Método experimental**

Debido a que se comparó las medias de dos grupos diferentes, se utilizó la prueba paramétrica t-Student con un valor  $p \leq 0.05$ ,

### **6.2.1 Material experimental**

Se utilizaron 50 árboles de hule clon RRIM 600 de 15 años de edad donde se evaluó la aplicación de etileno gel y la aplicación de etileno gaseoso. Se utilizaron 25 árboles estimulados con ethephón gel y los otros 25 árboles con etileno gaseoso a una concentración del 5%.

### **6.2.2 Factor a estudiar**

El factor a estudiar fue el efecto de la aplicación de etileno gel y etileno gaseoso a una concentración del 5%, aplicado en paneles de árboles de hule bajo el sistema de explotación de pica de 4 pulgadas en espiral ascendente con pica a cada 3 días.

## **6.3 Descripción de los tratamientos**

### **a. Tratamiento 1**

Sistema de explotación de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente con pica a cada 3 días, estimulado con etileno gaseoso a una concentración del 5%, con aplicaciones a cada 10 días.

### **b. Tratamiento 2**

Sistema de explotación de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente con pica a cada 3 días, estimulado con etileno gel a una concentración del 5 % con aplicaciones a cada 10 días.

### 6.3.1 Unidad experimental

La unidad experimental la constituyeron 25 árboles los cuales están sembrados bajo el marco de siembra de calles y avenidas con distanciamientos de siembra de seis metros entre surco y 3 metros entre árboles.

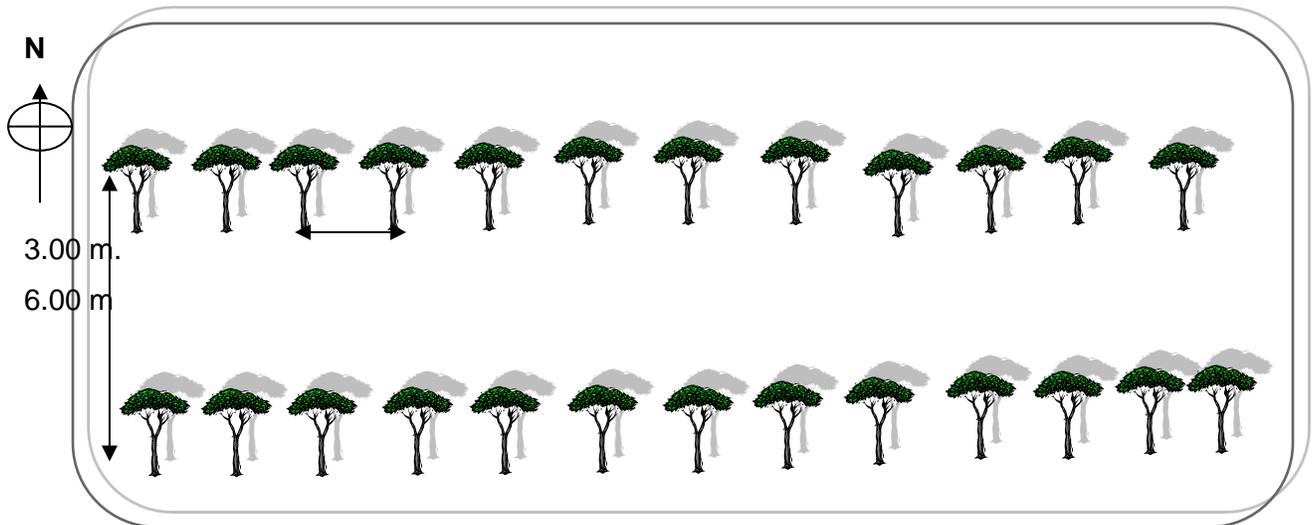


Figura 3. Número de árboles por unidad experimental.

## 6. 4 Manejo del experimento

### a. Características del lugar del experimento

La plantación de hule evaluada está ubicada en finca Minar, en el sector San Pedro 2, clon RRIM-600, de 13 años de explotación, con un distanciamiento de 6m entre surco y 3m entre planta, la explotación se ha estado realizando en corteza regenerada en un sistema de pica  $\frac{1}{2}$  s↓ d/3 más estimulante etephon al 2.5% con una frecuencia de aplicación de 20 días cada media tarea (350 árboles).

### b. Marcación del panel de pica

La marcación del panel de pica, se realizó con el auxilio de una plantía de cartón donde se tenía el trazo con un ángulo de  $45^{\circ}$  de inclinación, la banderola tiene las siguientes dimensiones: 31 cm de largo \* 10 cm de ancho.

