

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**RESPUESTA EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE HULE (*Hevea brasiliensis*)  
A LAS APLICACIONES DE VINAZA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ, SAN ANDRÉS  
VILLA SECA, RETALHULEU, GUATEMALA, C.A.**

**Rubén Alejandro Velásquez Castellanos**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**RESPUESTA EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE HULE (*Hevea brasiliensis*)  
A LAS APLICACIONES DE VINAZA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ, SAN ANDRÉS  
VILLA SECA, RETALHULEU, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**Rubén Alejandro Velásquez Castellanos**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P. Agr. Josue Benjamin Boche Lopez
VOCAL V	Br. Sergio Alexsander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Guatemala, octubre de 2014

Guatemala, octubre de 2014

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación **RESPUESTA EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE HULE (*Hevea brasiliensis*) A LAS APLICACIONES DE VINAZA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ, SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU, GUATEMALA, C.A.**

como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato suscribirme.

Atentamente,

Rubén Alejandro Velásquez Castellanos

## **ACTO QUE DEDICO A:**

Dios, por todo el amor y bendiciones recibidas a lo largo de mi vida, por darme las fuerzas para luchar y alcanzar las metas que me he propuesto.

Mis padres Edgar Amilcar Velásquez Morales y Ana Elba Castellanos Ruiz de Velásquez Q.E.P.D. por creer en mí y ser un ejemplo a seguir en mi vida, por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional siempre.

Mi hermano, Edgar Amilcar por ser un amigo, un ejemplo de lucha y compartir conmigo tantos momentos especiales.

Mi esposa, Claudia por darme su amor incondicional estando conmigo en los momentos más difíciles de mi vida e inspirarme para ser cada día una mejor persona.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:**

Dios por brindarme la sabiduría para alcanzar esta meta y poner en mi camino a tanta gente buena que ah hecho posible que este trabajo se realice.

Mi padre por estar siempre a mi lado cuando lo necesito, siendo un amigo, y enseñándome que sin importar lo dura que sea la vida no debo dejar de luchar.

Mi madre Q.E.P.D. por brindarme su amor, guiándome por el comino correcto, estando siempre a mi lado alentándome a salir adelante y no dejarme vencer jamás.

Mi hermano, que siempre ha sido un ejemplo para mí, alcanzando lo que se propone sin importar lo difícil que sea.

Mi esposa, por apoyarme en cada momento dándome su amor y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mis padres por darme su amor, comprensión y apoyo estando siempre a mi lado para aconsejarme y empujarme a cumplir mis metas.

Mis amigos, Wolfgang, Manuel, Aarón, Icu, Otto, Cesar, Rodrigopor hacer que los años en la universidad sean inolvidables, gracias a cada uno ya que me apoyaron y brindaron su amistad incondicionalmente en todo momento.

Al personal del Ingenio Tumulá por la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un ambiente profesional y de amistoso apoyándome para poder culminar mis estudios.

Mi supervisor Dr. Marco Vinicio Fernández por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo.

Mi asesor Ing. Agr. Aníbal Sacbaja por su asesoría profesional, apoyo y valiosa colaboración en la realización de la presente investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
DIAGNÓSTICO DE LA SECCIÓN HULERA DEL INGENIO TULULÁ S.A., SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU. ....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS.....	4
1.4.1 Manejo del hule en el Ingenio Tululá.....	4
1.4.2 Problemática del cultivo.....	4
1.5 RESULTADOS.....	6
1.5.1 Información del Ingenio Tululá.....	6
1.5.2 Descripción Ecológica.....	7
1.5.3 Agroecosistema.....	9
1.5.4 Flora y Fauna.....	9
1.5.5 Visión y misión de la empresa.....	11
1.5.6 Administración.....	12
1.5.7 Recursos.....	13
1.5.8 Información de la sección hulera del Ingenio Tululá.....	14
1.5.9 Nuevas siembras.....	20
1.5.10 Jardín clonal.....	21
1.5.11 Almácigo y semillero.....	21
1.5.12 Riego.....	22
1.5.13 Almacenamiento de la producción.....	22
1.5.14 Seguridad.....	22
1.6 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA.....	23
1.7 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	24
1.8 CONCLUSIONES.....	25

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.9 BIBLIOGRAFÍA .....	26
CAPÍTULO II	
INFORME DE INVESTIGACIÓN	
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VINAZA AL SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE HULE ( <i>Hevea brasiliensis</i> ), EN LA FINCA TULULÁ EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS VILLA SECA, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU, GUATEMALA, C.A. ....	27
2.1 PRESENTACIÓN .....	28
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	30
2.3 MARCO CONCEPTUAL .....	31
2.3.1 Descripción botánica del hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	31
2.3.2 Morfología y crecimiento.....	32
2.3.3 Látex.....	34
2.3.4 Sistema laticífero .....	35
2.3.5 Clon .....	36
2.3.6 Caracterización de un clon .....	36
2.3.7 Clones comerciales de hule en Guatemala. ....	37
2.3.8 Fertilización .....	38
2.3.9 Exigencias nutricionales y síntomas de las deficiencias de estos. ....	39
2.3.10 Requerimientos agroclimáticos del cultivo.....	41
2.3.11 La vinaza .....	43
2.3.12 Otros usos de la vinaza .....	43
2.4 MARCO REFERENCIAL.....	45
2.4.1 Efecto de la vinaza en la producción de caña de azúcar .....	45
2.4.2 Localización .....	45
2.4.3 Ubicación geográfica .....	46
2.4.4 Ubicación del Ingenio Tululá S.A. ....	46
2.4.5 Composición de la vinaza.....	47
2.4.6 Descripción ecológica.....	47

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.5 OBJETIVOS .....	49
2.5.1 Objetivo general.....	49
2.5.2 Objetivos específicos.....	49
2.6 HIPÓTESIS .....	49
2.7 METODOLOGÍA .....	50
2.7.1 Antecedentes.....	50
2.7.2 Obtención de los tratamientos .....	50
2.7.3 Diseño experimental .....	51
2.7.4 Ubicación de la plantación donde se montó el ensayo .....	52
2.7.5 Manejo del experimento .....	52
2.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	53
2.8.1 Unidad experimental.....	53
2.8.2 Variables evaluadas .....	53
2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
2.9.1 Altura y diámetro de plantas .....	54
2.9.2 Análisis de varianza para la variable altura .....	55
2.9.3 Análisis de varianza para la variable diámetro .....	56
2.9.4 Resultados del análisis químico de suelos .....	57
2.9.5 Resultados del análisis foliar .....	60
2.9.6 Costos de la aplicación.....	61
2.10 CONCLUSIONES .....	62
2.11 RECOMENDACIONES .....	63
2.12 BIBLIOGRAFÍA .....	64
<b>CAPÍTULO III</b>	
INFORME FINAL DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ S.A. ....	67
3.1 PRESENTACIÓN.....	68
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA .....	69
3.3 OBJETIVO GENERAL .....	69

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
3.4 SERVICIOS PRESTADOS.....	69
3.4.1 Evaluación de cinco diferentes dosis de vinaza en la etapa de producción del cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	69
3.4.2 Definición del problema .....	69
3.4.3 Objetivos.....	70
3.4.4 Metodología.....	70
3.4.5 Resultados.....	73
3.4.6 Constancias.....	76
3.4.7 Diagnostico del sistema de riego aplicado al almácigo de hule.....	77
3.4.8 Definición del problema .....	77
3.4.9 Objetivos.....	77
3.4.10 Metodología.....	77
3.4.11 Resultados. ....	77
3.4.12 Evaluación.....	80
3.4.13 Jerarquización de problemas .....	80
3.4.14 Constancias.....	81
3.4.15 Apoyo en la supervisión de campo y elaboración de controles e informes internos en la producción de hule.....	82
3.4.16 Definición del problema.....	82
3.4.17 Objetivos .....	82
3.4.18 Metodología.....	82
3.4.19 Resultados .....	82
3.4.20 Conclusiones.....	93
3.4.21 Constancias.....	93

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Árboles presentes en el Ingenio Tululá.....	9
Cuadro 2. Malezas presentes en el Ingenio Tululá .....	10
Cuadro 3. Fauna presente en el Ingenio Tululá .....	10
Cuadro 4. Aves presentes en el Ingenio Tululá S.A. ....	10
Cuadro 5. Producción anual de chipa y látex. ....	14
Cuadro 6. Época de siembra, clones y distanciamientos de las plantaciones del ingenio Tululá. ....	15
Cuadro 7. Enfermedades presentes en la plantación.....	17
Cuadro 8. Resultado de Análisis químico de la vinaza.....	47
Cuadro 9. Requerimientos de macroelementos en kg/ha <sup>-1</sup> a la edad de 2-3 años del cultivo de hule ( <i>H. brasiliensis</i> ) con una densidad de siembra de 500 árboles/ha .....	50
Cuadro 10. Contenidos de minerales esenciales mayoritarios de la vinaza.....	50
Cuadro 11. Tratamientos evaluados y dosis aplicadas por mes a cada árbol.....	51
Cuadro 12. Cantidad de nutrientes aportados al suelo (gramos/planta) por cada tratamiento .....	54
Cuadro 13. Incremento promedio de altura (m) y de diámetro (cm) en las plantas de hule después de 4 meses de la aplicación de vinaza. ....	54
Cuadro 14. Cuadro de alturas promedio de cada bloque expresadas en metros.....	55
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable altura de plantas .....	55
Cuadro 16. Valores obtenidos de diámetro .....	56
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable diámetro .....	56
Cuadro 18. Resultado del análisis químico de suelos realizado 4 meses después de la aplicación a una profundidad de 0 a 15 cm.....	57
Cuadro 19. Resultados de los análisis foliares realizados 4 meses después de aplicada la vinaza. ....	60
Cuadro 20. Costos de aplicación en 100 plantas .....	61
Cuadro 21. Resultados de la medición en libras de producción después de la aplicación de vinaza.....	73
Cuadro 22. Resumen de la medición de producción después de la aplicación de vinaza. ....	75

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 23. Constancia de la aplicación de vinaza en plantación en producción. ....	76
Cuadro 24. Constancia del diagnóstico del sistema de riego .....	81
Cuadro 25. Control de aplicación de herbicida en plantación en producción y crecimiento .....	87
Cuadro 26. Control de limpieas en plantaciones en producción y crecimiento .....	87
Cuadro 27. Control de siembra .....	88
Cuadro 28. Control de resiembra .....	88
Cuadro 29. Control de producción de látex y chipa.....	89
Cuadro 30. Cuadro de la producción total acumulada por mes.....	89
Cuadro 31. Producción acumulada por sector por mes. ....	90
Cuadro 32. Consolidado de producción de libras húmedas. ....	90
Cuadro 33. Base de datos NH3 y VFA reportados por las empresas compradoras de látex.....	91
Cuadro 34. Comparación de la producción estimada y la producción real mensual de látex y chipa .....	92
Cuadro 35. Comparativo de kg secos de hule/sector 2010-2011 vrs. 2011 – 2012 .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Croquis del Ingenio Tululá S.A. ....	7
Figura 2. Organigrama administrativo del Ingenio Tululá S.A. ....	12
Figura 3. Organigrama departamento de heveicultura. ....	13
Figura 4. Árbol de problemas de la sección hulera. ....	23
Figura 5. Ubicación del Ingenio Tululá S.A. ....	46
Figura 6. Plantación donde se montó el ensayo.....	52
Figura 7. Comportamiento del Potasio (K) en el suelo por efecto de la aplicación de los tratamientos evaluados cuatro meses después de haber realizado la aplicación a una profundidad de 15 cm.....	58
Figura 8. Comportamiento del Magnesio (Mg) en el suelo por efecto de la aplicación de los tratamientos evaluados cuatro meses después de haber realizado la aplicación a una profundidad de 15 cm.....	59
Figura 9. Distribución de tratamientos a evaluar .....	71
Figura 10. Aplicación de vinaza en plantación en producción .....	75
Figura 11. Tamaño de las raíces al arrancar la planta del suelo.....	79
Figura 12. Distanciamiento de siembra .....	79
Figura 13. Encalado en plantaciones en crecimiento .....	84
Figura 14. Defoliación en el jardín clonal .....	85
Figura 15. Comportamiento de NH <sub>3</sub> y VFA.....	91

**RESPUESTA EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE HULE (*Hevea brasiliensis*)  
A LAS APLICACIONES DE VINAZA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ, SAN ANDRÉS  
VILLA SECA, RETALHULEU, GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

El presente documento muestra la integración de las tres fases ejecutadas en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el período comprendido de agosto 2012 a mayo de 2013. En esta última etapa el estudiante integra sus conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo. Los tres informes incluidos son el diagnóstico, investigación y los servicios realizados en la Empresa Ingenio Tululá S. A.

La primera fase consistió en la elaboración de un diagnóstico general del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), en la finca Tululá, municipio de San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu. Se realizaron entrevistas directas y observación en campo de las prácticas agronómicas realizadas. A partir de esto se pudo identificar cada una de las diversas actividades comprendidas desde la recolección de semilla hasta la producción y venta de la materia prima Látex y Chipa20 o de segunda. Con esta información se identificaron los servicios que se llevaron a cabo en la empresa y el tema de la investigación realizada.

La segunda fase está conformada por la investigación que lleva por nombre “Efecto de la aplicación de vinaza al suelo sobre el crecimiento en plantulas de hule (*Hevea brasiliensis*), en la finca Tululá en el municipio de San Andrés Villa Seca, Departamento de Retalhuleu, Guatemala C.A.”

Al analizar la información obtenida se detectó una problemática ambiental, causada por la vinaza de caña de azúcar obtenida en el proceso de obtención de alcohol, de allí la necesidad de evaluar los efectos que la aplicación de vinaza tiene en el crecimiento del cultivo de hule y en las propiedades químicas del suelo. Se realizó con la finalidad de

abrir una ventana más para el aprovechamiento de este subproducto y evitar que éste se convierta en un contaminante.

Durante el tiempo de evaluación no se observó diferencia significativa para las variables altura y diámetro. Mientras que el efecto en el suelo fue un incremento en la concentración de K y Mg; no así para P y Ca. Mientras que en el análisis de tejido vegetal se observó un incremento de N y Mg que evidencia de que estos elementos se encuentran disponibles a la planta.

En la última fase se describen los servicios realizados dentro del Ingenio Tululá S.A, en la sección hulera. Los servicios ejecutados fueron: 1) Evaluación de cinco diferentes dosis de vinaza en la etapa de producción del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), 2) Diagnóstico del sistema de riego en el almácigo del cultivo de hule, y 3) Apoyo en la supervisión de campo y elaboración de controles e informes internos.

## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA SECCIÓN HULERA DEL INGENIO TULULÁ S.A.,  
SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico ha sido elaborado con la finalidad de sistematizar y facilitar la obtención de información, para la identificación de los problemas con los que se cuenta en la sección hulera del Ingenio Tumulá S.A. fue necesario para que durante el desarrollo de la práctica profesional supervisada (EPS), del mes de agosto del año 2012 al mes de mayo del año 2013, se identificara una investigación que mejore el rendimiento de la plantación, y proponer servicios que brinden solución a la problemática detectada.

El presente diagnóstico se realizó en el Ingenio Tumulá, el cual se ubica geográficamente dentro de las coordenadas 14°30'16'' latitud Norte y 90°35'03'' longitud Oeste, en el kilómetro 4.5 carretera a La Máquina, en el municipio de San Andrés Villa Seca departamento de Retalhuleu.

El Ingenio Tumulá cuenta con un área total de 5,913.18 ha. Dentro de las cuales actualmente cuenta con dos cultivos, caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), teniendo como principal cultivo la caña de azúcar.

El cultivo de hule fue introducido alrededor del año 1965, ocupando una extensión de 122 ha. Aproximadamente. Los clones introducidos en ese entonces fueron GV-17, GV-31, GV-37 y GV308.

La extensión territorial ocupada por el cultivo de hule ha ido creciendo con el paso de los años, ya que se ha cubierto con hule los terrenos que no son apropiados para el cultivo de caña de azúcar. Logrando con esto tener actualmente un total de 470 ha.

La sección de hulera del Ingenio Tumulá S.A. cuenta con un jardín clonal, un semillero y un almácigo, ya que se realiza trabajos de renovación de cultivos y se tiene planificado sembrar áreas nuevas en el año 2013.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La plantación de hule en el Ingenio Tululá ha venido en aumento en cuanto al área que ocupa, y se tiene planificado que se sigan cubriendo áreas nuevas que no son aptas para el cultivo de caña de azúcar.

A pesar de esto, no se cuenta con un diagnóstico que permita conocer los problemas existentes en el cultivo de hule, para mejorar el rendimiento de la producción de látex y chipa.

Por lo tanto es importante darle respuesta a las siguientes preguntas.

- ¿Se podrá mejorar el manejo agronómico que se le da al cultivo de hule?
- ¿Cuáles son los principales problemas que afectan la producción del cultivo de hule?
- ¿Las dosis utilizadas para la aplicación de estimulante, son las adecuadas para las condiciones de campo del Ingenio Tululá S.A.?
- ¿Se cuenta con un plan de fertilización que se adapte a los requerimientos de la planta a nivel de almácigo?
- ¿Los clones sembrados, son los indicados para las condiciones de campo del Ingenio Tululá?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Diagnosticar el estado actual del cultivo de hule en el Ingenio Tululá S.A., con el fin de detectar la problemática y plantear soluciones, mejorando de esta forma la eficiencia de la producción de látex y chipa de segunda.

### 1.3.2 Específicos

- Analizar el manejo agronómico que ha tenido el cultivo de Hule.
- Detectar la problemática que presenta el cultivo de hule.
- Determinar las dosis adecuadas de estimulante.
- Analizar el plan de fertilización.
- Determinar el clon que mejor se adapta a las condiciones de suelo del Ingenio.

## **1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS**

### **1.4.1 Manejo del hule en el Ingenio Tzulá**

#### **1.4.1.1 Revisión de registros**

La información secundaria se obtuvo en los registros internos del Ingenio y en los archivos de la sección hule. La información obtenida fue la siguiente:

- Datos generales de la finca.
- Información administrativa.
- Años de siembra.
- Distanciamientos de siembra.
- Clones sembrados en la finca.
- Plan de fertilización.
- Plan de control fitosanitario.
- Plan de control de malezas.
- Sistemas de pica que se han utilizado.
- Nuevas siembras.
- Jardín clonal.
- Almacigo.
- Semillero.
- Riego.

Para esto se contó con la disponibilidad de una computadora, impresora y hojas de papel para impresión, así como también tesis y otras investigaciones realizadas en el Ingenio Tzulá.

#### **1.4.1.2 Sondeo**

Se realizó una entrevista informal al Ing. Jesús López, encargado del departamento de heveicultura, a los caporales y picadores, para confirmar la información obtenida a base de registros.

También se realizaron recorridos en área de cultivo para poder corroborar la información obtenida con el sondeo y obtener más información.

Para esto se contó con una motocicleta, libreta de campo, hojas de papel y lápiz.

### **1.4.2 Problemática del cultivo**

#### **1.4.2.1 Revisión de Bibliografía**

La información secundaria se obtuvo en la Gremial de Hule de Guatemala, manuales del cultivo de hule, tesis e investigaciones, revistas y publicaciones realizadas del cultivo del hule, para conocer aspectos generales del cultivo,

técnicas y productos nuevos que se encuentren disponibles en el mercado. Esto se hizo con ayuda de Internet y libros.

#### **1.4.2.2 Análisis de la problemática**

Con la problemática detectada se realizó un árbol de problemas para tener una idea clara de la problemática, sus causas y efectos.

#### **1.4.2.3 Jerarquización de los problemas**

Con los problemas encontrados se realizó una tabla de doble entrada, en la cuál el personal entrevistado dio una ponderación a cada problema, con la finalidad de jerarquizar la problemática.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Información del Ingenio Tumulá

#### 1.5.1.1 *Antecedentes históricos*

El Ingenio Tumulá es una empresa agroindustrial, fundada en el año 1914 por el señor Antonio Bouscayrol, dedicándose en sus inicios a la producción de panela con trapiches de caña, con el paso de los años el Ingenio Tumulá se convirtió en uno de los primeros productores de azúcar a nivel nacional. Actualmente el Ingenio Tumulá trabaja en un 80% con el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*) y un 20% con el cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*).

El cultivo de hule se introdujo alrededor del año 1965, inicialmente se cubrió una extensión aproximada de 122 ha. Con los clones GV-17, GV-31, GV-37, GV-308, obteniendo una producción promedio de 0.34 lb/árbol/día.

Actualmente el cultivo de hule ocupa una extensión de 469 Ha. Cubierto en gran parte por los clones RRIM-600 y PB-260, también se cuenta con los clones GT-1, PR-261 y GV-17, aunque estos se encuentran en pequeñas cantidades.

Se estableció un jardín clonal, un semillero y un almácigo. En los cuales se producen plantas injertadas, que posteriormente son trasplantadas al campo.

#### 1.5.1.2 *Localización*

El ingenio Tumulá S.A., en el municipio de San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu.

#### 1.5.1.3 *Ubicación geográfica*

Geográficamente el Ingenio Tumulá se ubica dentro de las coordenadas 14°30'16'' latitud Norte y 90°35'03'' longitud Oeste, en el kilómetro 4.5 carretera a La Máquina, en el municipio de San Andrés Villa Seca departamento de Retalhuleu.

#### 1.5.1.4 *Colindancias*

El Ingenio Tumulá tiene las siguientes colindancias.

Al Norte: Ingenio El Pilar.

Al Sur: Caserío El Salto y Finca Buenos Aires.

Al Este: Municipio de Cuyotenango.

Al Oeste: Aldea Pajales.

### 1.5.1.5 Croquis del Ingenio Tululá



Figura 1. Croquis del Ingenio Tululá S.A.

## 1.5.2 Descripción Ecológica

### 1.5.2.1 Zona de vida

Según De la Cruz (1982), la finca Tululá se ubica dentro de la zona de vida del bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido (Bmh-S(c))

### 1.5.2.2 Clima

En el Ingenio Tululá predomina un clima cálido con una temperatura media de 28°C, registrándose una mínima promedio de 22.3°C y una máxima promedio de 33°C.

El departamento de planificación y control del Ingenio Tululá, por medio de una estación meteorológica reporta una humedad relativa del 85% y una intensidad lumínica de 9 horas luz/día.

### 1.5.2.3 Suelo

Según Simons (1959), los suelos de la sección hulera del Ingenio Tululá, pertenecen a la serie Cuyotenango con una profundidad de suelo superficial oscila entre 0.60 a 0.90 m, el material madre es ceniza volcánica. Relieve muy

suave inclinado a ondulado, bien drenados, de textura franco-arcilloso. Estos suelos pertenecen a la clase agrologica III. De acuerdo a su uso potencial estos suelos tienen capacidad para cultivos como: frutales, pastos, caña de azúcar, hule, maíz, sorgo, soya.

Según el estudio realizado por CENGICAÑA (1996), reporto que en la finca Tululá el suelo presenta las siguientes características químicas:

- PH del suelo varia de 5.1 a 6.8
- El 14% de los suelos presentan bajos contenidos de M.O.
- El 93% de los suelos presentan bajos contenidos de P.
- El 33% bajo contenido de K.
- El 0.41 bajo contenido de calcio.
- El 1.23% bajo contenido de magnesio.
- El 98% bajo contenido de cobre.
- El 31% bajo contenido de hierro.
- El 20% bajo contenido de manganeso.
- El 95% bajo contenido de zinc.

De acuerdo a la clasificación taxonómica del SIG-MAGA (2004), los suelos de las fincas del Ingenio Tululá S.A. pertenecen a orden de los Vertisoles.

#### **1.5.2.4 *Relieve***

En general es plana, con una pendiente que va de 2 a 3%, con orientación N-Sur. En zonas cercanas a zanjones, es ondulada o suavemente inclinada (Ortega 1991).

#### **1.5.2.5 *Hidrología***

Según el departamento de planificación y control (PYC) del Ingenio Tululá, el promedio anual de precipitación es de 2,088mm.

Los riegos son abastecidos principalmente por fuentes de agua provenientes del río Samalá, río Sis, y río Oc.

#### **1.5.2.6 *Vientos***

Ortega (1991) reporta que la dirección de los vientos es de Este – Oeste con una velocidad promedio de 10 km/hora.

#### **1.5.2.7 *Altitud***

Se encuentra a una altitud de 100 a 275 msnm.

### 1.5.3 Agroecosistema

#### 1.5.3.1 Principales cultivos

En el Ingenio Tululá actualmente se cuenta con dos cultivos: caña de azúcar (*Saccharum spp*) y hule (*Hevea brasiliensis*).

El cultivo de hule ha quedado establecido en las áreas que por el relieve, no permiten un establecimiento adecuado para el cultivo de caña. En el Ingenio Tululá también se cuenta con áreas boscosas en las cuales se cuenta con plantaciones forestales introducidas y nativas.

### 1.5.4 Flora y Fauna

#### 1.5.4.1 Flora

En el Ingenio Tululá se pueden observar las siguientes especies:

a) Árboles:

**Cuadro 1. Árboles presentes en el Ingenio Tululá**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>
Palo blanco	<i>Cibystyx donell smithii</i>
Teca	<i>Tectona grandis</i>
Guachipilin	<i>Diphysa robinoides</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus camadulensis</i>
Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Melina	<i>Gmelina arbórea</i>
Caoba	<i>Swiethenia macrophylla</i>
Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>

b) Malezas:

**Cuadro2. Malezas presentes en el Ingenio Tululá**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>
Quinamul	<i>Ipomoea sp.</i>
Hoja de Bijau	<i>Heliconia biahí</i>
Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>
Malanguia	<i>Xanthosoma hoffmanii</i>
Caminadora	<i>Rottboeliacochinchinensis</i>
Coyolillo	<i>Cyperusrotundus</i>

**1.5.4.2 Fauna:**

**Cuadro3. Fauna presente en el Ingenio Tululá**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>
Conejo	<i>Sylvialaques floridanus</i>
Rata	<i>Ratus sp.</i>
Taltuza	<i>Geomys sp.</i>
Antracnosis	<i>Didelphys marsupiales</i>
Zompopo	<i>Atta sp.</i>
Iguana	<i>Iguana iguana</i>
Cantil	<i>Micrurus sp.</i>
Mazacuata	<i>Boaconstrictor</i>

También puede observarse aves silvestres las cuales son menos en cantidad cada año, ya que las plantaciones de hule constituyen un bosque artificial, con distanciamientos grandes lo cual hace que estas y otros animales emigren a zonas de vegetación natural. Algunas de las especies que aún pueden observarse son las siguientes:

**Cuadro4. Aves presentes en el Ingenio Tululá S.A.**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>
Cheje	<i>Melanerpesformicivorus</i>
Lechuza	<i>Glaucidiumbrasilianum</i>
Gavilán común	<i>Accipiternisus</i>
Carpintero	<i>Colaptesauratus</i>
Chacha	<i>Penelopenigra</i>
Perica	<i>Brotogeris sp.</i>

## **1.5.5 Visión y misión de la empresa**

### **1.5.5.1 Visión**

Ser la organización líder en la elaboración y comercialización de los más finos ronnes añejos y otros productos, para el mundo que disfruta de la excelencia.

### **1.5.5.2 Misión**

Satisfacemos los gustos más exigentes alrededor del mundo con los ronnes añejos y otros productos, de la más alta calidad y excelencia.

1.5.6 Administración

1.5.6.1 Organización de la institución

ORGANIGRAMA ÁREA AGRÍCOLA

Lunes, 10 de septiembre de 2012

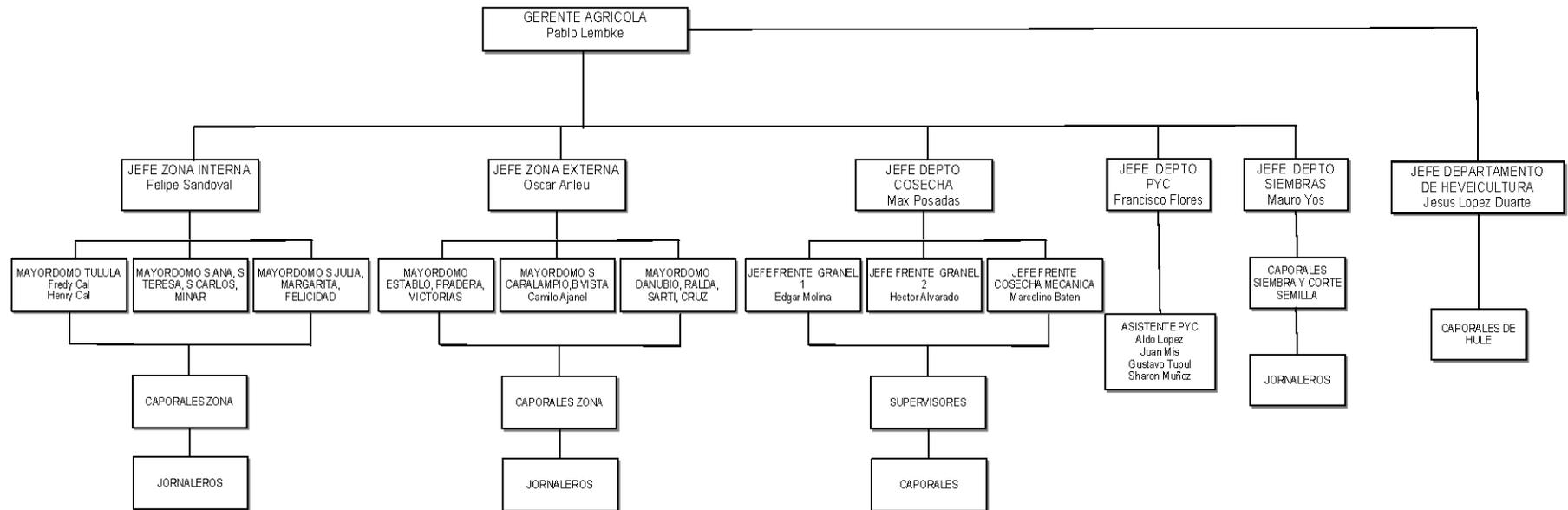
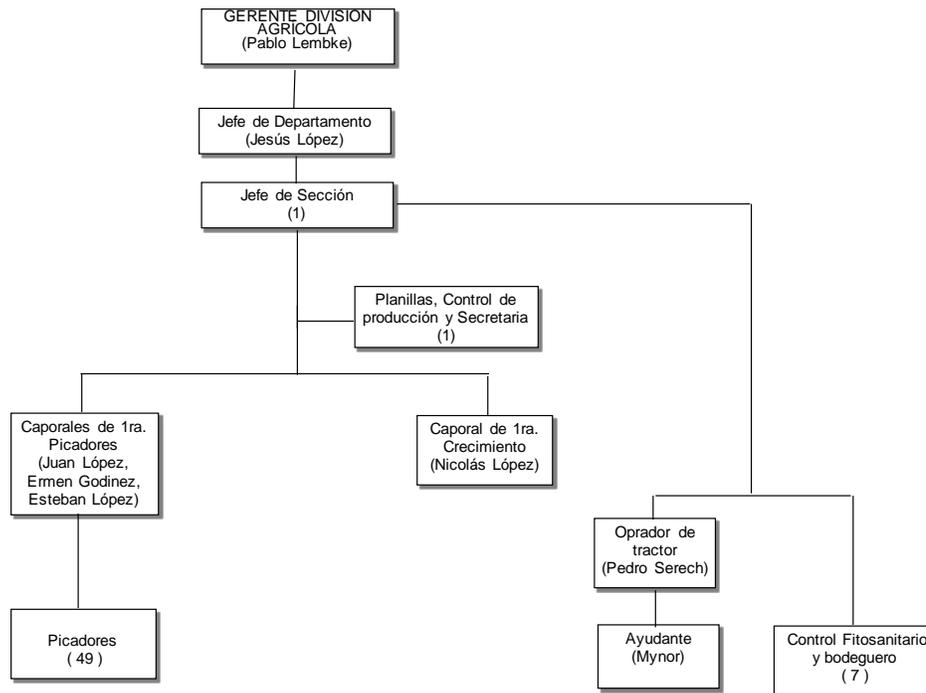


Figura2.Organigrama administrativo del Ingenio Tuluá S.A.

## ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA

Lunes, 10 de septiembre de 2012



Total de colaboradores: 66 personas

**Figura 3. Organigrama departamento de heveicultura.**

### 1.5.7 Recursos

#### 1.5.7.1 Recursos físicos

- Cuenta con instalaciones deportivas, un puesto de salud y una escuela.
- Cuenta con un comedor industrial y una cafetería disponibles para todos los trabajadores.
- Oficinas para el área agrícola, administrativa y de recursos humanos.
- En el complejo industrial se cuenta con una fábrica para la producción de mieles vírgenes, una destiladora y plantas de almacenamiento de melaza y gas (Cárbox S.A.).
- Existen básculas para la determinación y control del tonelaje en el transporte de los productos obtenidos en la empresa, como la caña de azúcar y látex.
- Se cuenta con maquinaria pesada, como tractores, camiones y cabezales. Vehículos livianos como pickups y motocicletas.

- Áreas verdes y jardinería.
- Se cuenta con un predio agrícola para almacenar todos los materiales, agroquímicos y herramientas.
- La sección hulera cuenta con una bodega para almacenar las herramientas e insumos.
- Se cuenta una cisterna para almacenar el látex.
- se cuenta con servicio de internet.

#### **1.5.7.2 Recursos humanos**

- El área agrícola se encuentra conformado por un gerente agrícola, siete jefes de departamento, supervisores, mayordomos y caporales.
- La sección hulera está conformada por un jefe de departamento, un jefe de planificación y control, cuatro caporales, cuarenta y nueve picadores y dos agentes de seguridad.
- Se cuenta con mano de obra que labora directamente en el campo para las actividades de mantenimiento del cultivo, este personal es contratado a través de contratistas.

#### **1.5.7.3 Recursos financieros**

- Los recursos financieros del Ingenio Tuluá son autorizados y costeados por una sociedad anónima que controla las empresas de las industrias Licoreras de Guatemala.

### **1.5.8 Información de la sección hulera del Ingenio Tuluá**

#### **1.5.8.1 Producción**

La sección hulera produce látex de primera y chipa de segunda. Estos productos son vendidos a las empresas Introsa - Inlatsa y Elastomeros Equitativos S.A.

**Cuadro5. Producción anual de chipa y látex.**

AÑO	TIPO PRODUCTO		TOTAL GENERAL
	CHIPA (kg secos)	LATEX (kg secos)	
2007	64,442	414,970	479,412
2008	95,519	501,286	596,805
2009	73,292	502,535	575,827
2010	82,746	468,857	551,603
2011	83,144	421,536	504,680
2012	53,104	304,845	357,949
<b>TOTAL</b>	<b>452,247</b>	<b>2,614,029</b>	<b>3,066,276</b>

Fuente: Departamento de planificación y control Ingenio Tuluá.

En el cuadro 5 se presenta la producción anual de chipa y látex a partir del año 2007 al año 2011, también se incluye la producción total obtenida al mes de agosto del año 2012. La producción es alterada por distintos factores, como lo son la renovación de plantaciones y la precipitación pluvial.

### 1.5.8.2 Años de siembra y Distanciamiento de las plantaciones

En el cuadro 6 se presenta un listado de los años en que han sido sembrados los árboles que se encuentran actualmente en la sección hulera del Ingenio Tululá S.A., también se presenta los clones que fueron establecidos y el distanciamiento siembra con que estos cuentan.

**Cuadro6.Época de siembra, clones y distanciamientos de las plantaciones del ingenio Tululá.**

Año de siembra	Clones sembrados	Distanciamiento (metros)	
1980	RRIM 600, GB-17, GT-1, GA-1581	6.70 X 3.50	
1981			
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			
1987			
1990			
1992			
1994			
1996			
1997			5.60 X 5
1998			6.20 X 3.40
1999	6.70 X 3.40		
2000	RRIM 600, GB-17, GT-1, GA-1581, RRIC 100	6.50 x 3.30	
2001			
2003			
2004			
2006	RRIM 600	6 X 3	
2008			
2009			
2011			
2012			

### **1.5.8.3 Clones**

Debido a los cambios administrativos en la sección hulera, se han establecido distintos clones a lo largo del tiempo, como se puede observar en el cuadro 6, provocando que actualmente se cuente con distintos clones en la plantación.

- RRIM 600
- GB-17
- GT-1
- PB-260
- PR-261
- RRIC 100

### **1.5.8.4 Fertilización**

La fertilización se realiza a plantas en almácigo y en los primeros dos años de crecimiento y se realiza de la siguiente manera;

El plan de fertilización inicia en la etapa de almácigo con plantas sembradas en suelo y tocones en bolsa, el plan tiene una duración de 7 meses, realizando aplicaciones de urea y 11-52-0 de forma diluida, alternando cada ocho días los productos.

Durante el primer mes se aplican 1.5 libras de fertilizante por bomba de 5 galones. En el segundo mes se aplica 2 libras de fertilizante por bomba de 5 galones. Del tercer mes en adelante, se aplican 3 libras de fertilizante por bomba de 5 galones. Con una bomba de 5 galones se cubren 350 tocones y 450 plantas sembradas al suelo.

Adicional a esto, cada ocho días se realiza una aplicación foliar que contiene; una mezcla de fertilizante foliar y fungicida.

- Fertilizante foliar: Bayfolan (125cc/bomba)
- Fungicida: Derosal (75cc/bomba)
- Adherente 810 (25cc/bomba).

En el primer año de crecimiento se aplica 28 gramos/árbol de urea, cada 30 días. Durante el segundo año de crecimiento se aplica 56 gramos/árbol de urea. Durante estos años de crecimiento también se realiza la aplicación de la siguiente mezcla.

- Fertilizante foliar: Bayfolan (125cc/bomba)
- Fungicida: Bayfidan (75cc/bomba)
- Adherente 810 (25cc/bomba)

### 1.5.8.5 Enfermedades presentes

En la plantación de hule se puede encontrar las siguientes enfermedades:

**Cuadro7. Enfermedades presentes en la plantación.**

Nombre Común	Nombre científico
Moho gris	<i>Ceratocystisfimbriata</i>
Raya negra	<i>Phytophthora palmivora</i>
Parche gangrenoso	<i>Phytium sp.</i>
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloesporoides</i>
Microciclo	<i>Microcyclusulei</i>

También se tiene la presencia de árboles con Brown Bast, conocido como corte seco, este es un cansancio fisiológico de la planta que provoca que el árbol no produzca látex.

### 1.5.8.6 Estimulación

El estimulante se debe aplicar a una concentración de 2.5% en árboles en pica descendente y 5% en árboles en pica ascendente.

Mezcla de estimulante a utilizar:

- Estimulante
- Colorante
- Adherente

Cantidad de mezcla de estimulante a utilizar en árboles en pica descendente.

1 a 4 años de pica 0.7 cc de mezcla/árbol  
 5 a 8 años de pica 0.8 cc de mezcla/árbol  
 9 a 10 años de pica 0.9 cc de mezcla/árbol  
 11 años en adelante 1 cc de mezcla/árbol

Cantidad de mezcla de estimulante a utilizar en árboles en pica ascendente.

11 a 14 años de pica 0.7 cc de mezcla/árbol  
 16 a 22 años de pica 0.8 cc de mezcla/árbol

### 1.5.8.7 Control Fitosanitario

El control fitosanitario inicia desde la etapa de almácigo, en esta etapa la aplicación se realiza cada ocho días, la misma se lleva a cabo de forma foliar, con la siguiente fórmula.