### c. Apertura del panel de pica

Se realizó con una cuchilla de pica R-2, realizando dos cortes descendentes hasta alcanzar un espesor de 2.00 mm antes de alcanzar la zona de cambium.

## **d. Estimulación**

### **d.1 Estimulación con gas etileno**

Se realizó a cada 10 días, insertando la pistola dosificadora en la válvula receptora, inyectándose a la manguera que está inserta en el aplicador 3G. Aplicando un pistolazo por árbol.

### **d.2 Estimulación con etileno gel**

Se aplicó sobre corteza regenerada a cada 10 días, utilizando un cepillo de dental y aplicándolo de derecha a izquierda en la carrera de pica.

## **e. Frecuencia de pica**

La frecuencia a la cual se realizó la pica fue a cada tres días (d/3). Dando inicio la actividad a las 4:00 de la mañana y finalizando a las 7:30 de la mañana.

## **g. Profundidad de pica**

La profundidad a la que se realizó la pica fue de aproximadamente 0.7 – 1 mm De la zona ce cambium.

## **h. Consumo de corteza**

El consumo de corteza por pica osciló en un grosor aproximado de 1.5 – 2.0 mm

## **i. Control de malezas**

El control de malezas se realizó mediante una limpia manual (chapeo) de toda el área de la investigación, realizando dos limpias, una al inicio de la investigación (mes de mayo) y la otra a finales de la investigación (mes de noviembre).

## **j. Control de enfermedades**

Para el control de enfermedades se realizaron aplicaciones preventivas de 0.025 litros de Folpan® (folpet) y 0.025 litros de Mirage® (prochloraz) por 3.785 litros de agua, en dosis de 1 litro por tarea y 0.002 litros por árbol aplicados sobre el panel de pica para prevenir moho gris (*Ceratocystis fimbriata*) y raya negra (*Phytophthora palmivora*). Con aplicaciones a cada 15 días.

## **6.5 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. Se compararon las medias de los dos grupos, utilizando la prueba paramétrica t-Student con un valor  $p \leq 0.05$ ,

El análisis económico se realizó mediante el registro de los costos de inversión realizado en cada uno de los tratamientos, de igual manera se llevó un control de los ingresos generados por concepto de venta de látex. 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.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos se analizaron mediante el estadístico t-Student, para la comparación de dos grupos independientes, los cuales estuvieron representados por la aplicación de etileno gaseoso y etileno gel, en un sistema de explotación de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente, realizado en finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez.

### 7.1 Rendimiento (kg/hule seco/ha/año)

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo del efecto de la aplicación de etileno gaseoso y gel, se presentan a continuación.

**Cuadro 6.** Rendimiento de hule seco en kg/ha, obtenido a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

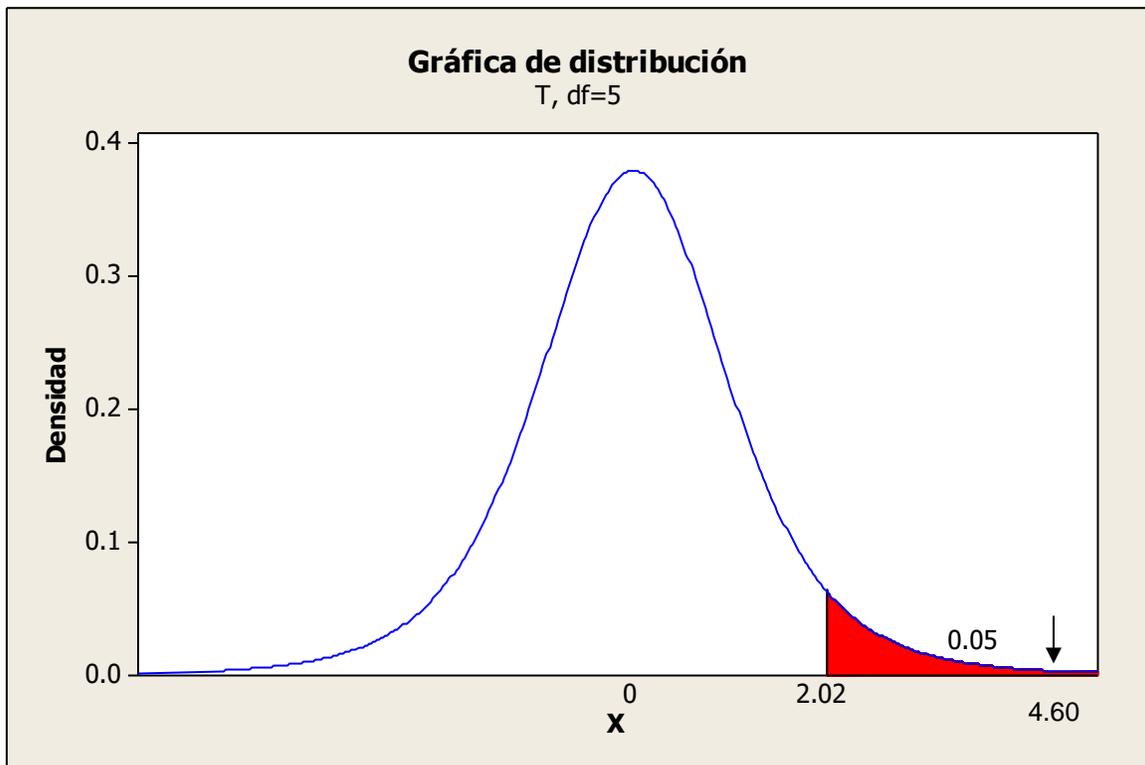
Trat	Sistema de explotación	Tipo estimulación	Rendimiento de hule seco	
			kg/ha/pica	kg/ha/año
T1	4' S $\uparrow$ d/3 7/7d, Et 5%, Pa 20/y.	Gaseosa	32.68	3137.72
T2	4' S $\uparrow$ d/3 7/7d, ET 5%.Pa, 20/y.	Gel	24.88	2388.48