- Fertilizante foliar: Bayfolan (125cc/bomba)
- Fungicida: Derosal (75cc/bomba)
- Adherente 810 (25cc/bomba).

En la etapa de crecimiento se realizan aplicaciones cada 30 días de una mezcla de fertilizante foliar y fungicida, conformada de la siguiente manera.

- Fertilizante foliar: Bayfolan (125cc/bomba)
- Fungicida: Bayfidan (75cc/bomba)
- Adherente 810 (25cc/bomba).

En las plantaciones en producción se realizan aplicaciones cada 15 días, para control del moho gris (*Ceratocystisfimbriata*) y la raya negra (*phytophthorapalmivora*), para estas aplicaciones se alternan dos mezclas de fungicidas para evitar la generación de resistencia. Las mezclas que se utilizan son las siguientes.

A)

- Bayfidan (40cc/galón)
- Aliette (1.25 onzas/galón)
- Adherente (25cc/galón)
- Colorante óxido amarillo (2 ½ onzas/galón).

B)

- Mirage (40cc/galón)
- Verita (1.25 onzas/galón)
- Adherente (25cc/galón)
- Colorante óxido amarillo (2 ½ onzas/galón)

El colorante óxido amarillo se utiliza para aplicaciones en invierno. Para el verano se utiliza Agromarker Violeta y se aplican 125 cc/galón.

El Brown Bast o corte seco no es considerado una enfermedad, debido a esto no se cuenta con algún producto que pueda erradicarlo, únicamente se da un tiempo de reposo de 6 meses a un año, a los árboles afectados.

### **1.5.8.8 Control de malezas**

El control de malezas se realiza durante la época lluviosa y se realiza de forma química entre plantas y mecánica entre surcos.

Para el control químico se utiliza la siguiente mezcla:

Glifosato Alemán (125 cc/gal) + Weedmaster (75 cc/bomba)

Para el control mecánico se utiliza un tractor como fuente de energía y en laderas se realiza limpia con machete.

En el jardín clonal se realizan aplicaciones de Vasta 250 cc/bomba.

### **1.5.8.9 Pica**

La pica se trabaja con el sistema d/3 (pica cada 3 días), se utiliza este sistema ya que permite un buen tiempo de descanso para el árbol y ayuda a prevenir el Brown Bast ya que se reduce la frecuencia de pica y la aplicación de estimulante.

Actualmente se cuenta con tareas en pica descendente y tareas con pica ascendente, ya que se cuenta con plantaciones de distintas edades, debido a esto también se cuenta con picas en media espiral, y picas en  $\frac{1}{4}$  de espiral y árboles con panel A, B, C, y D.

La profundidad de pica es de 1mm en invierno y de  $\frac{1}{2}$  mm en verano. A un ángulo de 35 grados.

#### **A. Equipo del picador**

Cada picador debe poseer el siguiente equipo.

- 1 Cuchilla.
- 1 Extensión de cuchilla para pica inversa.
- 2 Toneles.
- 2 Cubetas.
- 1 Botellas para aplicar Amoníaco + bactericida.

#### **B. Actividades del picador**

- Recoger las herramientas en la bodega a las 4 am.
- Dirigirse a la sección y tarea correspondientes.
- Extraer la chipa.
- Limpiar el guacal.
- Limpiar la espita.
- Retirar la hilacha.

- Remarcar el canal de escurrimiento.
- Remarcar el canal de tope.
- Realizar la pica.
- Aplicar amoníaco y bactericida al guacal.
- Brindarle al árbol un tiempo de goteo de 3 horas.
- Recolectar el látex.
- Guardar el equipo en la bodega.

#### **1.5.8.10      *Actividades del caporal***

- Revisar que la tarea cuente con 650 árboles en pica.
- Reportar si existe presencia de enfermedades.
- Reportar si existe abandono de árboles por Brown bast y anotar la fecha en que se dejó en reposo el árbol.
- Revisar la limpieza de espita y que la misma este colocada a 4 dedos del canal de escurrimiento.
- Revisar la limpieza de guacal.
- Revisar que la pica se esté realizando a la profundidad adecuada.
- Revisar que el ángulo de pica se de 35 grados.
- Revisar que se esté realizando el consumo de corteza adecuado.
- Revisar que los picadores estén aplicando el amoniaco y bactericida de manera adecuada.
- Revisar el canal de escurrimiento.
- Revisar que se esté respetando y remarcando el canal de tope.
- Revisar la limpieza de las cubetas y toneles, y que éstos permanezcan tapados durante la recolección para evitar contaminación en el látex.
- Revisar la limpieza en la plantación.
- Pesar el látex obtenido.
- Llenar las planillas de jornales.
- Supervisar que se añada el amoniaco y bactericida necesarios, al látex, al momento de almacenar en la cisterna.
- Supervisar la entrega del producto a las empresas compradoras.

#### **1.5.9      *Nuevas siembras***

En las plantaciones que se han realizado en los años 2006, 2008, 2009,2011 y 2012 se ha sembrado únicamente RRIM-600, y se han trabajado con un distanciamiento de 3m entre plantas y 6 m entre surcos.

### **1.5.10 Jardín clonal**

El jardín clonal se estableció en el Ingenio Tululá S.A. hace 12 años, con la finalidad de producir plantas de buena calidad y poder cumplir con los requerimientos de plantas que se tienen en la finca para el establecimiento de nuevas plantaciones.

El jardín clonal ocupa un área de 1,850m<sup>2</sup> y se encuentra ubicado a 50 metros del almácigo, esto con la finalidad de tener una buena disponibilidad de agua, y para reducir el riesgo de daños a las varetas en el traslado al punto de injerto.

Se realizan riegos durante el verano y aproximadamente un mes antes de cortar las varetas para injerto, ya que de esta manera se obtienen varetas aptas para un injerto exitoso.

Se realizan fertilizaciones en invierno con 4 onzas/planta de 11-52-0.

En el Jardín clonal se producen varetas únicamente del clon RRIM-600.

### **1.5.11 Almácigo y semillero**

El almácigo se encuentra ubicado dentro del casco de la finca y ocupa un área de 6,000 m<sup>2</sup>. Dentro del almácigo se cuenta con un semillero, establecido en tablones de 1 m de ancho y 0.20m de alto, la longitud de los tablones varía según la cantidad de plantas que se desea producir, en el cual se siembran semillas de GT-1 y GB-17, estas semillas son recolectadas en el campo de producción.

La recolección de la semilla se realiza de forma selectiva, ya que se escogen las semillas que han caído recientemente del árbol, debido a que después de 10 días pierden gran parte de su poder de germinación. Se eliminan las que están agujeradas, germinadas, de poco peso o que estas hayan perdido su aspecto brillante. Las semillas son sembradas con el vientre hacia abajo, sin cubrirlas totalmente, se les aplica riego y se lleva un control diario para descartar las semillas de germinación lenta.

Luego de la siembra, las semillas permanecen en el semillero un tiempo de 21 días, después son trasplantadas al suelo, donde se tienen durante 9 meses. Después de estos 9 meses se injertan varetas de RRIM-600 con una longitud de 1m extraídas del jardín clonal, 20 días después del injerto, se retiran los vendajes y se re injertan las plantas que sea necesarias. Al retirar las vendas, se esperan 4 meses más y se arranca la planta del suelo, se decapita de copa y de raíz y se trasplantan a bolsas de polietileno de 9 X 18 pulgadas, se esperan 25 días para obtener rebrotes y se tienen en bolsa durante 7 meses, luego son trasplantadas al campo definitivo.

### **1.5.12 Riego**

El riego se realiza únicamente a las plantas en almácigo y a las plantas en los primero 2 años de crecimiento.

En el almácigo se realiza un riego por inundación, para esto, el agua se obtiene directamente de la toma y es llevada por gravedad hacia el área de almácigo utilizando 18 tubos de aluminio de 8 pulgadas de diámetro.

Las plantas colocadas en bolsa se riegan durante 2 días, 5 horas/día, dos veces por semana. Y las plantas sembradas al suelo se riegan durante 5 días, 5 horas/día, cada 15 días.

Para regar las plantas en crecimiento, el agua es llevada en cisterna y es aplicada con manguera a las plantas.

### **1.5.13 Almacenamiento de la producción**

El látex recolectado, es almacenado en un tanque ubicado a 100 metros de la bodega, para el almacenamiento de látex se agrega amoníaco y bactericida en el tanque, para evitar la contaminación.

La chipa recolectada se limpia y se almacena sobre plástico y se tapa también con plásticos, no se cuenta con una bodega, a pesar que la chipa debe estar libre de contaminantes y preferentemente alejada de los rayos del sol.

### **1.5.14 Seguridad**

La seguridad está a cargo de la empresa de seguridad Doble Acción, que brinda el servicio de dos agentes de seguridad, los cuales permanecen en el área de producción y crecimiento, realizando patrullajes, para evitar la tala de los árboles, el robo de equipo (espitas y guacales), y el robo de látex.

## 1.6 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA



Figura 4. Árbol de problemas de la sección hulera.

## 1.7 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS

- La fertilización se aplica únicamente a plantaciones a nivel de almácigo y durante los primeros dos años de crecimiento, dejando 4 años de crecimiento de las plantas sin brindarle los nutrimentos que necesita para obtener una altura y diámetro necesario para tener una vida productiva de calidad.
- No se cuenta con un control de la lámina de riego que se aplica a las plantas en almácigo y durante el crecimiento, provocando la muerte de algunas plantas por estrés.
- No se cuenta con instalaciones adecuadas para el almacenamiento de la chipa.
- Existe alta incidencia de Brown Bast, provocado por la mala elección de clones. Y por una sobre estimulación al panel de pica.
- Falta en el tiempo de goteo apropiado para lograr una buena recolección de látex.
- A pesar de contar con el servicio de una empresa de seguridad privada, el robo y tala de árboles sigue realizándose de gran manera, provocando que las tareas queden incompletas lo cual se ve reflejado en la reducción de la producción.

## 1.8 CONCLUSIONES

- Dentro del manejo que se da al cultivo de hule en el ingenio Tululá se realizan aplicaciones de fungicidas preventivos y curativos, así como control de malezas manual, químico y mecánico. Se cuenta con una supervisión deficiente en la calidad de pica.
- La problemática encontrada, se debe a diferentes factores como lo es la seguridad que a pesar de contar con presencia de agentes de seguridad la tala de árboles no disminuye, los planes de fertilización se dejan de aplicar a partir del segundo año de crecimiento.

No se tiene conocimiento de la cantidad de agua que se aplica a las plantas en almácigo y plantas en crecimiento durante el verano.

- La dosis adecuada de estimulante es de 1 cc/árbol a una concentración del 2.5% en árboles con pica descendente y de 0.8 cc/árbol a una concentración del 5% en árboles con pica ascendente.
- La aplicación de fertilizante se realiza únicamente en los dos primeros años de crecimiento de las plantas. Dejando así 4 años de crecimiento de las plantas sin fertilización.
- El clon que mejor se adapta a las condiciones del Ingenio Tululá S.A. es el clon RRIM 600, ya que brinda una buena producción de látex y es menos susceptible a las enfermedades y al Brown Bast o corte seco.

## 1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. García Sánchez, A; Martínez Astudillo, FA; Ruiz Beltrán, E; Rodríguez Suezcun, E; Varela Mena, J. 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. 2 ed. Guatemala, CENGICAÑA. 242 p.
3. Ingenio Tzululá, Departamento de Heveicultura, GT. 2010. Registros de producción de hule. San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. (Hojas Excel, 2.5 MB).
4. Ixcot, C. 2000. Manual práctico 2,000 del cultivo del hule. Guatemala, GREMHULE. 165 p.
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación y Gestión de Riesgos, GT). 2004. Laboratorio de información geográfica SIG-MAGA. Guatemala. 28 p.
6. Ortega, JA. 1991. Diagnóstico del control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en el Ingenio Tzululá, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Informe final de PPS. Guatemala, USAC, Centro Universitario de Sur Occidente, Carrera de Agronomía Tropical. 76 p.
7. Simmons, CS; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.

## **CAPÍTULO II**

### **INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VINAZA AL SUELO SOBRE EL  
CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE HULE (*Hevea brasiliensis*), EN LA  
FINCA TULULÁ EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS VILLA SECA,  
DEPARTAMENTO DE RETALHULEU, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La fertilización es importante durante la etapa de crecimiento de los árboles de hule. Ayuda a la formación de las células laticíferas y al desarrollo de todas las estructuras que serán en el futuro las encargadas de producir el látex dentro de los árboles, además de iniciar la producción en menos tiempo. En esta etapa es importante aportar todos los nutrientes necesarios para brindar a las plantaciones de hule un crecimiento óptimo que garantice la buena formación de los árboles, principalmente en suelos marginales con pobre contenido de nutrientes.

La presente investigación se llevó a cabo en el Ingenio Tulumá, el cual se dedica a la producción de azúcar y destilación de alcohol, teniendo como residuo industrial la vinaza. En la actualidad el ingenio genera 1410 m<sup>3</sup> de vinaza por día. Debido al contenido de materia orgánica de la vinaza, este residuo presenta una elevada demanda bioquímica de oxígeno, lo que la convierte en un agente muy contaminante para el medio ambiente, si se vierte al recurso hídrico. Sin embargo, se posibilita su empleo para fertiriego debido a la concentración de K (6.5 kg de K.L<sup>-1</sup>), sulfatos y magnesio, siendo éstos unos de los nutrimentos esenciales más requeridos por los cultivos junto al N y el P.

El empleo de la vinaza como fertilizante en la producción de caña de azúcar se ha convertido en un importante factor económico para la agroindustria del azúcar y el alcohol en el Ingenio Tulumá. Los resultados positivos en el aumento de la producción en toneladas por hectárea ampliaron su uso. Con la aplicación de este subproducto se han observado aumentos de productividad y sostenibilidad de las cañas socas. (Copersucar, 1978). En las fincas del Ingenio Tulumá se ha logrado elevar producciones de 80 toneladas de caña de azúcar/ha a 120 toneladas de caña de azúcar/ha.

Tal como se ha manifestado el aumento de la productividad en caña de azúcar se considera que podría ser una buena opción para el cultivo del hule por lo que en la presente investigación se evaluó el efecto de 5 dosis de vinaza aplicadas al suelo en plantas de hule (*H. brasiliensis*), con el segundo año de crecimiento. Para llevar a cabo la investigación se utilizó el diseño de bloques al azar, distribuyendo las unidades experimentales en 4 cuatro bloques, tomando 5 árboles por cada repetición, dando un total de 100 árboles, distribuidos en 5 surcos de 20 árboles cada surco. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro, análisis químico del suelo y análisis del tejido vegetal y medidas a los cuatro meses de haberse aplicado los tratamientos de vinaza.

No encontrándose diferencias significativas para las variables altura y diámetro, mientras que el principal efecto sobre el suelo fue el incremento de K y Mg en los primeros 0.15 m de profundidad y en la concentración en el tejido vegetal se evidenció un incremento de N y Mg.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Ingenio Tululá se dedica a la producción de alcohol, de esta actividad se obtiene como subproducto 1410m<sup>3</sup> de vinaza por día. Actualmente este subproducto es utilizado como fuente de fertilizante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), este subproducto al no ser aplicado como fuente fertilizante se convierte en un contaminante, ya que la misma es vertida sobre terrenos en sacrificio, provocando que los suelos queden saturados de nutrimentos causando la muerte de la vegetación. Esto ha constituido en los últimos años un grave problema debido a su elevado poder de contaminación.

Por esa razón se buscan otras alternativas de uso, para que la vinaza pueda ser aprovechada en otros cultivos sin llegar a efectos negativos en el suelo y agua.

Por aparte, el desarrollo del cultivo de hule se divide en 3 etapas, etapa de almácigo, etapa de crecimiento y etapa de producción, durante las etapas de almácigo y crecimiento, el cultivo requiere de una adecuada fertilización, para que las plantas alcancen en menos tiempo, el diámetro óptimo para iniciar la etapa productiva. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010).

Con la presente investigación se pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes:

Ejercerá la vinaza efectos positivos en el diámetro y altura de las plantas de hule, en caso positivo, cuál es la dosis que favorece al crecimiento de las plantas de hule y finalmente que efectos se darán sobre los índices nutrimentales.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1 Descripción botánica del hule (*Hevea brasiliensis*)

Esta planta pertenece a la familia Euphorbiaceae, es Angiosperma dicotiledónea del genero *Hevea*, del cual existen ocho especies conocidas, siendo estas: *brasiliensis*, *guianensis*, *benthamiana*, *viridis*, *pauciflora*, *spruceana*, *mycrophyla* (Chen, 1996). De estas la más importante es la especie *brasiliensis*.

El árbol de *Hevea* es de tamaño mediano de 10 a 20 m de altura con ramas robustas lisas y contienen látex. El pecíolo es delgado, verde y de 30 a 35 cm de largo. Los folíolos son de tallo corto y elípticos “oblongos a ovalado oblongos”, la base es angosta y aguda el ápice es acuminado. Los folíolos de las hojas individuales son enteros, pinatinervados de color oscuro por arriba y de color más claro y glaucas por debajo, de 5 a 35 cm de largo y de 2.5 a 12.5 cm de ancho. (Ochse, 1986)

La inflorescencia es axilar y lateral con tallo laxo en forma de panícula de muchas flores y pubescencia corta, las flores son unisexuales, monoicas, pequeñas y de color amarillo claro. El cáliz es campanulado con 5 segmentos angostamente triangulares. En la flor masculina hay 10 estambres; formando una columna con las anteras de 2 hileras superpuestas. Existe un pequeño disco pubescente de 5 lóbulos. Las flores femeninas son mayores que las masculinas, el ovario es corto pubescente y de 3 celdas con 3 estigmas gruesos, cortos y sésiles (Ochse, 1986).

Los frutos son grandes comprimidos obtusamente, trilobados, rara vez con 4 a 6 lóbulos, de 3 a 6 cm de diámetro y separados en 3 a 6 bayas de 2 vulvas, el pericarpio es coriáceo, en el endocarpio leñoso las semillas son grandes cuadrangulares ovoides, comprimidos en uno de los lados brillantes de color café oscuro son de 2 a 3 cm de largo por 1.5 a 3 cm de ancho y de 1.5 a 2.5 de grueso (Ochse, 1986).

La madera es homogénea, blanda, quebradiza y sensible a los daños causados por el viento. Su sistema radical es a la vez pivotante y rastrero (Ochse, 1986).

El árbol puede vivir más de 100 años; en plantación, la duración de su vida económica se limita de 35 a 40 años, iniciándose su explotación según las condiciones de crecimiento a los 6 a 7 años después de la siembra definitiva (II CR. 1989).

El Hule tiene un ciclo anual de vegetación; la defoliación de árbol se encuentra en la estación seca, lo que ocasiona una disminución de la secreción de látex; el cual se encuentra en células especializadas de los llamados vasos laticíferos, que constituyen redes comunicantes asegurando de esta forma que en el momento de

sangría o pica exista un derrame abundante que permite la explotación continua. Los vasos laticíferos se localizan especialmente en la corteza del tronco el cual es el órgano explotado mediante la sangría (Ochse, 1986).

El látex es una suspensión de glóbulos de caucho en un suero acuoso. El látex es un polímero de 2-metil-1,3-butadieno (isopreno),  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$  (Plambeck, 1996).

Su porción de caucho varia de 30 – 40 % y el resto, en su mayor parte agua, incluye algunas proteínas, carbohidratos, minerales y otras sustancias. Si no fuera tratado con productos químicos, el látex se coagularía y se pondría rancio en un día debido a la actividad bacteriana. El amoniaco es el producto químico usado generalmente para preservarlo. El látex a granel se concentra habitualmente por centrifugación hasta un contenido de caucho de 60% (Norma ISO 2004). También, puede concentrarse por cremado o evaporación (Madegom, 1996).

## **2.3.2 Morfología y crecimiento**

### **2.3.2.1 Sistema radicular**

El enraizamiento del Hevea es pivotante, y su desarrollo depende del carácter genético de cada clon, además, el método de siembra, tienen un rol importante en la extensión del sistema radicular. La raíz pivotante, si el suelo es profundo, puede alcanzar un largo de 5 metros a los 15 años. Suelos con poca profundidad y el manto friático son obstáculos en la producción del pivote (Tello Cano, 1993).

Las raíces laterales forman ramificaciones en el horizonte superior del suelo, que se subdivide en una cabellera más o menos densa de raíces, que se les llama raíces alimentarias; en la mayoría de los suelos la mayor proliferación de radículas se encuentra en el horizonte superior. El 30 – 60% de total se concentra entre 0 a 7.5 cm (Tello Cano, 1993).

### **2.3.2.2 Sistema aéreo**

#### **C. El tallo**

La explotación empieza cuando el tronco alcanza 50 centímetros de circunferencia medidos a un metro del suelo. Así algunos clones pueden entrar en producción a los 5 años mientras que otros deberán esperar 7 años.

Económicamente, la parte más importante de las plantas de hule la constituye el tallo, cuyo desarrollo en grosor determina en forma directa el inicio de la

explotación, este desarrollo depende del tipo de clon, el ambiente, los nutrientes, el agua y el manejo agronómico que se brinde al cultivo durante la etapa de crecimiento.

En su estado natural, los troncos de hule son ligeramente cónicos en la base, con la corteza de un color verde grisáceo. En plantaciones comerciales las plantas son uniformes, los troncos son cilíndricos a cualquier distancia del suelo. En la unión entre el patrón y el injerto, se forma un crecimiento irregular o callo, llamado comúnmente “pata de elefante”.

El tallo va tomando una forma cilíndrica mientras se forman las distintas coronas o pisos foliares. Todo esto, está sincronizado entre el crecimiento de la corteza interna o madera, y las células de crecimiento en el extremo de las plantas.

Una característica de los árboles de hule joven no injertado es la producción de semilla. La primera floración aparece entre la novena y décima corona cuando el árbol tiene dos años de edad y cerca de 2 metros de altura. En las plantas injertadas, las ramificaciones no se deben dejar desarrollar a una altura menor de 2.8 metros, para tener un buen área para la pica. Las ramificaciones se desarrollan entre las coronas o pisos foliares.

Una de las características necesarias, para seleccionar un clon, es una arquitectura equilibrada o sea con un buen crecimiento promedio por año del eje principal y con ramificaciones secundarias livianas, cortas y homogéneas. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

#### D. El follaje

Una planta joven de hule se desarrolla por emisiones periódicas de pisos foliares, llamados “coronas”. Una corona está compuesta por la base de follaje anterior, el tallo central, más arriba una zona de glándulas foliares o yemas y sobre éstas un área con un promedio de 15 hojas. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

Cronológicamente el ciclo morfo genético culmina en la formación de cada unidad de crecimiento que se realiza en cuatro estadios.

- a) Brote: Las hojas preformadas en el botón terminal se abren y la nueva unidad de crecimiento aparece, este estadio dura aproximadamente 9 días.

- b) Crecimiento: Elongación rápida de los entrenudos separando las hojas. Las hojas asimiladoras aparecen, al principio moradas rojizas (antociánicas) con un limbo de dimensiones muy reducidas, levantadas verticalmente, después los limbos recaen hacia el suelo y la colocación roja se atenúa, este estadio en su conjunto dura 11 días.
- c) Maduración Foliar: Los limbos sufren un crecimiento rápido, están siempre pendulentos, verdes claros y muy flojos, dura por lo menos 10 días. En los estadios 2 y 3 las hojas son muy vulnerables a ciertas enfermedades que si no se tratan pueden generar su caída.
- d) Dormancia o Latencia: Se considera como el principio de este estadio el momento en el que los limbos toman la rigidez y comienzan a levantarse, este estadio puede durar solo una docena de días, pero puede también durar mucho más tiempo según las condiciones del medio. Por el noveno día de este estadio, se manifiestan de nuevo mitosis en el meristemo apical y en los meristemas axilares, iniciando un nuevo ciclo.(Tello Cano, 1993)

La corona presenta mucha importancia con respecto a los daños provocados por el viento. Ciertos tipos de corona están mejor adaptados a los vientos fuertes que otras (Tello Cano, 1993).

### 2.3.3 Látex

El látex es una emulsión de color blanco constituida por los siguientes elementos:

- Agua: constituye alrededor de un 60% en volumen del látex fresco.
- Minerales:
  - Nitrógeno: 0.26%
  - Fósforo: 0.005%
  - Potasio: 0.17%
  - Calcio: 0.003%
  - Magnesio: 0.005%
  - Hierro, manganeso, cobre, zinc y rubidio: en leves cantidades.
- Elementos orgánicos:
  - Carbohidratos
  - Ácido cítrico
  - Ácido glutámico

- Ácido aspártico, glutatión
- Cisteína
- Ácido ascórbico
- Compuestos fenólicos y proteínas
- Triglicéridos
- Esteroles
- Partículas de caucho: constituyen entre el 25 y 45% en volumen de látex fresco o 90% en materia seca.
- Lutoides: conforman del 10 al 20% en volumen de látex fresco.
- Partículas de Frey Wissling: comprenden el 5% en volumen de látex fresco. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

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

El látex es el citoplasma (contenido) de las células laticíferas y su composición órgano-mineral es muy similar a la del citoplasma de una célula ordinaria, salvo en que contiene partículas de caucho, partículas de Frey Wissling y lutoides. Estas células se encuentran dispuestas en forma de anillos mono celulares concéntricos dentro de la corteza suave del árbol de hule. Se diferencian a partir del cambium en forma periódica, constituyendo mantos laticíferos independientes unos de otros y su número es una característica genética. Dentro de un mismo manto o anillo las células laticíferas están intercomunicadas formando un verdadero sistema para circulatorio.

El tejido laticífero se encuentra en cualquier parte del árbol desde las hojas hasta la raíz y está orientado metabólicamente en un 90% a la síntesis de caucho. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

#### **2.3.4 Sistema laticífero**

En hevea hay látex en todas las partes de la planta y apenas se inicia la germinación ya se forman pequeños vasos laticíferos en las primeras hojas.

El látex es un producto de tejidos vivos. Su base es un líquido transparente en que flotan pequeñas masas de caucho, generalmente esféricas y de diverso tamaño, constituidas por resinas. Su densidad varía según las condiciones ambientales y comúnmente se presenta como un líquido blanco, espeso, pegajoso, de reacción ácida. Su función biológica no está definida y se le considera, por ejemplo, como un producto de desecho de las actividades metabólicas de la planta. Se ha definido también como un sistema de protección

contra las perforaciones de insectos, las que el látex soldaría impidiendo la entrada de organismos patógenos. Es de notar que las plantas laticíferas son más abundantes en los trópicos, donde es mayor el ataque de insectos. También se cree que por su alto contenido de agua actúe como una reserva para la planta; sin embargo, el látex es muy pobre en almidones y contiene principalmente resinas y otras sustancias inertes. (León J. 2000)

El látex de hevea se deriva de procesos de secreción de células vivas. Los tejidos laticíferos más importantes se presentan en bandas concéntricas en la corteza del tronco y ramas principales. Se derivan del cambium secundario, el cual origina hacia el exterior de la corteza, que se compone de los tejidos corrientes de floema: tubos cribosos, células anexas y parénquima acompañante, y de otras dos clases diferentes de tejidos: masas de fibras y capas laticíferas. Los tejidos normales del floema, así como los bloques de fibras y capas laticíferas, son el resultado de la actividad periódica del cambium. No se forman simultáneamente sino en capas alternas y por lo tanto no existe comunicación entre las capas laticíferas. (León J. 2000)

Al derivarse del cambium el tejido laticífero se presenta primero como una masa angosta de parénquima, dentro de la cual ciertas células se diferencian por la formación de látex. Estas células se comunican entre sí al disolverse las paredes que las separan, y por la disolución de éstas en sentido longitudinal forman un tubo continuo que a menudo emite prolongaciones laterales que se introducen entre las paredes de las células vecinas. El sistema laticífero resulta por último de una red de vasos interconectados que se extienden a lo largo del tronco, cuyos tubos están separados por tejidos corrientes de parénquima. (León J. 2000)

### **2.3.5 Clon**

Individuo que desciende de un solo organismo de forma asexual que tiene las mismas características que el que le dio origen. (Nicolas L., 1992)

### **2.3.6 Caracterización de un clon**

En la práctica un clon es un conjunto de características y cada una de estas tiene sus propios factores positivos y también negativos. Nicolás L. indica que hoy en día se utilizan como mínimo los siguientes parámetros para analizar un clon:

- Comienzo de producción
- Ritmo de la producción
- Promedio de producción (características morfológicas)
- Susceptibilidad a enfermedades
- Regeneración de corteza
- Adaptabilidad al medio
- Metabolismo
- Tipo de látex (color, viscosidad, vulcanización)

- Tipo de chipa (viscosidad, vulcanización, plasticidad)
- Propagación
- Susceptibilidad al manejo de la explotación
- Requerimiento de nutrición
- Compatibilidad con otros cultivares, etc.

A la vez indica, que la selección de un clon no es asunto simple, más aun si no se tiene la seguridad, de que clon se está analizando. Por lo que sostiene que es indispensable sopesar con un amplio y sustentado criterio técnico, económico y práctico, cual es el que más se adapta a un medio específico (Nicolas L., 1992).

### 2.3.7 Clones comerciales de hule en Guatemala.

Los clones comerciales se clasifican en clones orientales o susceptibles a la enfermedad suramericana de la hoja, incitada por *Mycrocyclus ulei* y clones resistentes.

Los clones orientales provienen esencialmente de la especie Hevea brasiliensis, por lo que generalmente tienen alto rendimiento en hule seco, pero son susceptibles al microcyclus.

Los clones resistentes, resultan de cruces de las especies H. brasiliensis y H. benthamiana, por cuya razón tienen resistencia a *Microcyclus* pero con menor potencial de rendimiento en relación a los orientales.

Algunos ejemplos de clones orientales que se siembran en la costa sur de Guatemala son los siguientes:

RRIM 600	PB 28/59	PB 280	IRCA 230	IRCA 631
RRIM 901	PB 217	GT 1	IRCA 41	IRCA 840
PR 261	PB 260	PB 312	IRCA 523	
PR 255	PB 255	PB 314	IRCA 331	

Por otro lado, algunos de los clones resistentes que se siembran en la costa norte de Guatemala son los siguientes:

IAN 710	IAN 717	IAN 873	IAN 713	RRIC131
GU 198	GU 2252	GU 451	FX 3864	
FX 4098	FX 2261	FX 3844	RRIC 100	

Las condiciones de lluvia más prolongadas y alta humedad relativa del ambiente (que conducen a una estación seca corta o a veces imperceptible) en la costa norte de Guatemala favorecen el desarrollo de *Microcyclus*, por cuya razón se recomienda sembrar sólo clones resistentes.

Debido a que la época seca es en general prolongada (unos 4 a 6 meses) en la costa del Pacífico, el *Microcyclus* no encuentra condiciones favorables para su desarrollo, ya que el proceso de la defoliación-re foliación natural de los árboles se lleva a cabo en época seca, lo cual permite sembrar clones susceptibles a la enfermedad mencionada sin mayores problemas, por lo que se le llama una zona de escape de dicha enfermedad. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

### **2.3.8 Fertilización**

En general, el comportamiento y características morfo-fisiológicas de los cultivos están determinados por las condiciones edafo-climáticas es por esto que se debe optimizar las condiciones del suelo para cubrir la demanda de nutrientes, principalmente durante la etapa de crecimiento ya que ayuda a la formación de las células laticíferas y al desarrollo de todas las estructuras que serán en el futuro las encargadas de producir el látex dentro de los árboles.

Es extremadamente necesario en esta etapa de crecimiento, aportar todos los nutrientes necesarios para brindar a las plantaciones de hule un medio de crecimiento óptimo que garantice la buena formación de los árboles de hule, principalmente en suelos marginales con pobre contenido de nutrientes.

El caucho es una planta originaria de regiones de suelo químicamente pobres, pero de buenas características físicas como profundidad, porosidad y permeabilidad. Sin embargo, cuando se corrigen en suelos pobres las limitaciones nutricionales, mediante el uso de fertilizantes, se logra un mejor desarrollo y una mejor producción. (Bataglia, 1987).

El crecimiento del caucho presenta aspectos particulares que deben considerarse en relación al manejo de la fertilización. El cultivo tiene cuatro estadios bien diferenciados: 1) plantas en almácigo; 2) plantas en el sitio definitivo hasta el comienzo de la producción (crecimiento); 3) plantas desde el inicio de la producción hasta la madurez (de 7 a 15 años aproximadamente); y 4) plantas maduras. El manejo de nutrientes deberá tener en cuenta estas condiciones.

En condiciones óptimas, una vez alcanzada la etapa de producción, los árboles de hule mantienen un balance en el suelo, pues extraen ciertos nutrientes para la producción de látex y la formación de hojas y ramas; pero a la vez a través de la defoliación regresan elementos nutritivos al suelo. Sin embargo, además del aporte de nutrientes, también es importante el aporte orgánico de las hojas, las cuales se descomponen en el suelo mejorando su estructura y condición física.

### **2.3.9 Exigencias nutricionales y síntomas de las deficiencias de estos.**

El hule a pesar de ser una planta que se adapta a suelos relativamente pobres, responde bien a la aplicación de fertilizantes. Es posible que esta planta consiga suplir sus necesidades nutricionales en estos suelos por poseer un sistema radicular muy desarrollado. (Informaciones agronómicas, 1999).

#### **2.3.9.1 Nitrógeno**

Es el nutriente más importante, puesto que representa del 3 al 4% de la materia seca. Es requerido en cantidades relativamente grandes debido a que es un elemento esencial para el crecimiento de la planta y forma parte de toda la proteína y la clorofila de la planta de caucho. (Valois et al, 1980)

Los niveles de N en hojas de caucho se sitúan entre 3.20 y 3.70% en base a materia seca.

Grandes cantidades de N producen un exagerado desarrollo de la copa de la planta de caucho facilitando su ruptura por la acción de los vientos (Geus, 1967).

No se ha obtenido un incremento significativo en la producción de caucho mediante aplicación aislada de N, sin embargo, al aplicar N asociado a K, observaron un incremento significativo en la circunferencia del tallo de los árboles. (Rosenquist, 1960).

El N es el elemento requerido en mayor cantidad por la planta de caucho, con amplia participación del área foliar para fotosíntesis y en el volumen estructural del árbol. Además, está presente en el látex en asociación con otros elementos.

La deficiencia de nitrógeno (N) reduce el crecimiento y por lo tanto se produce una planta muy raquítica. La primera indicación de la eficiencia de N es el color verde pálido en las hojas, que más tarde se tornan amarillentas. En plantas jóvenes no ramificadas, los síntomas aparecen primero en las hojas maduras de la base y solamente en condiciones de severa deficiencia en las hojas superiores. En plantas adultas ramificadas, la deficiencia de N produce una acentuada reducción del crecimiento, particularmente por la reducción en el tamaño de copa. En este caso los síntomas son más pronunciados en hojas expuestas a la luz que en aquellas hojas de las ramificaciones que están a la sombra. (Valois et al, 1980)

#### **2.3.9.2 Fósforo**

Dentro de la planta, el P desempeña un papel importante en las reacciones bioquímicas del metabolismo de los carbohidratos, división celular y desarrollo de los tejidos meristemáticos. Además forma parte de los ácidos nucleicos.

Los niveles de P en hojas de caucho se sitúan entre 0.19 % y 0.27% en base a materia seca.

El P es el macronutriente absorbido en menor cantidad, con valores próximos a los de azufre (S), el P desempeña un papel importante en el metabolismo de la planta de caucho, a pesar de ser requerido en pequeñas cantidades. Casi siempre presenta respuesta debido principalmente a la pobreza de este elemento en suelos tropicales.

En caucho joven, la deficiencia de fósforo (P) reduce el número de hojas y el desarrollo de la planta. En caucho adulto, la deficiencia no solamente reduce el crecimiento sino que además baja la producción. El síntoma principal aparece como un bronceamiento que circunda la hoja. Este bronceamiento frecuentemente se acentúa de las extremidades hacia la parte media de la hoja. En plantas jóvenes no ramificadas, los síntomas de deficiencia se deben detectar a través del análisis foliar. Cabe aclararse que el bronceamiento de las hojas senescentes de las ramificaciones inferiores de árboles sanos no se debe confundir o interpretar como una deficiencia de P. (Valois et al, 1980)

#### **2.3.9.3 Potasio**

El K desempeña un papel importante en los procesos fisiológicos como en la síntesis de proteínas, aminoácidos, en la fotosíntesis y en la transformación de carbohidratos (Valois, 1980).

Los niveles de K en hojas de caucho se sitúan entre 1.00 % y 1.50% en base a materia seca.

El K juega un papel importante en el metabolismo del caucho, pero la aplicación aislada no se traduce en incrementos notables en producción, sin embargo, la aplicación conjunta con otros elementos, principalmente N hace que las respuestas en rendimiento sean apreciables.

El síntoma típico de la deficiencia de potasio (K) es un amarillamiento que se inicia en la extremidad de la hoja. En plantas jóvenes no ramificadas, los síntomas generalmente aparecen en hojas maduras de la base de la ramificación principal y solamente en casos de severas deficiencias en la parte media. En plantas adultas, ramificadas, los síntomas aparecen en hojas expuestas a la luz. (Valois et al, 1980)

#### **2.3.9.4 Calcio**

A pesar de que el calcio (Ca) es uno de los nutrientes extraídos en mayor cantidad por el caucho este cultivo está implementado en suelos tropicales en los cuales es casi seguro un bajo suplemento de Ca y Mg por lo tanto para obtener altos rendimientos se recomienda aplicar en estos suelos cierta cantidad de cal dolomítica.

### **2.3.9.5 Magnesio**

El Mg se constituye importante de la molécula de clorofila. La deficiencia de Mg restringe el desarrollo de la planta debido a la escases de clorofila, que a su vez reduce la fotosíntesis. El síntoma principal de la deficiencia de magnesio (Mg) se presenta como una clorosis (amarillamiento) entre las nervaduras de la hoja. En plantas jóvenes, los síntomas usualmente se observan en hojas de base (maduras) de la ramificación principal. En plantas adultas, los síntomas se observan en hojas expuestas totalmente a la luz. (Valois et al, 1980)

### **2.3.9.6 Zinc**

La característica principal de la deficiencia de zinc (Zn), es la falta de crecimiento de los internodos, haciendo que las hojas de varios internodos queden próximas unas de otras y en el mismo planto, a manera de una roseta, se reduce el largo de las hojas en relación al ancho, quedando frecuentemente la lámina de la hoja retorcida. Se puede observar además un amarillamiento entre las nervaduras de la hoja con excepción de la nervadura principal. Las yemas detienen su crecimiento y luego forman rosetas de hojas deformadas con clorosis en las puntas. Las plantas presentan ramas con entrenudos muy cortos, no hay desarrollo y en casos graves las plantas mueren. (Valois et al, 1980)

### **2.3.9.7 Cobre**

El síntoma inicial de la deficiencia de cobre (Cu) es un secamiento y deformación de la extremidad superior del margen de la hoja, el cual se extiende por la lámina de la misma. Con la intensidad de la deficiencia ocurre defoliación. Posteriormente, el punto de crecimiento apical muere y los nuevos brotes se desarrollan de los meristemos axilares, dando lugar a ramificaciones múltiples que pueden tener numerosos peciolos arrugados y muertos. (Valois et al, 1980)

### **2.3.9.8 Boro**

Plantas deficientes en boro (B) presentan hojas retorcidas, pequeñas y algunas veces quebradizas. La deformación de la hoja no sigue ningún modelo definido y no hay pérdida de color. Ocasionalmente las nervaduras aparecen más largas de lo normal. En plantas jóvenes no ramificadas, los primeros síntomas se observan en la parte superior de las mismas. (Valois et al, 1980)

## **2.3.10 Requerimientos agroclimáticos del cultivo**

### **2.3.10.1 Altitud**

Las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo se obtienen en Guatemala en la costa del pacífico, entre los 150 y 800 msnm y en la costa del atlántico y zona norte, entre los 0 a 600 msnm.