Los valores medios obtenidos de 24 muestras durante el manejo del experimento, se analizaron estadísticamente mediante la prueba t-Student para determinar si existe diferencia estadística significativa en el rendimiento de kilogramos de hule seco por hectárea por año al aplicar el etileno de forma gaseosa o en forma de gel.

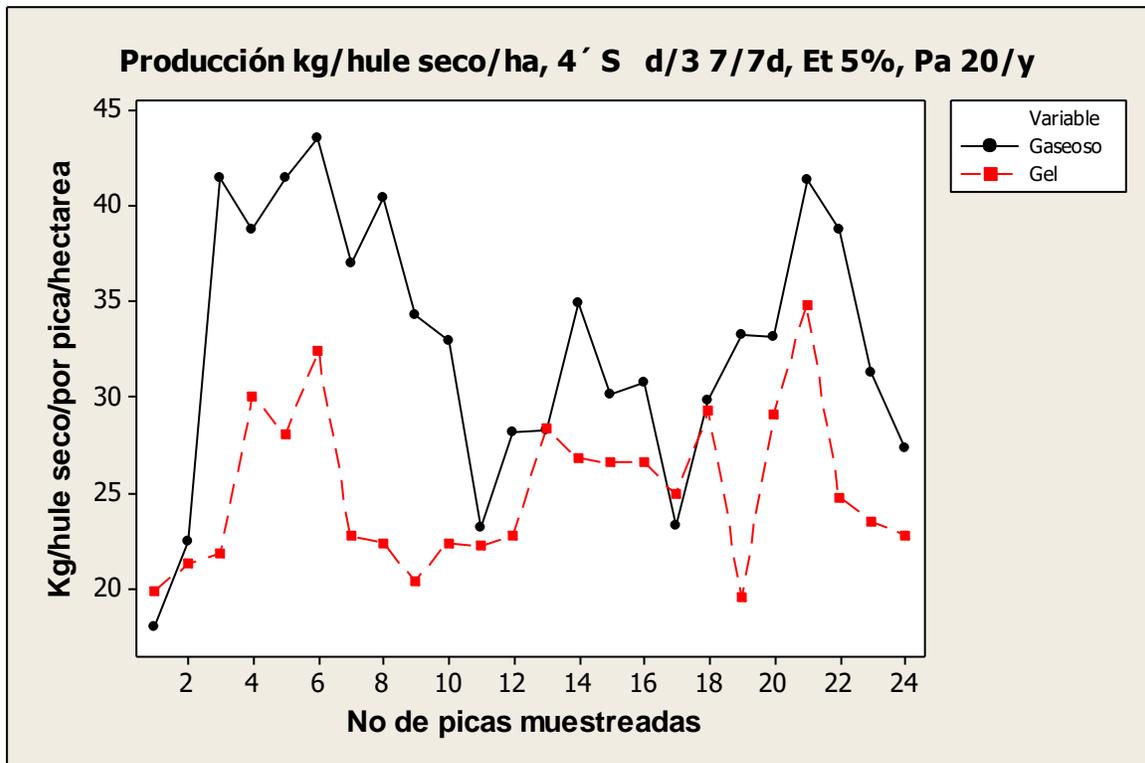
**Cuadro 7.** Prueba t-Student para el rendimiento de hule seco en kg/ha, obtenido a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