En la franja de la costa sur por debajo de los 150 msnm, la precipitación pluvial es inferior a los 1800mm anuales lo que representa condiciones marginales para el desarrollo y la producción del cultivo del hule, reduciendo su productividad. Altitudes por sobre los 800 metros presentan condiciones de elevada humedad relativa y baja luminosidad, lo que implica mayores problemas con la incidencia de las enfermedades, principalmente del follaje y del panel de pica. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

### **2.3.10.2 Latitud**

El rango latitudinal adecuado para el desarrollo del hule está comprendido entre 20° norte y -20° sur. El rango latitudinal de Guatemala se sitúa entre 13° y 18° norte. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

### **2.3.10.3 Suelos**

El cultivo de hule se adapta mejor a suelos profundos de 1.5 metros, de preferencia con una capa de materia orgánica gruesa y un buen nivel de fertilidad; textura franco a franco arcillosa (25-40% de contenido de arcilla, permiten al cultivo resistir favorablemente las épocas secas fuertes), se recomienda evitar los suelos demasiado arenosos por su baja retención de humedad y dificultad para el anclaje de los árboles; los suelos pesados e hidromorfos, para prevenir un deficiente desarrollo radicular; de buen drenaje, libres de capas impermeables y con pH entre 4.5 y 5.5. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

Se recomienda como suelos aptos para el cultivo del hule, los siguientes:

- Una profundidad homogénea de más de un metro, sin horizonte endurecido.
- Un buen drenaje (clase D de USDA, 1960)
- Una buena estructura del suelo y una consistencia más bien friable.
- Una buena aireación del suelo.
- Ninguna turba sobre todo si es ácida.
- Una textura bien equilibrada entre arcilla y arena.
- Ningún manto o nivel freático a menos de un metro de profundidad.
- Un relieve poco pronunciado. (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

### **2.3.10.4 Relieve**

Para el establecimiento y cultivo del hule se recomiendan pendientes hasta del 30%, ya que una moderada inclinación facilita la futura explotación y adecuada conservación de suelos. Pendientes entre 5% y 25% generalmente representan buenos rendimientos en suelos con buen drenaje. Pendientes mayores pueden presentar rendimientos menores por efecto de una mayor erosión (si no se han realizado prácticas adecuadas de conservación) por cierto grado de dificultad para

que los picadores ejecuten sus tareas (si no se ha trazado correctamente la siembra). (Gremial de huleros de Guatemala, 2010)

### 2.3.11 La vinaza

La vinaza es un residuo industrial del proceso de destilación del alcohol, es por esto que el volumen generado es elevado, ya que por cada litro de alcohol obtenido se producen en promedio 13 litros de vinaza. Debido a su contenido de materia orgánica, este residuo presenta una elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO), lo que la convierte en un agente muy contaminante del medio ambiente. Se posibilita su empleo, debido a su concentración de potasio ( $6.5 \text{ kg de K/m}^3$ ).

El análisis con espectro de rayos infrarrojos muestra que la vinaza posee dentro de su fracción orgánica, los compuestos siguientes:

- Grupos OH (alcohol) de pequeña capacidad complejante.
- Cadenas hidrocarbonadas CH-OH-CH o presencia de M.O. capaces de incorporar elementos.
- Sales de ácido carboxílico COOH-metal en forma iónica y por tanto con gran capacidad de cambiar cationes y complejar.
- Ácidos carboxílicos R-COOH con función de agente disponible para formar nuevos complejos.
- Función ésteres y alcoholes primarios C-OH, C-O-C con capacidad para ceder o incorporar elementos y complejar.
- Puentes de hidrógeno -H---H- con capacidad para unir cadenas y/o complejos.

Entre los componentes inorgánicos se encuentra el Potasio, un elemento que recientemente ha recibido especial atención como mejorador de las condiciones de suelos tropicales. (Isarri Daniel)

### 2.3.12 Otros usos de la vinaza

La vinaza además de su utilización como fuente de nutrientes y de materia orgánica para la producción de caña de azúcar, también puede ser usada con otras finalidades, por ejemplo:

- Producción de ladrillos (suelo + vinaza concentrada).
- En concentración hasta 60° Brix como componente de ración animal.
- Como componente en substitutos de melaza.
- Producción de proteína unicelular por la fermentación aeróbica.
- Fertilización potásica de otros cultivos.
- Producción de gas metano por fermentación en biodigestores.

El principal valor de la vinaza reside en las cualidades de su complejo polimérico. El complejo polimérico también puede ser utilizada en menores cantidades para compactar y eliminar el exceso de polvo en vías carretables y en la fabricación de aglomerados, oxiclورو de cobre asfaltos, curtimbres y productos para la limpieza de calderas.

La vinaza ha sido transformada a lo largo de los años para disminuir su acción contaminante y lograr un mejor aprovechamiento como aporte de nutrientes a cultivos como la caña de azúcar.

Por otro lado, en el proceso de producción de alcohol los constituyentes de las cenizas actúan como fuentes de nutrientes para las levaduras o como cofactores del proceso de fermentación. En determinadas situaciones se adiciona fertilizante NPK a la tolva de fermentación para acelerar el proceso de inversión del azúcar en alcohol. (Isarri Daniel)

## **2.4 MARCO REFERENCIAL**

### **2.4.1 Efecto de la vinaza en la producción de caña de azúcar**

Los efectos de la aplicación de vinaza se traducen en aumentos de la producción de biomasa de caña. Según Korndorfer (1990 y 1994), en forma paralela con este aumento de biomasa, en aplicaciones mayores a 300 kg/ha de  $K_2O$  ocurre una reducción de la concentración de azúcar. Estos efectos en la productividad es posible observarlos aun después del cuarto corte (Núñez, 1987).

Disminuyendo así la calidad de materia prima (sacarosa). Igualmente, la maduración de la caña se retarda en función de las dosis aplicadas de vinaza. Debido a que la vinaza contiene nitrógeno y materia orgánica es inevitable un alargamiento del período vegetativo de la caña, lo que afecta negativamente la calidad industrial.

La aplicación de vinaza por un período de hasta veinte días después del corte resulta en una adecuada germinación de la caña soca y, como consecuencia, incide en el número de plantas por área y aumenta la longevidad del cultivo. Las aplicaciones de vinaza comprendidas entre los 100m<sup>3</sup>/ha y 400m<sup>3</sup>/ha (780 kg de K a 3120 kg de K), equivalen a la aplicación de una lámina de agua, rica en nutrientes de 10 mm/ha a 40mm/ha en época seca. (Korndorfer 1994)

La aplicación de vinaza en muchos casos puede sustituir la fertilización química. El potasio contenido en la vinaza, así como el aplicado en forma de fertilizante (KCl), normalmente altera en forma significativa el contenido de cenizas en el jugo, debido a la absorción de lujo del K por la caña de azúcar. El elevado contenido de cenizas genera efectos negativos en la fabricación del azúcar. Su acción melasigénica dificulta la cristalización por la formación de núcleos falsos, reduce el rendimiento industrial de la azúcar y en consecuencia produce una mayor cantidad de miel (Korndorfer, 1994).

En general, los estudios muestran que en áreas con aplicación de vinaza existe una mejor respuesta a fertilización nitrogenada. En diferentes ingenios brasileros encontraron que la dosis ideal se encuentra entre 90 y 100 kg de N/ha con esta dosis, estos investigadores obtuvieron un aumento promedio igual o superior a 6 t/ha en relación con el testigo. (Rodrigues, 1984)

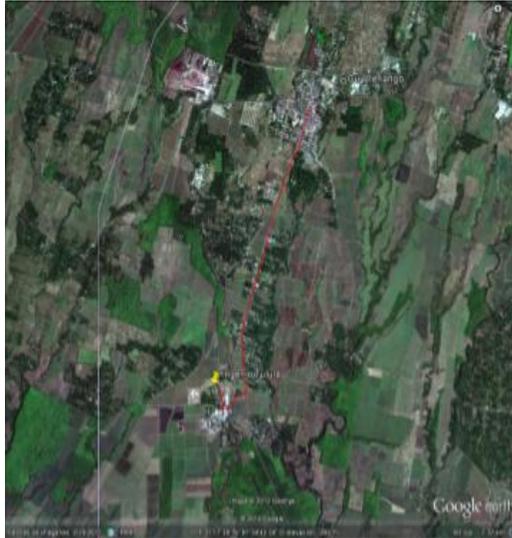
### **2.4.2 Localización**

El ingenio Tumulá S.A., se encuentra localizado en el municipio de San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu.

### 2.4.3 Ubicación geográfica

Geográficamente el Ingenio Tululá S.A. se ubica dentro de las coordenadas  $14^{\circ}30'16''$  latitud norte y  $90^{\circ}35'03''$  longitud oeste, en el kilómetro 4.5 carretera a La Máquina, en el municipio de San Andrés Villa Seca departamento de Retalhuleu.

### 2.4.4 Ubicación del Ingenio Tululá S.A.



Fuente: google earth

**Figura 5. Ubicación del Ingenio Tululá S.A.**

## 2.4.5 Composición de la vinaza

**Cuadro 8. Resultado de Análisis químico de la vinaza.**

<b>ANALISIS</b>	<b>VINAZA</b>	<b>DIMENSIONALES</b>
TEMPERATURA	29	°C
pH	4.2	Unidades de pH
DQO	71300	mg O <sub>2</sub> /l
DBO	38000	O <sub>2</sub> /l
NITRÓGENO	0.12	Kg N/m <sup>3</sup>
FÓSFORO	0.16	Kg P/m <sup>3</sup>
SULFATOS	7000	mg SO <sub>4</sub> /L
SULFITOS	410	mg SO <sub>3</sub> /L
CLORUROS	2900	mg Cl/L
OXIGENO DISUELTO	0.18	mg O <sub>2</sub> /l
POTACIO	6.5	Kg K/m <sup>3</sup>
CALCIO	0.65	Kg Ca/m <sup>3</sup>
MAGNESIO	1.1	Kg Mg/m <sup>3</sup>

**Fuente: Laboratorio de ambiente, Destiladora de alcoholes y rones, S.A**

## 2.4.6 Descripción ecológica

### 2.4.6.1 Zona de vida

Según De la Cruz (1982), la finca Tululá se ubica dentro de la zona de vida del bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido (Bmh-S(c)) (4)

### 2.4.6.2 Clima

El Ingenio Tululá S.A. se encuentra a una altitud comprendida entre los 100 a 275 msnm.

Predomina un clima cálido con una temperatura media de 28°C, registrándose una mínima promedio de 22.3°C y una máxima promedio de 33°C.

El departamento de planificación y control del Ingenio Tululá, por medio de una estación meteorológica reporta una humedad relativa del 85% y una intensidad lumínica de 9 horas luz/día. El promedio anual de precipitación es de 2,088mm.

### 2.4.6.3 Suelo

Según la clasificación de suelos de la FAO en el Ingenio Tululá S.A. se cuenta con suelos del orden Vertisoles.

**Vertisoles (v)**

Suelos con media y alta fertilidad, de textura arcillosa, son los más profundos y evolucionados en la zona, pudiendo presentar problemas de drenaje y con tendencia a la salinidad; cuando están secos se agrietan y cuando están húmedos son plásticos y pegajosos, lo cual presenta problemas para el manejo agrícola y riesgos a las construcciones.(IUSS 2007)

**2.4.6.4 *Relieve***

En general el relieve es plano, con una pendiente que va de 2 a 3%, con orientación sur. En zonas cercanas a zanjones, es ondulada o suavemente inclinada.

## 2.5 OBJETIVOS

### 2.5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de vinaza en el segundo año de crecimiento del cultivo de hule (*hevea brasiliensis*), con el fin de evaluar los efectos de la vinaza en el crecimiento de plantas.

### 2.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de 5 dosis de vinaza al suelo sobre los parámetros de crecimiento (altura diámetro y concentración de nutrientes en el tejido vegetal) en una plantación de hule de dos años de edad.
- Determinar el efecto que tiene la aplicación de vinaza en las propiedades químicas del suelo, pH, índices de P, K, Ca y Mg, y M.O. a la profundidad de 0-0.15 m.
- Cuantificar los costos de aplicación de la vinaza.

## 2.6 HIPÓTESIS

La aplicación de vinaza, ejerce efectos positivos en el desarrollo del cultivo de hule y mejora los índices nutrimentales del suelo evaluado.

## 2.7 METODOLOGÍA

### 2.7.1 Antecedentes

La investigación se realizó en una plantación del clon RRIM600 en su segundo año de crecimiento, con una densidad de siembra de 555 plantas/hectárea y un distanciamiento de siembra de 3m X 6m, las plantas se obtuvieron de un almácigo de dos años (sembrada, injertada y despatronada en suelo y desarrollada en bolsa).

### 2.7.2 Obtención de los tratamientos

Para la obtención de los tratamientos se partió de los requerimientos del cultivo y la composición química de la vinaza. Debido a la composición de la vinaza solo se llenaron los requerimientos para el K, no así para el N y el P. ya que estos se encuentran en menor concentración en la vinaza. Las cantidades máximas aplicadas fueron de 2.39 kg de N y 3.19 kg de P.

**Cuadro 9. Requerimientos de macroelementos en kg/ha<sup>-1</sup> a la edad de 2-3 años del cultivo de hule (*H. brasiliensis*) con una densidad de siembra de 500 árboles/ha**

EDAD AÑOS	N Kg.ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg.ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O Kg.ha <sup>-1</sup>
2 – 3	60	30	65

Fuente: Gremial de huleros de Guatemala

**Cuadro 10. Contenidos de minerales esenciales mayoritarios de la vinaza**

K g.L <sup>-1</sup>	N g.L <sup>-1</sup>	P g.L <sup>-1</sup>	Ca g.L <sup>-1</sup>	Mg g.L <sup>-1</sup>
6.50	0.12l	0.16	0.65	1.10

Los tratamientos utilizados fueron cinco, un testigo absoluto para evaluar la fertilidad natural del suelo, un tratamiento donde la dosis se calculó en base al requerimiento del K por parte del cultivo en la etapa de crecimiento y tres tratamientos donde uno estaba por debajo del tratamiento calculado y dos arriba del mismo. En el cuadro 4 se detallan los tratamientos.

**Cuadro 11. Tratamientos evaluados y dosis aplicadas por mes a cada árbol**

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis/mes</b>	<b># aplicaciones</b>	<b>Dosis total</b>
1	0 L	0	0
2	3 L	3	9
3	6L	3	18
4	9 L	3	27
5	12L	3	36

Las dosis de vinaza se fraccionó en tres aplicaciones, se aplicó una tercera parte cada mes sin diluir, para la aplicación se utilizaron recipientes de plástico de 5 galones para facilitar y lograr uniformidad en la aplicación. La forma de aplicarla fue formando un anillo alrededor del árbol a una distancia de 0.5m del cuello de la planta.

### **2.7.3 Diseño experimental**

La investigación se realizó utilizando el diseño experimental Bloques al Azar. Ya que este diseño toma en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. Se decidió utilizar este diseño para bloquear la diferencia de pendiente del terreno, para esto, los bloques fueron establecidos de manera perpendicular a la pendiente.

Para descartar el efecto de bordes y cabeceras, se dejó un surco sin aplicación en la separación entre cada tratamiento, y se tomaron mediciones únicamente de las tres plantas centrales de cada tratamiento. De manera que se cuenta con una separación de 12 x 9 metros entre cada unidad experimental.

#### 2.7.4 Ubicación de la plantación donde se montó el ensayo



Figura 6. Plantación donde se montó el ensayo.

#### 2.7.5 Manejo del experimento

Para delimitar la parcela experimental se utilizaron estacas, se trazaron los bloques y se rotuló cada tratamiento para evitar que existiera traslape de aplicaciones. Se tomaron 5 surcos de 20 árboles cada uno, cada tratamiento contó con 5 árboles dando un total de 100 árboles. Los análisis químicos de suelo y foliares se realizaron antes de iniciar y 4 meses después de finalizar el experimento. La vinaza fue transportada en recipientes plásticos de 1000 lts. Y fue llevada al punto de aplicación en tractor. La aplicación de la vinaza se realizó de forma manual, con ayuda de regaderas. Se aplicó en forma de anillo alrededor de cada árbol a una distancia de 0.5 m del tronco. Para que la vinaza estuviera disponible para el mayor número de raíces.

El manejo del cultivo se realizó según el manejo normal de la finca, al inicio del verano, se realizó la aplicación de cal sobre el tallo de los árboles para evitar daños causados por el sol, conocidos como punta de lanza, y durante la época lluviosa, se realizó el control fitosanitario y control de malezas.

## 2.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 2.8.1 Unidad experimental

Se tomó como unidad experimental 3 árboles de hule.

### 2.8.2 Variables evaluadas

- Altura del árbol: altura desde la superficie del suelo al ápice de la planta, para su determinación se utilizó cinta métrica. Las mediciones se realizaron al inicio del experimento y 4 meses después al finalizar el experimento luego se calculó el incremento de altura.
- Diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP): para esto se utilizó una cinta diamétrica. Las mediciones se realizaron al inicio del experimento y 4 meses después al finalizar el experimento luego se determinó el incremento de diámetro.
- Concentración de N,P, K, Ca y Mg en el tejido vegetal

Las muestras foliares para su análisis, se tomaron de las ramas centrales, y se utilizó únicamente las hojas maduras y sanas.

- Análisis Químico de suelo a profundidades de 0 – 15 cm.

Los análisis realizados fueron:

- pH
- Materia Orgánica (M.O)
- Fósforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio

## 2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta las cantidades de nutrientes aportadas al suelo por cada tratamiento.

**Cuadro 12. Cantidad de nutrientes aportados al suelo (gramos/planta) por cada tratamiento**

Elemento	Testigo	9 litros	18 litros	27 litros	36 litros
K	0.00 g	58.50 g	117.00 g	175.50 g	234.00 g
N	0.00 g	1.08 g	2.16 g	3.24 g	4.32 g
P	0.00 g	1.44 g	2.88 g	4.32 g	5.76 g
Ca	0.00 g	5.85 g	11.70 g	17.55 g	23.40 g
Mg	0.00 g	9.90 g	19.80 g	29.70 g	39.60 g

Es en el tratamiento con una mayor dosis donde se encuentra mayor aporte de cada elemento así, el Potasio con 234 g/planta, seguido del Magnesio y Calcio con 39.60 y 23.40 g/planta respectivamente. Los nutrientes aportados en menor cantidad son el Nitrógeno con 4.32 y Fósforo con 5.76 g/planta.

### 2.9.1 Altura y diámetro de plantas

Se hizo una medición de altura y de diámetro antes de realizar la aplicación de vinaza y una segunda medición cuatro meses después de la aplicación de vinaza, de estas mediciones se obtuvo el incremento promedio el cual se visualiza en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Incremento promedio de altura (m) y de diámetro (cm) en las plantas de hule después de 4 meses de la aplicación de vinaza.**

TRATAMIENTO	INCREMENTO MEDIO DE ALTURA EN m	INCREMENTO MEDIO DE DIAMETRO EN cm
1 Testigo	0.42	0.34
2 9 litros	0.31	0.26
3 18 litros	0.41	0.39
4 27 litros	0.33	0.31
5 36 litros	0.49	0.48

### 2.9.2 Análisis de varianza para la variable altura

A los incrementos encontrados para la variable altura se les realizó el análisis de varianza.

**Cuadro 14. Cuadro de alturas promedio de cada bloque expresadas en metros**

Dosis	BLOQUES				Y <sub>i.</sub>	Ȳ <sub>i.</sub>
	I	II	III	IV		
0 litros/planta	0.17	0.45	0.38	0.66	1.66	0.415
9 litros/planta	0.44	0.29	0.18	0.31	1.22	0.305
18 litros/planta	0.65	0.35	0.53	0.11	1.64	0.41
27 litros/planta	0.08	0.31	0.46	0.45	1.3	0.325
36 litros/planta	0.23	0.43	0.65	0.66	1.97	0.4925
Y.j	1.57	1.83	2.2	2.19	7.79	0.39

**Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable altura de plantas**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	Significancia
Bloques	3	0.055775	0.01859167		
Tratamientos	4	0.09192	0.02298	0.57	0.6914
Error	12	0.4862	0.04051667		
Total	19	0.633895			

CV = 52%

No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto a la variable altura. Esto se pudo deber a que las cantidades de nitrógeno aplicadas fueron bastante bajas 4.32g/planta en la dosis más alta, en relación a las cantidades de los otros elementos en especial el K y el Mg que fueron de 234 y 39.60 gr/planta respectivamente. En esta etapa es cuando más se requiere de N, no así de los otros elementos. Además, el tiempo en que se tomó la segunda lectura fue de 6 meses.

### 2.9.3 Análisis de varianza para la variable diámetro

Al igual que la variable altura no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto al diámetro.

**Cuadro 16. Valores obtenidos de diámetro**

Dosis	BLOQUES				Y <sub>i</sub> .	Ȳ <sub>i</sub> .
	I	II	III	IV		
<b>0 litros/planta</b>	0.26	0.24	0.3	0.57	1.37	0.3425
<b>9 litros/planta</b>	0.27	0.23	0.13	0.40	1.03	0.2575
<b>18 litros/planta</b>	0.53	0.20	0.36	0.47	1.56	0.39
<b>27 litros/planta</b>	0.20	0.43	0.20	0.40	1.23	0.3075
<b>36 litros/planta</b>	0.64	0.5	0.35	0.43	1.92	0.48
<b>Y.j</b>	1.9	1.6	1.34	2.27	7.11	0.36

Cuadro de análisis de varianza para la variable diámetro.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable diámetro**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	Significancia
Bloques	3	0.096095	0.03203167		
Tratamientos	4	0.11507	0.0287675	2.06	0.1491
Error	12	0.16733	0.01394417		
Total	19	0.378495			

CV =39%

### 2.9.4 Resultados del análisis químico de suelos

A continuación se presentan los resultados del análisis químico de suelos realizado 4 meses después de realizado el experimento.

**Cuadro 18. Resultado del análisis químico de suelos realizado 4 meses después de la aplicación a una profundidad de 0 a 15 cm.**

Tratamiento	pH	P Ppm	K Ppm	Ca Meq/100g	Mg Meq/100g	M.O. %
<b>0 litros/planta</b>	6.1	4.78	120	6.86	2.26	3.38
<b>9 litros/planta</b>	6.0	3.87	248	6.86	2.62	3.03
<b>18 litros/planta</b>	6.0	4.84	190	5.62	2.57	2.77
<b>27 litros/planta</b>	6.1	4.16	328	6.86	2.78	3.51
<b>36 litros/planta</b>	6.0	5.07	318	6.86	2.72	3.29

El pH se mantuvo sin cambios en los cinco tratamientos. Esto se debió a que las cantidades aplicadas de vinaza no fueron demasiado elevadas o al poder tamponizador del suelo como consecuencia de los valores de materia orgánica de el testigo de 3.38% y valores de arcilla mayores del 40%.

Además, las cantidades de vinaza de cada tratamiento fueron fraccionadas en tres aplicaciones y fueron aplicadas en la época de lluvia.

La cantidad de Ca no muestra un incremento, lo cual se pudo deber a que la cantidad aportada por la vinaza es muy baja, como se puede observar en el cálculo de T5 que es el tratamiento con la dosis de vinaza más alta, la cantidad aportada de Ca es únicamente de 1.39 gramos/ planta

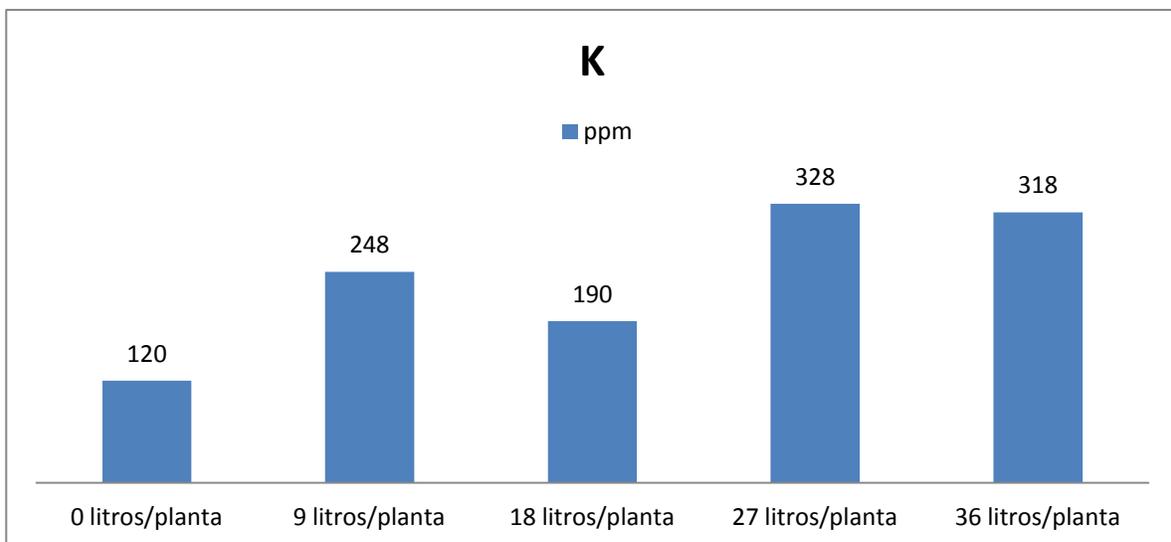
No se observó diferencia en la concentración del elemento P en el suelo ya que como se puede observar en el cálculo de T2 y T5 que representan la dosis más baja y la dosis más alta respectivamente, las cantidades aplicadas de P al suelo por medio de la vinaza son bajas, es por esto que el aumento no es notorio.

La concentración de materia orgánica en el suelo, debido a la aplicación de vinaza no mostro ninguna tendencia.

### 2.9.4.1 Potasio (K) en el suelo

Los resultados obtenidos con respecto al elemento K muestran que si hubo un aumento en la concentración de este elemento en el suelo. Esto debido a que K es el elemento que se encuentra en mayor concentración en la vinaza. Y como se muestra en el cálculo de la cantidad de K aplicado en el T2 y T5 que son los tratamientos de menor y mayor dosis respectivamente, se observa que aunque la cantidad aplicada no es muy elevada si muestra un ligero aumento en la acumulación de K en el suelo. El K es un elemento de alta dinámica en el suelo. Y móvil dentro de la planta.

**Figura 7. Comportamiento del Potasio (K) en el suelo por efecto de la aplicación de los tratamientos evaluados cuatro meses después de haber realizado la aplicación a una profundidad de 15 cm**

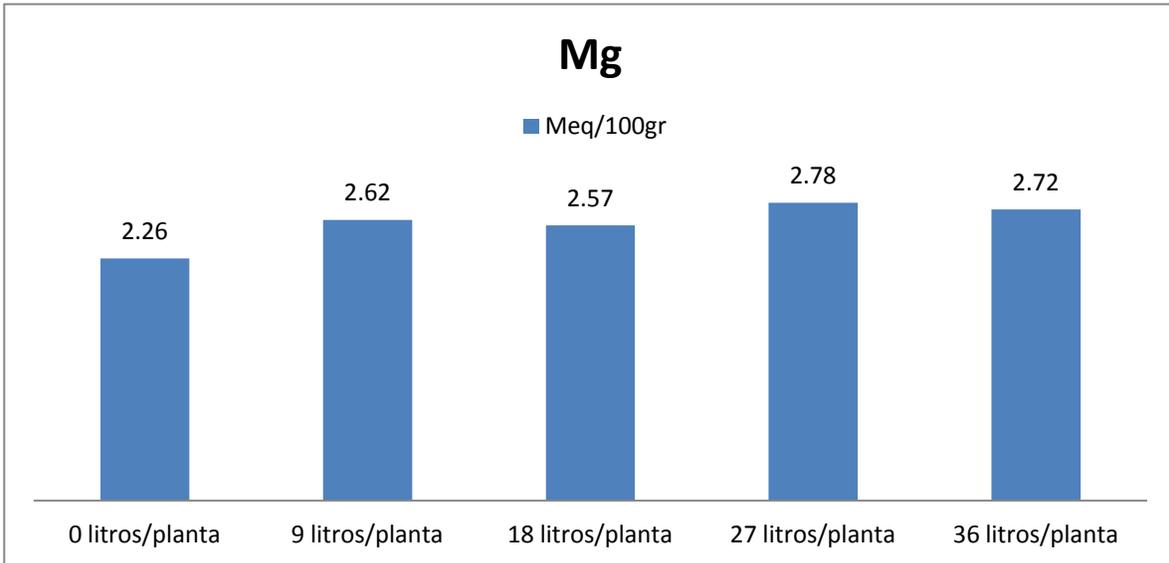


$$T2 = 6.5\text{g/litro} \times 9 \text{ litros} = 58.5\text{g de K/planta}$$

$$T5 = 6.5\text{g/litro} \times 36\text{litros} = 234\text{g de K/planta}$$

### 2.9.4.2 Magnesio (Mg) en el suelo

Figura 8. Comportamiento del Magnesio (Mg) en el suelo por efecto de la aplicación de los tratamientos evaluados cuatro meses después de haber realizado la aplicación a una profundidad de 15 cm



$$T2 = 1.10\text{g/litro} \times 9 \text{ litros} = 9.9\text{g de Mg/planta}$$

$$T5 = 1.10\text{g/litro} \times 36\text{litros} = 39.6\text{g de Mg/planta}$$

En los resultados obtenidos con respecto al elemento Mg se puede observar que si hubo un aumento en la concentración de este elemento en el suelo. Esto debido a que Mg es uno de los elementos que se encuentran en mayor concentración en la vinaza.

### 2.9.5 Resultados del análisis foliar

A continuación se muestran los resultados de los análisis al tejido vegetal.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
T1 (testigo)	2.97 %	0.25 %	0.75 %	1.19 %	0.11 %
T2 (9 lts/planta)	3.67 %	0.17 %	0.72 %	1.0 %	0.37 %
T3 (18lts/planta)	3.40 %	0.19 %	0.70 %	1.2 %	0.38 %
T4 (27lts/planta)	3.45 %	0.22 %	0.73 %	1.11 %	0.40%
T5 (36lts7planta)	3.34 %	0.18 %	0.72 %	1.07 %	0.37 %

**Cuadro 19. Resultados de los análisis foliares realizados 4 meses después de aplicada la vinaza.**

Los resultados del análisis del tejido vegetal muestran un incremento en la concentración de N y Mg en las plantas. Esto se debió a que el N presente en el suelo era suficiente para cubrir los requerimientos de la planta, así mismo las concentraciones de Mg presentes en la vinaza son altas.

No se encontró incremento en la cantidad de P, K y Ca en el tejido vegetal, esto posiblemente se debió a que fueron utilizados para cubrir los requerimientos de la planta, o a que no se encontraron disponibles para la planta.

### 2.9.6 Costos de la aplicación

Durante la aplicación de vinaza en la plantación de hule, se utilizó un tractor y un operador para el abastecimiento y traslado de la vinaza al punto de aplicación. También fue necesario el apoyo de tres colaboradores para la aplicación de vinaza a los árboles y un colaborador para el despacho de la vinaza.

Ya que las dosis de vinaza se fraccionaron en tres aplicaciones se utilizó un total de tres jornales para operar el tractor y 12 jornales para la aplicación. El costo de esta actividad se detalla en el cuadro 13.

**Cuadro 20. Costos de aplicación en 100 plantas**

	<b>Cantidad</b>	<b>Costo por aplicación</b>	<b>Costo total</b>
Combustible	3 días	Q 150.00	Q 450.00
Operador de tractor	3 jornales	Q 71.40	Q 214.20
Mano de obra	12 jornales	Q 50.00	Q 600.00
Costo total de la aplicación en 100 árboles (0.18ha.)			Q 1,264.20

En caso se requiera contratar un camión para el transporte de la vinaza el costo es de Q. 75.00 / km recorrido con un tanque de 3000 galones. Aplicando una dosis de 36 litros de vinaza por planta alcanzaría para aplicar 315 plantas equivalentes a 0.57 ha.

Para transportar la cantidad de vinaza necesaria para aplicar 1 ha. Con una dosis de 36 lt/planta se necesitarían 1.8 viajes con un tanque de 3000 galones.

Según investigaciones desarrolladas en aplicaciones de vinaza en el cultivo de caña de azúcar en Brasil determinaron que debido a los costos de transporte y aplicación de vinaza por vía terrestre, se estima que la distancia óptima económica está entre 17 km y 18 km para los suelos arenosos y de 10 km para los suelos arcillosos. Al relacionar la distancia recorrida por un camión para transportar vinaza hasta el sitio de aplicación, verificaron que las distancias máximas económicas son reducidas (1.5 km a 2 km) cuando no son considerados los aumentos de producción. Si se consideran estos aumentos las distancias máximas aumentan significativamente. (Valois et al, 1980)

## 2.10 CONCLUSIONES

- No se observó diferencia significativa para la altura y diámetro por efecto de la aplicación de las diferentes dosis de vinaza aplicadas en el suelo. Se estima que esto se debe a que la cantidad de N aportada por la vinaza es baja, así mismo el tiempo desde la aplicación a la lectura de datos fue corto.
- Se observó un aumento en la concentración del K y Mg por el efecto de la aplicación de las diferentes dosis de vinaza aplicadas al suelo, no así para P y Ca, los cuales no mostraron tendencia alguna. Debido a que las concentraciones de estos son bastante bajas en la vinaza. Mientras que en el análisis de tejido vegetal se observó un incremento de N y Mg que evidencia de que estos elementos se encuentran disponibles a la planta.
- El costo de aplicación de la vinaza es elevado, esto lo hace poco atractivo para su uso comercial, ya que para transportar la cantidad de vinaza necesaria para aplicar a 1 ha. Con una dosis de 36 lt de vinaza/planta se necesitarían 2 viajes con un tanque de 3000 galones, con un costo de Q. 75.00 / km recorrido / viaje.

## 2.11 RECOMENDACIONES

- Darle seguimiento a este ensayo ya montado, haciendo aplicaciones con las dosis ya descritas, evaluando las mismas variables a un mayor plazo de tiempo.
- Realizar estudio similar en suelos donde el K se encuentre deficiente, y tomar datos con mayor tiempo, para evaluar el efecto de la vinaza sobre el suelo y el desarrollo del cultivo a largo plazo.

## 2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J. 2004. Alergia al látex (en línea). Murcia, España, Universidad de Murcia, Sección de Alergología, H.U. "Virgen de la Arrixaca". Consultado 28 set 2012. Disponible en <http://alergomurcia.com/pacientes/temas/latex.html>
2. Bataglia, OC. 1987. Nutricao e adubacao da seringueira. Informacoes Agronómicas, Piracicaba 38:1-5.
3. Cáceres, RA. 1995. Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS, aplicación a las ciencias de la salud (en línea). p. 33-34. Consultado 1 oct 2012. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?id=GxhpROT-HB0C&pg=PA33&lpg=PA33&dq=prueba+de+tukey&source=bl&ots=-1Ufnw5d-q&sig=oNenEMJVkaRypAZa56XFuHMsIn4&hl=es&sa=X&ei=z3BqUPe1O5Lm8QTgwIDYAg&ved=0CBwQ6AEwADgK#v=onepage&q=prueba%20de%20tukey&f=false>
4. Chen, R. 1996. Evaluación del comportamiento de 25 clones de hule (*Hevea brasiliensis*) en pequeña escala en la zona norte de Guatemala, Estación de Fomento Navajoa, DIGESA, Morales, Izabal. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 27 p.
5. COPERSUCAR, BR. 1978. Efeitos da aplicacao de vinhaca como fertilizante em cana de acucar. Brasil, COPERSUCAR, Boletim Técnico 6/78:9-14.
6. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 p.
7. Geus, JC. 1967. Fertilizer guide for tropical and sub-tropical farming. Francia, Centre D'Etude de L'Azote. 727 p.
8. GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala, GT). 2010. Manual práctico del cultivo de hule. Guatemala. 128 p.
9. IICA, CR. 1989. Compendio de agronomía tropical. Costa Rica, IICA ; Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. tomo 2, p. 537–591.
10. INPOFOS, CA. 1999. Importancia de la nutrición en el cultivo del caucho (en línea). Informaciones Agronómicas no. 37:1-6. Consultado 2 feb 2014. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/\\$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf)

11. Irisarri, D. 2005. Usos industriales y agrícolas de la vinaza de caña de azúcar. Colombia, Grupo KIMEL. 40 p.
12. IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial mundial del recurso suelo; primera actualización 2007 (en línea). Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos no. 103. Roma, Italia, FAO. 96 p. Consultado 28 set 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/53298914/116/VERTISOLES>
13. Korndorfer, GH. 1990. O potássio e a qualida de da caña de açúcar. Informações Agronômicas no. 49.
14. \_\_\_\_\_. 1994. Importância da adubação na qualidade da caña-da-açúcar. *In* Sá, ME y Buzzetti, S (coord.). 1994. Importância da adubação e qualida de dos productos agrícolas. São Paulo, Brasil, ÍCONE. p. 133–142.
15. León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Costa Rica, IICA. 256 p.
16. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 72-73.
17. Madegom, E. 1996. Tecnología: el látex de caucho natural (en línea). s.n.t. Consultado 12 agosto 2000. Disponible en <http://www.cnet.net/medegom/notas.htm>
18. Nicolas, L. 1992. Misión para recomendaciones clonales para Guatemala 1992-1993. Guatemala, Centre de Coopération Internationales en Recherche Agronomique pour le Developement, Department des Cultures Pérennes / Gremial de Huleros de Guatemala. s.p.
19. Nuñes, JR D. 1987. Efeitos de elevada deposição de vinhaça sobre variedades de caña de açúcar. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil, COPERSUCAR. p. 38–44. (Boletín Técnico 37/87).
20. Ochse, JJ *et al.* 1986. Cultivo y mejoramiento de las plantas tropicales y subtropicales. Trad. Blackanller Alonso. México, Limusa. 828 p.
21. Ortega, JA. 1991. Diagnóstico del control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar, (*Saccharum officinarum*), en el Ingenio Tululá, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Informe Final PPS. Guatemala, USAC, Centro Universitario del Sur Occidente. 76 p.
22. Plambeck, J. 1996. Industrial organic chemistry: synthetic rubber (en línea). s.n.t. Consultado 12 ago. 2000. Disponible en <http://c.chem.ualberta.ca/plambeck/che/p265/p266/06184.htm>

23. Rodrigues, JC; Moraes, RS. 1984. Complementação nitrogenada em áreas fertilizadas com vinhaca. Piracicaba, São Paulo, Brasil, COPERSUCAR. p. 23-29. (Boletín Técnico Agronomico).
24. Rosenquist, EA. 1960. Manuring of rubber in relation to wind damage. *In* Natural Rubber Research Conference (1960, Kuala Lumpur). Proceedings. Kuala Lumpur, se. p. 81-88.
25. Tello Cano, GV. 1993. Evaluación de cuatro concentraciones de ácido Z-cloroetilfosfónico, en cuatro intensidades de pica sobre la producción de hule (*Hevea brasiliensis*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 87 p.
26. Valois, ACC *et al.* 1980. Cultura da seringueira. Brasilia, se. 218 p. (Manual Técnico no. 9).