FV	N	Desviación		Media del error estándar	IC de 95%	T	P≤0.05
		Media	Estándar				
Gas	24	32.67	4.06	0.83	(4.23 - 10.81)	4.60	0.000
Gel	24	24.88	6.90	1.40			

Al realizar la comparación de las medias de los rendimientos de kilogramos de hule seco por hectárea, la prueba t-Student muestra que existe diferencia estadística significativa entre la aplicación del etileno para estimular la producción de látex, siendo la mejor opción de aplicación la forma gaseosa. El contraste de hipótesis, prueba que  $\mu_0 \neq \mu_a$ , por lo que al tener al valor  $P < \alpha$ , se acepta la hipótesis de que al comparar las medias de rendimientos de kg/ha obtenidos a partir del sistema de aplicación del etileno, la modalidad de aplicación permitiría tener diferencia estadística en los rendimientos. Al colocar los valores de distribución de la “t” calculada y “t” tabulada en la gráfica, podemos confirmar la aceptación de la  $H_a$ , ya que el valor crítico queda en el área de rechazo de la  $H_0$ .



**Figura 4.** Distribución de los valores obtenidos en la prueba t-Student, para el rendimiento de hule seco en kg/ha, obtenido a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.



**Figura 5.** Comportamiento de la producción de hule seco en kg/ha, obtenido a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

La gráfica del comportamiento de la producción para cada una de las modalidades de aplicación del etileno al panel de pica muestra que el sistema de aplicación de etileno de forma gaseosa bajo el sistema de explotación 4' S ↑ d/3, 7/7d, Et 5%, Pa 20/y, muestra que bajo esta modalidad de aplicación se obtienen los mayores rendimientos. El sistema de explotación 4' S ↑ d/3, 7/7d, Et 5%, Pa 20/y, estimulado mediante la aplicación de etileno gel, se tiene que en el primero y dieciséis muestreo son los únicos momentos en que la producción fue mayor, este sistema se muestra más estable en el comportamiento de la producción, mientras la aplicación de etileno gaseoso tiene variaciones bruscas en el comportamiento de la producción.

### 7.2 Porcentaje de contenido hule seco o D. R. C.

Se realizó en dos fases; el contenido de hule seco para látex de campo, y el contenido de hule seco para “chipa”, con estos dos valores se procedió a calcular el rendimiento de kg/hule seco, para cada una de las modalidades de aplicación de etileno.

**Cuadro 8.** Porcentaje de contenido de hule seco por mes para látex y coágulo de taza de segunda obtenido a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

Mes	Estimulación gaseosa		Estimulación gel	
	Látex	Coágulo de taza	Látex	Coágulo de taza
Mayo	31.14	58.15	31.58	58.95
Junio	26.47	55.90	31.00	56.73
Julio	25.11	48.00	30.00	47.00
Agosto	25.22	50.70	30.00	51.40
Septiembre	29.00	51.10	32.24	51.40
Octubre	31.63	51.53	29.47	51.96
Noviembre	33.18	51.70	31.99	52.05
Diciembre	30.19	52.82	33.45	53.07

A los valores medios de porcentaje del contenido de hule seco para cada una de las modalidades de aplicación de etileno gaseoso como etileno gel se comparó a través del estadístico paramétrico t-Student, la prueba se presenta en el cuadro 9

**Cuadro 9.** Prueba de “t”, para el porcentaje de contenido de hule seco mensual para látex a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

FV	N	Media	Desviación Estándar	Media del error estándar	IC de 90%	T	P≤0.10
Gel	8	31.22	1.35	0.48	(0.345–4110)	2.24	0.060*
Gas	8	28.99	3.08	1.09			