### **CAPÍTULO III**

#### **INFORME FINAL DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE HEVEICULTURA DEL INGENIO TULULÁ S.A.**

### 3.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de hule está posicionado entre los cultivos más importantes en Guatemala, es superado únicamente por la caña de azúcar, el café y el banano. El primer censo de hule realizado en 1,965 reveló la existencia de alrededor de 10,000 hectáreas cultivadas con *H. brasiliensis*. En 1,980 el área cultivada era aún alrededor de 11,500 hectáreas y la producción anual de 10,000 toneladas de hule. A partir de esa década el área sembrada con hule, así como la producción han aumentado considerablemente, llegando el área sembrada en el año 2,011 a 80 mil ha cultivadas, de las cuales un 88% se encuentran ubicadas en la costa sur.

Entre los factores más importantes del manejo agronómico del cultivo de hule puede destacarse la fertilización durante la época lluviosa y el riego durante la época seca, ya que de esta manera se reduce el estrés en las plantas, y por consiguiente el número de plantas muertas por hectárea.

En el ingenio Tumulá, se aplica fertilización únicamente a plantía en almácigo en los primeros dos años de crecimiento, esto debido al alto costo de los fertilizantes químicos. El riego que se aplica en el almácigo es un riego por inundación con el cuál no se tiene conocimiento si realmente se llenan los requerimientos hídricos de la planta.

A pesar de que el ingenio Tumulá tiene su mayor área sembrada con caña de azúcar, las actividades de EPS se tuvieron que realizar en el departamento de heveicultura, es por eso que los servicios que a continuación se detallan se relacionan directamente con esta actividad. En el presente informe se detallan los servicios que se llevaron a cabo durante los meses de octubre de 2011 a mayo de 2012. Estos servicios han sido planificados con la finalidad de mejorar las condiciones del cultivo, para lograr obtener un mejor rendimiento en la producción.

Los servicios fueron:

Evaluación de cinco diferentes dosis de vinaza en plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis*) en estado productivo, diagnosticar el sistema de riego aplicado al almácigo de hule, apoyar en la supervisión de campo y elaborar controles internos en la producción de hule.

### 3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Los servicios fueron ejecutados en la sección hulera del ingenio Tumulá, ubicado dentro de las coordenadas 14°30'16'' latitud Norte y 90°35'03'' longitud Oeste, en el kilómetro 4.5 carretera a La Máquina, municipio de San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu.

### 3.3 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con el departamento de Heveicultura con servicios que permitan mejorar las condiciones del cultivo de hule.

### 3.4 SERVICIOS PRESTADOS

#### 3.4.1 Evaluación de cinco diferentes dosis de vinaza en la etapa de producción del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*).

#### 3.4.2 Definición del problema

El ingenio Tumulá produce 1410 m<sup>3</sup> de vinaza, de esto sólo una lámina de 140 m<sup>3</sup>/ha de vinaza sin diluir son aprovechados como fertilizante en el cultivo de caña de azúcar aplicando de esta forma 1,844.90 Kg/ha de K, 47.94 Kg/ha de N, 28.04 Kg/ha de P, 1,401.90 Kg/ha de sulfatos, 179.44 Kg/ha de Ca y 232.72 Kg/ha de Mg. quedando un excedente de vinaza que debe ser aprovechado para que no se convierta en una fuente de contaminación.

Las plantaciones de hule, en etapa de producción (a partir del sexto año) necesitan abono completo. Se recomienda aplicar en un círculo de 50cm alrededor de la base del fuste, ya que el requerimiento anual de la planta es de: 60 Kg/N/ha, 30Kg/P/ha, 65 Kg/K/ha y 10 Kg/Mg/ha. Actualmente, en la plantación de hule en etapa de producción en el Ingenio Tumulá S.A., no se realizan aplicaciones de fertilizante. Esto debido al alto costo de los fertilizantes químicos. Se espera que al utilizar la vinaza como fertilizante, se brindará el aporte nutricional que las plantas requieren sin aumentar los costos de producción, y al mismo tiempo se ampliaría el rango de aprovechamiento para la vinaza para evitar que ésta se convierta en un contaminante.

### 3.4.3 Objetivos

- Evaluar la respuesta del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), a la aplicación de cinco dosis de vinaza, en la etapa de producción.
- Determinar el efecto que tiene la aplicación de vinaza en las propiedades físicas del suelo.

### 3.4.4 Metodología

#### 3.4.4.1 Señalizar el área experimental

Para esto se colocaron estacas, se trazaron los bloques y se rotuló cada tratamiento para evitar que existiera traslape de aplicaciones.

Se tomó un total de 1,625 árboles, cada tratamiento se aplicó a 325 árboles dando un total de 325 árboles por tratamiento.

#### 3.4.4.2 Variables

La variable a evaluar fue la producción de látex.

También se realizó un análisis químico del suelo, antes de iniciar las aplicaciones y al finalizar la investigación para poder determinar el efecto que tiene la vinaza en la composición química del suelo.

#### 3.4.4.3 Aplicación de la vinaza

Se realizaron aplicaciones en cinco diferentes dosis de vinaza las cuáles se detallan a continuación:

- 0 m<sup>3</sup>/ha equivalentes a 0 lt de vinaza por árbol (testigo).
- 5 m<sup>3</sup>/ha equivalentes a 9 lt de vinaza por árbol.
- 10 m<sup>3</sup>/ha equivalentes a 18 lt de vinaza por árbol.
- 15 m<sup>3</sup>/ha equivalentes a 27 lt de vinaza por árbol.
- 20 m<sup>3</sup>/ha equivalentes a 36 lt de vinaza por árbol.

La aplicación se llevó a cabo en una única aplicación. Esto se hizo con fines prácticos para reducir costos, y por la dificultad de transportar la vinaza al punto de aplicación. Ya que se le aplicó a un total de 1300 árboles.

La vinaza fue transportada en un tanque de 1000 galones acoplado a un tractor, y posteriormente fue distribuida en recipientes plásticos de 5 galones.

La aplicación de la vinaza se realizó de forma manual, con ayuda de cubetas, y se aplicó en zona de goteo de cada árbol. Para que la vinaza quedara disponible a un mayor número de raíces.

#### **3.4.4.4 Distribución de tratamientos**

Los tratamientos no fueron aleatorizados, debido a que se complicaría el trabajo del picador al tener que recolectar por separado cada tratamiento, provocando un retraso en la recolección, dejando la producción expuesta a contaminación.

#### **3.4.4.5 Croquis del área experimental**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
----------	----------	----------	----------	----------

Símbolo	Dosis
A	20 m <sup>3</sup> /ha
B	15 m <sup>3</sup> /ha
C	10 m <sup>3</sup> /ha
D	5 m <sup>3</sup> /ha
E	0 m <sup>3</sup> /ha

**Figura 9. Distribución de tratamientos a evaluar**

Antes de realizar las aplicaciones se realizó un muestreo de suelo y un muestreo foliar. Las muestras fueron muestras compuestas, se extrajo suelo de toda el área a la que se le aplicaría vinaza, y se homogenizó. Para el análisis foliar la muestra se compuso de 80 hojas. Para esto se escogieron hojas maduras y sanas de la parte media del árbol.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio y se obtuvieron los siguientes resultados.

#### **3.4.4.6 Unidad *experimental***

Se tomó como unidad experimental media tarea de pica que equivale a 325 árboles.

### 3.4.5 Resultados

#### 3.4.5.1 Resultados de la medición de producción en libras después de la aplicación

**Cuadro 21. Resultados de la medición en libras de producción después de la aplicación de vinaza**

Fecha	Tarea 116 (lb)		Tarea 117 (lb)		Tarea 118 (lb)
	20 m3/ha	15 m3/ha	10 m3/ha	5 m3/ha	Testigo
27/10/2012	100	140	130	130	120
30/10/2012	110	90	95	95	110
02/11/2012	160	70	70	70	120
05/11/2012	180	100	135	135	200
08/11/2012	170	90	120	120	200
11/11/2012	150	120	100	100	200
14/11/2012	120	110	120	120	180
17/11/2012	150	120	160	160	150
20/11/2012	140	140	120	120	160
23/11/2012	130	130	110	110	160
26/11/2012	130	130	110	110	160
29/11/2012	125	115	100	100	140
02/12/2012	120	120	110	110	160
05/12/2012	170	110	105	105	160
08/12/2012	170	110	115	115	160
11/12/2012	170	110	120	1210	160
14/12/2012	160	100	120	120	160
17/12/2012	135	90	115	115	160
20/12/2012	140	125	140	140	145
23/12/2012	140	100	115	115	120
26/12/2012	120	120	130	130	120
29/12/2012	120	80	90	90	160
01/01/2013	0	0	0	0	0
04/01/2013	150	120	110	110	120
07/01/2013	150	125	115	115	110
10/01/2013	115	125	110	110	115
13/01/2013	90	110	105	105	115
16/01/2013	100	90	110	110	90
19/01/2013	130	150	150	150	120
22/01/2013	120	120	120	120	120

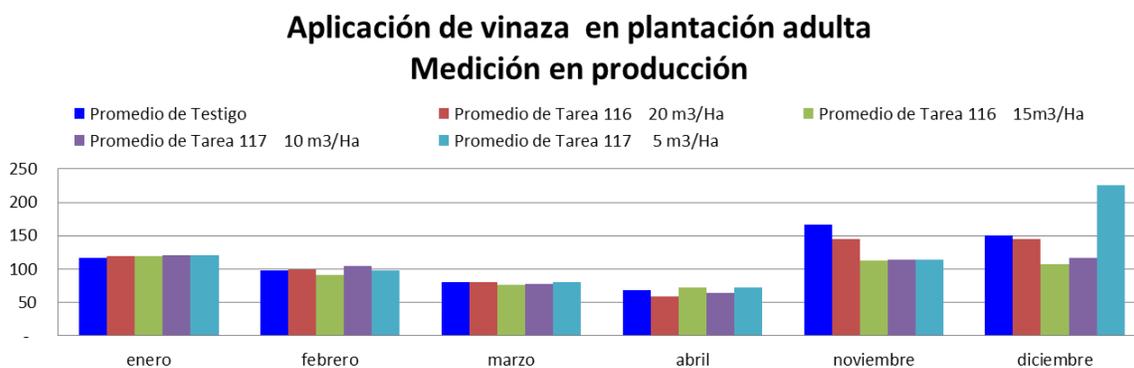
**Continúa cuadro 21. Resultados de la medición en libras de producción después de la aplicación de vinaza**

25/01/2013	120	120	115	115	120
28/01/2013	100	100	115	115	120
31/01/2013	120	135	150	150	130
03/02/2013	120	120	145	145	130
06/02/2013	90	120	120	120	120
09/02/2013	120	80	110	110	120
12/02/2013	110	85	110	115	115
15/02/2013	105	95	115	80	80
18/02/2013	105	80	95	80	80
21/02/2013	80	80	80	80	80
24/02/2013	80	80	80	75	75
27/02/2013	80	80	80	80	80
02/03/2013	80	80	80	80	80
05/03/2013	85	75	70	80	80
08/03/2013	85	75	80	95	95
11/03/2013	90	70	80	80	80
14/03/2013	80	70	75	80	80
17/03/2013	70	80	75	75	75
20/03/2013	85	65	75	80	80
23/03/2013	70	90	85	80	80
26/03/2013	75	80	80	70	70
29/03/2013	0	0	0	0	0
01/04/2013	70	50	65	75	80
04/04/2013	115	55	55	65	60
07/04/2013	50	70	55	65	60
10/04/2013	50	70	55	65	60
13/04/2013	55	65	55	65	60
16/04/2013	50	60	60	50	60
19/04/2013	50	60	55	60	60
22/04/2013	70	70	75	80	85
25/04/2013	0	65	80	60	80
28/04/2013	70	160	80	130	80
01/05/2013	180	95	140	90	145
04/05/2013	110	90	110	115	120
07/05/2013	125	110	110	130	120
10/05/2013	120	80	160	100	120
13/05/2013	105	80	90	80	120
16/05/2013	100	90	90	90	100
<b>TOTAL</b>	<b>7235</b>	<b>6390</b>	<b>6700</b>	<b>7745</b>	<b>7575</b>

### 3.4.5.2 Resumen de producción después de la aplicación de vinaza

**Cuadro 22. Resumen de la medición de producción después de la aplicación de vinaza.**

Etiquetas de fila	Promedio de Testigo	Promedio de Tarea 116 20 m3/Ha	Promedio de Tarea 116 15m3/Ha	Promedio de Tarea 117 10 m3/Ha	Promedio de Tarea 117 5 m3/Ha
enero	116	120	120	120	120
febrero	98	99	91	104	98
marzo	80	80	76	78	80
abril	69	58	73	64	72
noviembre	167	146	113	115	115
diciembre	151	145	107	116	225
<b>Total general</b>	<b>114</b>	<b>108</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>119</b>



**Figura 10. Aplicación de vinaza en plantación en producción**



### 3.4.7 Diagnóstico del sistema de riego aplicado al almácigo de hule

#### 3.4.8 Definición del problema

La temporada seca en el país, que comprende del mes de noviembre a abril, es una etapa crítica en el desarrollo de las plantaciones de hule en crecimiento. Esto es válido tanto para plantas recién establecidas, como en las que alcanzan ya los tres años de edad. Cuando las condiciones de evapotranspiración alcanzan sus niveles más altos en los meses de enero a abril las plantas empiezan a sufrir los efectos de la sequedad del suelo como son deshidratación de sus hojas y tejidos, disminución del crecimiento, susceptibilidad de la corteza de los tallos al daño ocasionado por los rayos solares (punta de lanza) y hasta problemas de muerte regresiva por deshidratación. Debido a esto, se hace necesario proporcionar riego por lo menos 3 galones de agua por planta y en ciclo de cada 15 a 20 días, a pesar de esto no se cuenta con un diagnóstico en el sistema de riego, que permita detectar las deficiencias y proporcione información para la mejora del mismo.

#### 3.4.9 Objetivos

- Diagnosticar el riego en el almácigo de hule.
- Detectar las deficiencias del riego y proponer las mejoras necesarias.

#### 3.4.10 Metodología

##### 3.4.10.1 *Recopilación de información*

La información se obtuvo a través de registros del ingenio, revisión bibliográfica y por medio de mediciones y cálculos de campo.

#### 3.4.11 Resultados.

##### 3.4.11.1 *Aspectos de suelo*

###### A. Área neta a la que se le aplica el riego

En la sección hulera únicamente se le aplica riego al área de almácigo, y esta tiene una extensión total de 0.52 ha. de las cuales el área neta bajo riego es de 0.50 ha.

###### B. Tipo de suelo

El tipo de suelo en el que se encuentra ubicado el almácigo es franco arcilloso

### C. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva es de 0.35 metros. Este es el espacio en el cual las raíces pueden profundizar libremente en busca de agua y nutrimentos.

### D. Densidad aparente del suelo

La densidad aparente del suelo es de  $0.59 \text{ g/cm}^3$

## 3.4.11.2 Aspectos hídricos

### A. Tipo de riego.

El sistema de riego que se utiliza es el riego por gravedad/inundación, este sistema de riego consiste en conducir una corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia los campos y aplicarla directamente a la superficie del suelo por gravedad, cubriendo total o parcialmente el suelo

#### a) *Ventajas del riego por gravedad/inundación*

- Costo de inversión a nivel de parcela bajo.
- Puede regarse en horas con fuerte viento.
- No existe problema con el riego en parcelas irregulares
- No tiene influencia en la aplicación de plaguicidas.
- No crea ambientes para la propagación de enfermedades fungosas del follaje.

#### b) *Limitaciones del riego por gravedad/inundación*

- Se requiere más agua por unidad de superficie.
- Hay peligro de acumulación de agua en el sub – suelo, causando problemas de drenaje.
- La eficiencia del riego es la más baja de todos los sistemas de riego con un 55% de eficiencia.

### B. Fuente de agua.

El agua que se utiliza para regar el almácigo es captada de la toma proveniente del río Sis que conduce el agua hacia la fábrica de azúcar. Se colocan 18 tubos de aluminio de 8 pulgadas de diámetro en la toma, y por gravedad es llevada y vertida en el canal en el cuál es distribuida por gravedad en el almácigo. Este canal de riego se encuentra ubicado a un costado del parqueo del transporte de caña de azúcar por lo que con frecuencia es destruido y requiere mantenimiento constante.

C. Caudal.

El caudal que ingresa al almácigo es variable. Por esta razón para realizar el cálculo se realizaron mediciones durante un mes (enero) y en base a esos datos se calculó que el caudal es de  $4.85 \text{ m}^3/\text{h}$

D. Horas de riego.

El promedio de riego es de 4 horas al día.

### 3.4.11.3 Aspectos del cultivo

A. Profundidad efectiva de raíces.

La profundidad efectiva de raíces es de 0.35 metros



**Figura 11. Tamaño de las raíces al arrancar la planta del suelo**

B. Distanciamiento de siembra

Las plantas dentro del almácigo se encuentran sembradas en doble surco con un distanciamiento entre plantas de  $0.30 \text{ m} \times 0.30$  y un distanciamiento entre surcos de  $0.90 \text{ m}$ .



**Figura 12. Distanciamiento de siembra**

### **3.4.12 Evaluación**

El sistema de riego se ve limitado por no tener una fuente estable de abastecimiento, ya que en los momentos que la fábrica azucarera demanda mayor cantidad de agua, se debe suspender el riego.

### **3.4.13 Jerarquización de problemas**

- Baja eficiencia del sistema de riego comparado con otros sistemas de riego.
- Incertidumbre con respecto al caudal de la fuente de agua.
- Debido a que el almácigo se encuentra ubicado dentro del parqueo de maquinaria, constantemente se destruye el canal de conducción de agua, haciendo necesario la reconstrucción del mismo.



### **3.4.15 Apoyo en la supervisión de campo y elaboración de controles e informes internos en la producción de hule.**

#### **3.4.16 Definición del problema**

Debido a la extensión de la hulera (469 ha) y al número de colaboradores (100) que laboran en ella, se dificulta la supervisión de las labores, tales como la estimulación, control fitosanitario, limpieas, pica, siembras, injertación, etc. Es por esto que surge la necesidad de brindar apoyo técnico, tanto la supervisión en el campo como en la elaboración de los informes de oficina, con el propósito de mejorar la calidad de los trabajos que se realizan dentro de la hulera.

#### **3.4.17 Objetivos**

- Supervisar y mejorar la calidad de pica.
- Facilitar la elaboración de informes de los trabajos realizados en la hulera.

#### **3.4.18 Metodología**

Se llevó a cabo una supervisión en el campo se realizó diariamente, visitando los sectores en pica, almácigo, jardín clonal y los sectores en los que se estaban realizando las labores tales como limpieas, deshijes, etc.

#### **3.4.19 Resultados**

##### **3.4.19.1 Horarios de trabajo**

- La hora de entrada en verano es a las 3:30 am. y en invierno a las 4:30 am.
- La hora de salida es variable para los picadores ya que deben esperar que el látex sea recolectado y puesto en el tanque recolector, y la hora de salida para los caporales es hasta que el látex sea entregado a los clientes.