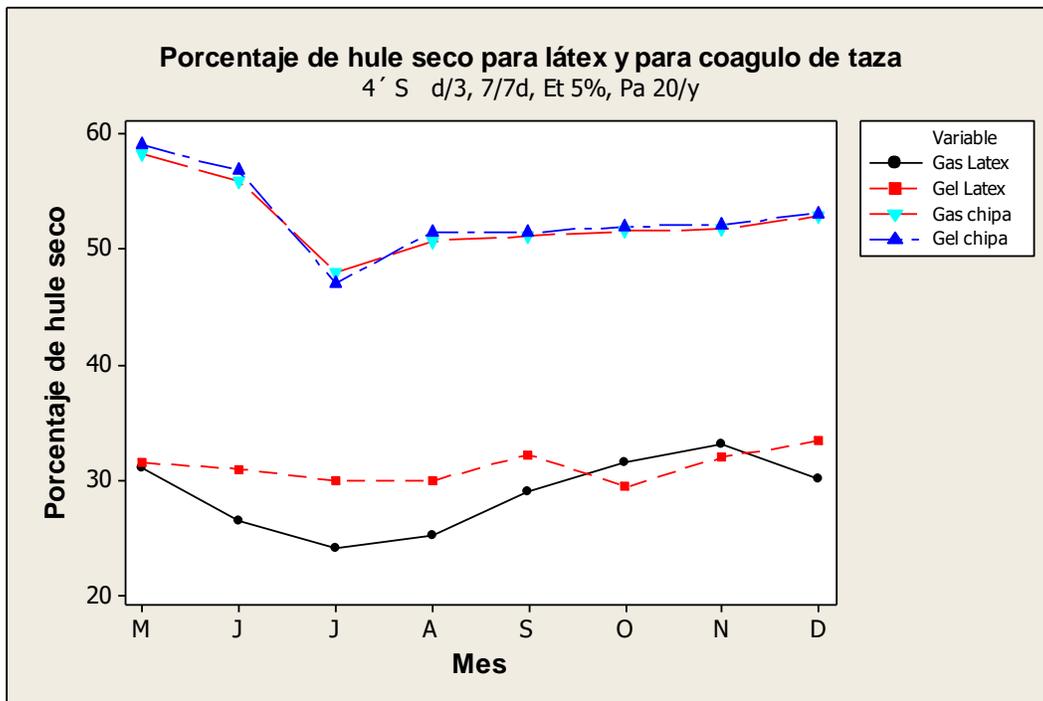
Al comparar las medias del porcentaje de contenido de hule seco del látex mensual a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente. La prueba a un nivel de significancia  $\alpha = 0.10$  nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de hule

seco, por lo que para esta variable la aplicación del ethephon en forma gel permite obtener un mejor rendimiento en kg/ha/año.

**Cuadro 10.** Prueba de “t”, para el porcentaje de contenido de hule seco mensual para coágulo de taza o “chipa”, a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

FV	N	Desviación		Media del error estándar	IC de 95%	T	P≤0.05
		Media	Estándar				
Gas	8	52.49	3.18	1.10	(-4.02 – 3.35)	-0.20	0.848 <sup>NS</sup>
Gel	8	52.82	3.63	1.30			

La comparación de medias del porcentaje de contenido de hule seco para coágulo de taza o “chipa”, no muestra diferencia estadística significativa entre las modalidades de aplicación del etileno al panel de pica para estimular la producción, por lo que este parámetro no se ve afectado por ninguna de las dos modalidades evaluadas.



**Figura 6.** Contenido de porcentaje de hule seco tanto para látex como para coágulo de taza o “chipa”, a partir de la estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

Al analizar la curva del comportamiento del contenido de hule seco, expresado en porcentaje, tanto para látex como para coagulo de taza, el análisis estadístico no mostró diferencia estadística significativa, al ver el comportamiento del contenido de hule seco para coagulo de taza o chipa este es muy similar y tienen el mismo comportamiento durante los 8 meses que se le dio seguimiento. Para el contenido de hule seco para látex vemos más variación entre los dos sistemas, el contenido de hule seco se muestra más estable para la estimulación con etileno aplicado como gel, mientras que para estimulación gaseosa se tiene más variación entre un mes y otro.

### 7.3 Incidencia de corte seco

Como efecto de la aplicación de estimulante al panel de pica en el árbol de hule natural, se ha tenido en evaluaciones anteriores la ausencia de producción de látex en la carrera de pica, para esta evaluación se dio seguimiento a esta variable. Los datos se tomaron sobre la base de una tarea de pica de árboles que realiza una persona, para este caso se midió en 700 paneles de pica, los datos se presentan a continuación.

**Cuadro 11.** Porcentaje de incidencia de corte seco acumulado en cada uno de los sistemas de estimulación con etileno gaseoso y gel bajo el sistema de explotación de 4 pulgadas de espiral ascendente.

Tratamiento	Sistema de explotación	Tipo estimulación	Incidencia de corte seco (%)
T1	4' S ↑ d/3 7/7d, Et 5%, Pa 20/y.	Gel	1.28
T2	4' S ↑ d/3 7/7d, Et 5%. Pa, 20/y.	Gaseosa	1.14

Los muestreos realizados luego de realizada la pica, mostraron que para el sistema de explotación con estimulación gaseosa en una tarea de 700 árboles se tuvieron 8 paneles que no producían látex, teniendo para este sistema un porcentaje del 1.14% de corte seco. Para el sistema de explotación donde se aplicó el etileno como estimulante en consistencia gel se tuvo una que por cada tarea de pica de 700 árboles. 9 presentaron ausencia de producción de látex, teniendo un porcentaje del 1.28% acumulado. Al comparar estos porcentajes acumulados de corte seco con la recomendación técnica de la Gremial de huleros de Guatemala (Gremhule, 2000), los

rangos deberían ser arriba del 5%, por lo que los valores tabulados están en un rango bajo, por lo que la longitud de corte, la frecuencia de aplicación, la concentración y la modalidad de aplicación, no están causando efecto colateral al panel de pica de los árboles.

#### 7.4 Análisis económico

El análisis económico, toma especial relevancia cuando en una investigación los tratamientos que se evalúan o comparan no presentan diferencias estadísticas significativas. En los cuadros siguientes se presentan, los costos en los que se incurrió para cada una de las formas de aplicación del estimulante al panel de pica, estimulación gaseosa y gel.

**Cuadro 12.** Costo de producción por hectárea estimulando con etileno gaseoso en finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez

<b>Mano de obra</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>		<b>Total</b>	
Marcación de paneles de pica	423	Árbol	Q 0.12	Q	50.76	
Colocación equipo RRIM FLOW	370	Equipo	Q 0.75	Q	277.50	
Colocación gancho, taza y espita	423	Árbol	Q 0.12	Q	50.76	
Pica	43.2	Jornal	Q 108.78	Q	4,699.30	
Aplicación estimulante	4.66	Jornal	Q 108.78	Q	506.91	
Aplicación fungicida	10.6	Jornal	Q 108.78	Q	1,153.07	
Recolección de látex y chipa segunda	7.2	Jornal	Q 124.00	Q	892.80	
Supervisión de producción	2.94	Jornal	Q 135.00	Q	396.90	
Control de malezas (manual)	45.36	Cuerdas	Q 14.00	Q	635.04	
Revisión equipo RRIM FLOW	2	Jornal	Q 108.78	Q	217.56	
<b>Sub-Total</b>					<b>Q 8,880.60</b>	
<b>Materiales e insumos</b>						
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>		<b>Total</b>	
Gubia	1	Gubia	Q 38.00	Q	38.00	
Piedra de afilar gubia	1	Piedra	Q 49.95	Q	49.95	
Equipo RRIM FLOW®	370	Equipo	Q 11.45	Q	4,236.50	
Fungicida	0.2	Litro	Q 200.00	Q	40.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>Q 4,364.45</b>	
<b>Total</b>					<b>Q13,245.05</b>	

**Cuadro 13.** Costo de producción por hectárea estimulando con etileno gel en finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez

<b>Mano de obra</b>					
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Marcación de paneles de pica	423	Árbol	Q 0.12	Q	50.76
Colocación Gancho, Taza y Espita	423	Árbol	Q 0.12	Q	50.76
Pica	43.2	Jornal	Q 108.78	Q	4,699.30
Aplicación Estimulante	4.66	Jornal	Q 108.78	Q	506.91
Aplicación Fungicida	10.6	Jornal	Q 108.78	Q	1,153.07
Recolección de Látex y Chipa segunda	7.2	Jornal	Q 124.00	Q	892.80
Supervisión de Producción	2.94	Jornal	Q 135.00	Q	396.90
Control de Malezas (Chapea)	45.36	Cuerdas	Q 14.00	Q	635.04
<b>Sub-Total</b>				<b>Q</b>	<b>8,385.54</b>
<b>Materiales e Insumos</b>					
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Gubia	1	Gubia	Q 38.00	Q	38.00
Piedra de afilar gubia	1	Piedra	Q 49.95	Q	49.95
Estimulante Optilux® 10.4 SL	2.22	Litros	Q 169.00	Q	375.18
Fungicida	0.2	Litro	Q 200.00	Q	40.00
<b>Sub-Total</b>				<b>Q</b>	<b>503.13</b>
<b>Total</b>				<b>Q</b>	<b>8,888.67</b>

**Cuadro 13.** Resumen de Ingresos, Costos, Utilidad y Rentabilidad, en la comparación de dos presentaciones de Etephon en hule, finca Minar, Cuyotenango, Suchitepéquez

Concepto	Ingreso Q.	Costo Q	Utilidad Q	Índice de rentabilidad
Estimulación gel	32,665.11	8,888.67	23,776.44	2.67491537
Estimulación gaseosa	42,437.10	13,245.05	29,192.05	2.20399696

En relación al rubro de costos, el cuadro 13 muestra que económicamente la estimulación de etileno gel tiene el mayor índice de rentabilidad comparado con la estimulación con etileno gel. El costo total al realizar estimulación gaseosa asciende a Q 13,245.05; esto debido al costo que tiene el equipo de aplicación del RRIM FLOW<sup>®</sup>, mientras que para la estimulación con etileno gel, el costo fue de Q 8,888.67. Por lo que al comparar la aplicación de etileno gaseoso, con la aplicación de etileno gel, se tiene una diferencia de Q 4,356.38 por hectárea a favor de la estimulación de etileno gel.