##### **3.4.19.2 Actividades diarias en bodega**

- Verificar que todos los picadores estén presentes a la hora establecida para la entrega del equipo.
- Verificar que tanto los picadores como los caporales tengan el equipo completo (cuchillas, amoniaco, cubetas, piedra de afilar, tambos).
- Verificar que los productos retirados de la bodega sean retirados únicamente en las cantidades establecidas.
- Verificar que la mezcla de bactericida y amoniaco esté lista para que los picadores la puedan llevar al campo.
- Verificar que se aplique la mezcla de amoniaco y bactericida al tanque recolector, en las cantidades requeridas por la producción ya que la mezcla que se debe aplicar debe ser un 5% con respecto a lo producido, y debe estar compuesto por 3% de amoniaco y 2% de bactericida.

### **3.4.19.3 Pica**

- El ángulo debe ser de 35° en pica descendente y 45° en pica ascendente y debe ser ajustado a las características de cada árbol.
- La pica debe realizarse a lo largo de todo el canal de escurrimiento.
- Verificar que se aplique amoniaco a los guacales y se utilice la cantidad establecida que es de 4 litros de mezcla de amoniaco y bactericida por picador por tarea de 650 árboles.
- Que no existan toques o daños de madera. Ya que estos pueden provocar la malformación del árbol al regenerar su corteza, imposibilitando así la pica nuevamente sobre la misma cara del árbol.
- La espita debe estar colocada a 4 pulgadas del canal de escurrimiento.
- El consumo de corteza debe ser de 1mm a 1.5mm. este punto es muy importante ya que de esto depende la cantidad de área que se va a tener disponible para la pica en los años siguientes.
- Que los canales de tope estén debidamente marcados.
- Que no exista derramamiento de látex. Este derramamiento se puede producir porque el canal de escurrimiento no está bien trazado, la espita está mal colocada, y en época lluviosa puede ser provocado por el exceso de humedad en el panel de pica.
- Revisar que no se pique el patrón, únicamente el injerto.
- Picar primero la media tarea estimulada y recolectarla de último.
- A las 9 de la mañana todos los picadores deben haber terminado la pica y esperar que los árboles goteen. La recolección del látex inicia a las 10:00 a.m.
- Verificar que el tractor encargado de recolectar el látex inicie la recolección a las 11:00 a.m.
- Verificar que los picadores mantengan limpio el equipo de recolección, cubetas, tambos y el plástico para colocar la chipa.

### **3.4.19.4 Control técnico en plantaciones adultas**

- Verificar si existe presencia de enfermedades. Las enfermedades más comunes son: el moho gris, raya negra y Brown bast. Para el control de las mismas se utilizan las siguientes mezclas:
  - Bayfidan (40 cc/galón) + aliette (1.25 onzas/galón) + adherente (25 cc/galón) + colorante óxido amarillo (2 ½ onzas/galón).
  - Mirage (40 cc/galón) + Verita (1.25 onzas/galón) + adherente (25 cc/galón) + colorante óxido amarillo (2 ½ onzas/galón)

Estas mezclas actúan como preventivas y curativas para el moho gris y la raya negra. Para los árboles que son diagnosticados con corte seco, se les realizan picas exploratorias en caras restantes del fuste y de ser necesario en pica inversa con la finalidad de encontrar los puntos en los que todavía se puede extraer látex y evitar la baja en la producción. Las plantas a las que les es confirmado el corte seco, se les deja en reposo por un lapso de un año, luego de este tiempo se vuelve a probar la extracción.

- Verificar que no existan árboles abandonados por los picadores.
- Las picas muy bajas se le debe cambiar de cara o buscar alternativas de pica inversa.
- Verificar que el estimulante haya sido aplicado de manera correcta y a lo largo de todo el canal.
- Verificar que los fungicidas sean aplicados de manera correcta y darle seguimiento a los árboles enfermos evaluando si es necesario acortar el espacio entre aplicaciones.
- En época lluviosa supervisar las limpiezas mecanizadas, manuales y aplicación de herbicida. Para el control de malezas con herbicida se utiliza la siguiente mezcla:
  - Glifosato alemán (125 cc/bomba) + Weedmaster (75 cc/bomba)

#### **3.4.19.5 Control técnico en almácigo y jardín clonal**

Para las plantaciones en almácigo y jardín clonal, se tienen los siguientes controles:

- En verano verificar que se realice la aplicación de riego de manera correcta ya que al regar plantas en bolsa se debe humedecer de manera uniforme dentro de la bolsa, para evitar que se formen capas duras que dificulten la absorción de los fertilizantes.
- En las plantaciones en crecimiento, encalare el pie de la planta para evitar la punta de lanza, esta es una herida causada por los rayos del sol.



**Figura 13. Encalado en plantaciones en crecimiento**

- Supervisar la aplicación de fertilizantes tanto foliar como a suelo. Las fertilizaciones foliares se realizan con la siguiente mezcla:
  - Bayfolan (125 cc/bomba) + fungicida: Bayfidan (75 cc/bomba) + adherente 810 (25 cc/bomba).

Las aplicaciones a suelo se realizan de forma diluida y al voleo, utilizando nitro xtend, este es un fertilizante nitrogenado de liberación lenta, y 18-46-0. Con una dosis de 1 lb / bomba.

- Supervisar la aplicación de herbicida para reducir la aparición de malezas.
- Se realizó una poda en el jardín clonal, para lograr que el desarrollo de los hijos o varetas en el jardín clonal coincidiera con el desarrollo de las plantas en el almácigo, ya que para poder realizar la injertación, el grosor de la vareta debe ser similar al grosor del patrón.
- Se realizó una defoliación de las varetas, para estimular la formación de yemas, ya que estas serán utilizadas para la injertación.



**Figura 14. Defoliación en el jardín clonal**

- Supervisar la preparación del sustrato para el llenado de bolsas, este sustrato se realiza mezclando 50% de tierra con 50% cachaza.
- Se verificó el avance diario del llenado de bolsas.
- Se realizaron podas previas al arrancado de plantas, estas se realizaron con la finalidad de lograr uniformidad en las plantas y estimular el engrosamiento de los tallos para que estos alcancen el tamaño deseado para la injertación.
- Realizar muestreos de grosor para determinar si se ha alcanzado el tamaño para la injertación la cual debe ser de 1 pulgada.
- Las planta sembradas a suelo se injertan y se desvendan a los 20 días las plantas que conservan vivo el injerto, deben ser arrancadas, despatronadas (cortar el patrón 15 cm arriba de donde se realizó el injerto) y sembradas en las bolsas. En las plantas en las que el injerto muere, o no alcanzaron el grosor deseado, se dejan sembradas en el

suelo y al terminar la injertación son evaluadas de nuevo para la reinjertación.

- A los tocones en bolsa se les aplica riego y se aplica Derosal mezclado con urea para proteger el injerto y estimular su brotación.
- Supervisar que las plantas sembradas en bolsa sean movidas dos o tres veces durante su desarrollo, esto se hace para evitar que las raíces salgan de la bolsa y se anclen al suelo y dificulten el arrancado de las mismas para su trasplante provocando estrés a la planta que en el peor de los casos puede significar la muerte de la planta.

#### **3.4.19.6 Establecimiento de nuevas plantaciones**

Para el establecimiento de nuevas plantaciones se tuvieron los siguientes controles.

- Se delimitaron las áreas a sembrar: sección 21 con un área de 14.35 ha.
- Por tratarse de un terreno que anteriormente había sido cultivado con caña de azúcar, para la preparación del terreno se realizó la aplicación de 2/8 de glifosato/bomba + 1/2 octavo de 2, 4-D/bomba para eliminar la caña y el bejuco del terreno.
- Se realizó el estaquillado con una separación entre surcos de 6.50m y 3m entre plantas, con una orientación de los surcos de este a oeste.
- El ahoyado, tuvo una profundidad de 16 pulgadas.
- Se realizó el traslado de plantas desde el almácigo hacia el campo definitivo, el traslado se realizó en carretones halados por un tractor. En cada viaje se trasladaron 224 plantas.
- La siembra se realizó orientando el injerto hacia el Norte, ya que los árboles de hule por naturaleza tienden a inclinarse hacia el Sur, de esta manera se disminuye el riesgo de que la planta se desgarré o quiebre.
- Al sembrar la planta se debe dejar cubierto el injerto con la tierra, esto se hace para evitar la pata de elefante. Lo cual se da cuando al crecer la planta, el patrón queda sobre la superficie de la tierra.

#### **3.4.19.7 Elaboración de controles e informes internos.**

Para poder tener un mejor control de la producción y de las labores realizadas en la hule se desarrollaron y actualizaron cuadros que permiten tener en oficina una visión clara de los trabajos que se realizan en el campo. (Estos se adjuntan en las siguientes páginas)(Cuadros 30, 31, 32, 33,34 y 35)





### 3.4.19.12 Control de producción de látex y chipa

**Cuadro 29. Control de producción de látex y chipa.**

BASE DE DATOS CONTROL DE PRODUCCIÓN								
SECTOR	CAPORAL	CODIGO	NOMBRE	TAREA	Proceso	FECHA	MES	CANTIDAD
A	ESTEBAN LÓPEZ	19370	Juan David Vasquez M.	32	LATEX	01/11/2012	noviembre	240 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	177	Bonifacio Pollon Calel	33	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	12084	Pedro chamaya Lopez	34	LATEX	01/11/2012	noviembre	190 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	301	Enio Choix Mas	76	LATEX	01/11/2012	noviembre	260 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	6340	Bartolo Chay Rebolorio	77	LATEX	01/11/2012	noviembre	220 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	17	Antonio Garcia Sarax	78	LATEX	01/11/2012	noviembre	210 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	1967	Julio Utuy Xiloj	133	LATEX	01/11/2012	noviembre	180 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	598	Vicente Chan Lopez	135	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	16805	Tomás Mas Tupul	136	LATEX	01/11/2012	noviembre	180 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	178	Brigido Utuy Xiloj	137	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	216	Mario Inocente Xiloj	138	LATEX	01/11/2012	noviembre	220 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	1514	Domingo Ajanel Chun	139	LATEX	01/11/2012	noviembre	240 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	10991	Abraham Ixcoy Chiroy	140	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	574	Neftali Lopez Yancor	141	LATEX	01/11/2012	noviembre	210 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	S/C	Rigoberto Pollon Ordoñez	35	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	S/C	Nery Orlando Donis	134	LATEX	01/11/2012	noviembre	200 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	19370	Juan David Vasquez M.	32	CHIPA	01/11/2012	noviembre	10 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	177	Bonifacio Pollon Calel	33	CHIPA	01/11/2012	noviembre	8 Lbs.
A	ESTEBAN LÓPEZ	12084	Pedro chamaya Lopez	34	CHIPA	01/11/2012	noviembre	8 Lbs.

### 3.4.19.13 Producción acumulada por mes de látex y chipa

**Cuadro 30. Cuadro de la producción total acumulada por mes**

ACUMULADO PRODUCCIÓN TOTAL								
SECTOR	(Todas)							
Suma de CANTIDAD	Rótulos de columna							
Rótulos de fila	enero	febrero	marzo	abril	mayo	noviembre	diciembre	Total general
LATEX	370,923.00	292,625.00	247,505.00	214,969.00	162,630.00	373,182.00	379,799.00	2,041,633.00
<b>Total general</b>	<b>370,923.00</b>	<b>292,625.00</b>	<b>247,505.00</b>	<b>214,969.00</b>	<b>162,630.00</b>	<b>373,182.00</b>	<b>379,799.00</b>	<b>2,041,633.00</b>

**Cuadro 31. Producción acumulada por sector por mes.**

<b>ACUMULADO PRODUCCIÓN POR SECTOR</b>		
MES	mayo	
Suma de CANTIDAD	Rótulos de columna	
Rótulos de fila	LATEX	Total general
A	43,850.00	43,850.00
B	63,230.00	63,230.00
C	55,550.00	55,550.00
<b>Total general</b>	<b>162,630.00</b>	<b>162,630.00</b>

**Cuadro 32. Consolidado de producción de libras húmedas.**

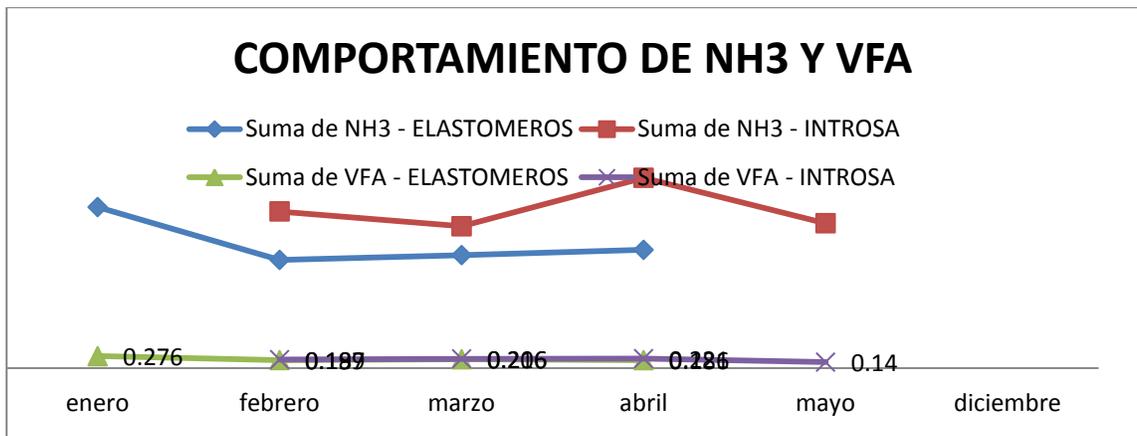
<b>CONSOLIDADO DE PRODUCCION DE LIBRAS HUMEDAS</b>										
MES	mayo									
Proceso	LATEX									
Suma de CANTIDAD	Rótulos de columna								Total B	Total general
Rótulos de fila	A	B								
		01/05/2013	04/05/2013	07/05/2013	10/05/2013	13/05/2013	16/05/2013			
ERMEN GODINEZ	14740	3720	3535	3600	3490	3220	3240	20805	54135	
ESTEBAN LÓPEZ	14240	4410	3760	3640	3570	3300	3595	22275	54560	
JUAN LOPEZ	14870	3915	3250	3365	3300	3105	3215	20150	53935	
<b>Total general</b>	<b>43850</b>	<b>12045</b>	<b>10545</b>	<b>10605</b>	<b>10360</b>	<b>9625</b>	<b>10050</b>	<b>63230</b>	<b>162630</b>	

**3.4.19.14 Control de amoniaco, VFA y kg secos obtenidos en los análisis de látex realizado en las empresas que compran el látex.**

**Cuadro 33. Base de datos NH3 y VFA reportados por las empresas compradoras de látex.**

**BASE DE DATOS DE NH3 Y VFA**

FECHA	MES	EMPRESA	NH3	VFA	DRC	TSC	Kg SECOS	
26/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				26.94	1411.66	
27/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				27.66	1482.58	
28/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				28.18	1693.62	
29/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				28.97	1703.44	
30/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				25.87	1601.35	
30/12/2012	diciembre	ELASTOMEROS				25.74	880.31	
23/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.44	0.032		28.47	1,500.37	
24/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.45	0.036		26.83	29.14	1,419.31
25/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.42	0.035		25.89	28.22	1,087.38
26/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.48	0.033		28.95	31.8	1,528.56
27/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.48	0.039		26.01	28.72	1,355.12
28/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.46	0.037		27.63	30.22	1,265.45
29/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.48	0.032		29.3	31.85	1,081.17
30/01/2013	enero	ELASTOMEROS	0.48	0.032				
02/02/2013	febrero	INTROSA	0.37	0.024		27.97	30.66	3,250
04/02/2013	febrero	INTROSA	0.38	0.022		27.91	30.61	3,137
05/02/2013	febrero	INTROSA	0.39	0.024		25.34	27.91	1,361
07/02/2013	febrero	INTROSA	0.44	0.021		27.13	29.7	2,599
09/02/2013	febrero	INTROSA	0.66	0.029		24.36	26.9	2,302
11/02/2013	febrero	INTROSA	0.41	0.025		24.98	28	2,343
13/02/2013	febrero	INTROSA	0.39	0.026		25.51	28.35	2,258.00
15/02/2013	febrero	INTROSA	0.55	0.028		24.43	27.12	2,067.00



**Figura 15. Comportamiento de NH3 y VFA**

### 3.4.19.15 Cuadro comparativo de la producción real contra la producción estimada

**Cuadro 34. Comparación de la producción estimada y la producción real mensual de látex y chipa**

COMPARACIÓN PRODUCCIÓN ESTIMADA CONTRA PRODUCCIÓN REAL									
MES	PRODUCCIÓN ESTIMADA (Kg secos)			PRODUCCIÓN REAL (Kg secos)					DIFERENCIA (Kg secos)
	LATEX	CHIPA	TOTALES	LATEX			CHIPA	TOTALES	
				INTROSA	ELASTOMEROS	TOTAL			
nov-12	44780	12787	57567		22353.47		4904		● -57567
dic-12	45650	12717	58367		22634.22				● -58367
ene-13	42375	5429	47804		9237.36				● -47804
feb-13	36356	4703	41059	19317	14082.16	33399.16	4191	37590.16	● -3468.84
mar-13	36720	4238	40958	14442	9824.24	24266.24	4070	28336.24	● -12621.76
abr-13	28517	5859	34376	9803			4327		● -34376
may-13	34106	4972	39078				4824		● -39078
jun-13	37955	4587	42542					42542	● -42542
jul-13	43734	6604	50338						● -50338
ago-13	44436	6553	50989						● -50989
sep-13	44562	4780	49342						● -49342
oct-13	45029	4671	49700						● -49700
<b>TOTAL</b>	<b>484220</b>	<b>77900</b>	<b>562120</b>						● -562120

### 3.4.20 Conclusiones

- Al realizar la supervisión en el campo, se pudo mejorar la eficiencia de los picadores, ya que existían bastantes árboles abandonados, que se lograron recuperar con la apertura de árboles nuevos y equipamiento de árboles que se encontraban sin equipo. Con la finalidad de completar las tareas y aumentar la producción.
- Con la elaboración y actualización de los cuadros de control se logró tener una base de datos actualizada que permite la elaboración de informes y tomar decisiones técnicas basadas en datos reales de la producción.

### 3.4.21 Constancias

#### Cuadro 35. Comparativo de kg secos de hule/sector 2010-2011 vrs. 2011 – 2012

PRODUCCIÓN 2011-12 (Noviembre 2011 a Agosto 2012 (DIA 19))

SECTOR	AREA	ARBOLES	KG SECOS			KG/HA	KG/ARBOL
			LATEX	CHIPA	TOTAL		
A	120.86	31,460.00	126,140.19	22,273.18	148,413.37	1,227.98	4.72
B	111.12	31,460.00	125,149.04	24,192.22	149,341.26	1,343.96	4.75
C	131.35	31,460.00	127,276.06	24,413.57	151,689.63	1,154.85	4.82
<b>Gran Total</b>	<b>363.33</b>	<b>94,380.00</b>	<b>378,565.29</b>	<b>70,878.97</b>	<b>449,444.26</b>	<b>1,237.01</b>	<b>4.76</b>

PRODUCCIÓN 2010-11 (Noviembre 2010 a Agosto 2011 (DIA 19))

SECTOR	AREA	ARBOLES	KG SECOS			KG/HA	KG/ARBOL
			LATEX	CHIPA	TOTAL		
A	123.03	29,900	127,061.94	21,620.55	148,682.49	1,208.51	4.97
B	106.48	29,900	134,173.57	25,041.15	159,214.72	1,495.25	5.32
C	100.38	29,900	120,253.61	22,044.30	142,297.91	1,417.59	4.76
<b>Gran Total</b>	<b>329.89</b>	<b>89,700</b>	<b>381,489.12</b>	<b>68,706.00</b>	<b>450,195.12</b>	<b>1,364.68</b>	<b>5.02</b>