Haciendo la comparación, con respecto al índice de rentabilidad, también la presentación gel resulta ser más rentable; con un índice de rentabilidad de 2.67, teniendo 0.47 puntos más que la presentación gaseosa. Este dato permite inferir que la estimulación con etileno gel resulta ser 47% más rentable que la estimulación gaseosa.

De acuerdo al análisis económico, todo productor lo que busca son ingresos obteniendo la mayor rentabilidad de sus actividades agrícolas, Con el sistema de estimulación gaseosa se obtienen mayores ganancias que con el sistema de estimulación gel, pero el riesgo es mayor pues si queremos obtener mayores ganancias tenemos que invertir en la tecnología del sistema de estimulación gaseosa.

## VIII. CONCLUSIONES

- El rendimiento de hule seco promedio obtenido en kilogramos por hectárea por año fue de 3137.72 para la estimulación con etileno gaseoso y para la estimulación de etileno gel fue de 2388.84 kilogramos, obteniendo mayor rendimiento por hectárea al realizar la estimulación de forma gaseosa. El análisis estadístico al comparar las medias de producción a través de la prueba t-Student mostró diferencia estadística significativa para sistema de aplicación, siendo el tratamiento estimulación con etileno gaseoso el mejor.
- El sistema de explotación 4' S  $\uparrow$  d/3 7/7d, Et 5%, Pa 20/y, manejado con estimulación ya sea gaseosa o gel, a pesar de tener una longitud de corte de 4' tienen una producción de látex y coágulo de taza que hace rentable su uso. Económicamente la estimulación con etileno gel tiene un índice de rentabilidad de 2.67, teniendo 0.47 puntos más que la presentación gaseosa. Este dato permite inferir que la estimulación con etileno gel resulta ser 47% más rentable que la estimulación gaseosa
- El contenido de hule seco (D. R. C.) para látex, de acuerdo con los datos obtenidos y a un nivel de significancia  $\alpha = 0.10$  muestra diferencia estadística significativa al estimular al árbol con etileno gel, los valores para estimulación gaseosa en látex fueron de 28.99% y para la presentación gel de 31.32%. Para coágulos de taza o "chipa" el contenido de hule seco para la estimulación de etileno gaseoso fue de 52.48% y para la estimulación con etileno gel fue de 52.80%. Tanto para látex como para coágulos de taza no se tuvo diferencia estadística significativa para el contenido de porcentaje de hule seco.
- La incidencia de corte seco fue mínima, con datos de 1.14% para la estimulación gaseosa y de 1.28% para la estimulación de etileno gel, siendo resultados muy buenos al compararlo con resultados de otros sistemas de explotación.

- Durante el proceso de sistematización de la práctica se participó en actividades agronómicas como: controles de la calidad de pica, aplicación correcta de estimulantes, aplicación de fungicidas para control de enfermedades de panel de pica y control químico de malezas, esto en un área de 310 ha.
- En el área de propagación del cultivo se participó en actividades de arranque, despatronado, poda de raíces, aplicación de antitranspirantes (parafina), siembra, riegos, fertilización, control de plagas y enfermedades en 10,000 tocones sembrados en bolsas de polietileno.
- Dentro del aspecto de formación de valores por parte de la empresa hacia sus trabajadores se implementó el taller La Autoestima con trabajadores dedicados a la pica, esto talleres se realizan para cumplir con los valores de la empresa ya que se buscan buenos trabajadores, buenos amigos, buenos padres de familia y promover el desarrollo en todos, en la actividad participaron 7 supervisores y 95 picadores.

## IX. RECOMENDACIONES

- De acuerdo al análisis económico se recomienda para el sistema de explotación 4 pulgadas de espiral ascendente que se estimule con etileno gel a una concentración del 5%, ya que en la presente investigación por Q. 1.00 que se invirtió para este sistema de explotación se obtuvo Q. 1.67 de ganancia.
- Desde el aspecto agronómico se recomienda el sistema de explotación 4 pulgadas de espiral ascendente que se estimule con etileno gaseoso a una concentración del 5%, ya que con este se obtienen los mayores rendimientos en la producción y el menor número de árboles con corte seco.
- Para las condiciones de finca el Minar la adaptación del sistema de explotación de 4' S  $\uparrow$  d/3, 7/7d, Et 5%, Pa. ha permitido que las plantaciones tengan una mayor vida económica por árbol, explotar por más tiempo corteza virgen, utilizar menos agroquímicos para la protección del panel y obtener producciones similares a las obtenidas bajo el sistema de pica convencional, por lo que se recomienda el uso de este sistema en todas aquellas plantaciones con más de 11 años de explotación, manejándolas con estimulación ya sea gaseosa o gel.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, CF. (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.
- Alvarado P. JC. (1997). Manual de enfermedades del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala. Gremial de huleros de Guatemala, Guatemala, Gt. 54 p.
- Bonilla, G. (1998). Cómo hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas. UCA, editores. San Salvador, El Salvador. 342 p.
- Compagnon P. (1983). El Caucho Natural Biología-Cultivo-producción, Edición en español especial para GREMHULE Guatemala, 679 p.
- Gremhule (2000). Manual práctico 2,000 del cultivo de hule. Gremial de huleros de Guatemala, Guatemala C. A.
- Gremhule (2005). Calendario Hulero, Gremial de huleros de Guatemala, Guatemala C. A.
- Gremhule (2006). Potencial de Producción del Clon RRIM 600. Calendario Hulero, Gremial de Huleros de Guatemala, Guatemala C. A.
- Grupo Introsa (2015). Precio a proveedores de materia prima, Industria hulera de Caucho y Látex, consultado el 14/10/2015, disponible en: <http://www.grupointrosa.com/index.php/es/precios-es/precios-introsa-es>
- Holdridge, LR. (1978). Zonificación Ecológica de Suchitepéquez. Zonas de Vida Vegetal.
- Jacob J.L. (1995). Plantations, recherche, développement. CIRAD-CP. (Centro Internacional de Investigaciones y Desarrollo de la Agricultura, División de Cultivos Perennes). Montpellier. Francia. p 43-49.
- Jacob, JL. (1997). Una fábrica de caucho natural: "La hevea". Revista Mundo Científico No 159, Vol. 15.
- López, E. (2013, Febrero 15) Plantaciones El Minar, Consulta personal.
- Malaysian Rubber Board (1999). Proceedings of Seminar on Low Intensity Tapping Malaysia. 165 p.

- Mayorga, WR. (2005). Rendimiento de hule seco, en quince clones de hule (*Hevea brasiliensis*), con estimulación, en pica precoz, en la finca Santa Ana Mixpiya, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ingeniero Agrónomo, FAUSAC. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Palencia J, CV. (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.
- Peter, HR. (2005). Información general y cálculos básicos en la heveicultura. 3a. edición, Servicaucho S. A. Guatemala.
- Regil, P. (2000). 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.
- Revista Agricultura (2000). “La Salud de los Árboles de Hule”. Artículo de Gremial de Huleros de Guatemala. Ejemplar No. 32, Guatemala.
- Simmons, Ch. S.; Tárano T., J. M.; Pinto Z, J. H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala,
- Systems (LITS). Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- Tello, G. (1993). Evaluación de 4 concentraciones de ácido 2-cloroetil fosfónico en cuatro intensidades de pica, sobre la producción de hule (*Hevea brasiliensis*). Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.

## XI. ANEXOS



Figura 7. Equipo para estimulación gaseosa.



Figura 8. Colocación equipo para aplicación estimulante gaseoso.



Figura 9. Aplicación de pegamento para sellado de fugas.



Figura 10. Colocación de grapas para sostener el equipo.



Figura 11. Árbol de hule equipado para estimulación gaseosa.



Figura 12. Panel de pica 1/8 espiral pica inversa.



Figura 13. Tanque con etileno gaseoso.



Figura 14. Panel de pica estimulación líquida.

Cuadro 14. Rendimiento de hule seco en kg/ha, para sistema de estimulación gaseosa y gel, en panel de pica de 4 pulgadas de espiral ascendente en el clon RRIM 600.

No. muestreo	Estimulación gaseosa (Kg/ha)	Estimulación gel (Kg/ha)
1	17.9775	19.88244
2	22.446	21.303
3	41.41494	21.87288
4	38.75544	30.07944
5	41.4945	28.026
6	43.57638	32.4045
7	36.99	22.78944
8	40.39794	22.38588
9	34.335	20.43594
10	32.93388	22.39956
11	23.211	22.25106
12	28.21644	22.72644
13	28.233	28.35288
14	34.90344	26.7975
15	30.10644	20.1015
16	30.7485	26.57844
17	23.33844	24.91794
18	29.81538	29.36556
19	33.246	19.54188
20	33.16644	29.10294

No. muestreo	Estimulación gaseosa (kg/ha)	Estimulación gel (kg/ha)
22	38.78694	24.77106
23	31.33944	23.54994
24	27.35388	22.7835