

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



**LUIS RODOLFO JUÁREZ MÉNDEZ**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



**PROPUESTA PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE HULE  
(*Hevea brasiliensis*) EN LA FASE DE ALMÁCIGO, LAS JARAS,  
IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

**POR  
LUIS RODOLFO JUÁREZ MÉNDEZ**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Rector Magnífico  
Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
Vocal I	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
Vocal II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
Vocal III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
Vocal IV	Bachiller Ana Isabel Fion Ruíz
Vocal V	Bachiller Luis Roberto Orellana López
Secretario	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, septiembre 2012

Guatemala, septiembre 2012

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

Honorables miembros:

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

***“TRABAJO DE GRADUACIÓN PROPUESTA PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis*) EN LA FASE DE ALMÁCIGO, LAS JARAS, IZABAL, 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, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Luis Rodolfo Juárez Méndez

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS** Porque él es nuestro creador y sin él no sería lo que soy.

**MIS PADRES** Julio Juárez y Miriam de Juárez por ser dos pilares fundamentales en mi vida, por su amor incondicional, paciencia, enseñanza, esfuerzo y sacrificios.

**MIS ABUELITOS** Liduvina Vda. De Méndez, Luis Alberto Méndez, Oscar Juárez y Carmen Rodríguez q.e.p.d. por su enseñanza, cariño y paciencia durante todo este tiempo.

**MIS HERMANAS** Ana Elizabeth y Miriam Carolina por su cariño, apoyo y comprensión en todo momento.

**MI ESPOSA E HIJA** Por ser ahora la fuente de inspiración para ser cada día mejor y seguir adelante en mi superación profesional y personal.

**MI SOBRINO** Paulo Alejandro que este triunfo sea una meta que él pueda mejorar.

**MIS AMIGOS** Daniel Guerrero, Diego Méndez, Estuardo Pérez, Pedro Pérez, Larissa Cabrera y a todos aquellos que siempre han estado conmigo, gracias por su cariño y amistad sincera.

**MI PAIS** Guatemala, amor y respeto.

***TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO***

**A:**

***UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA***

Mi alma máter, recinto sagrado del saber.

***FACULTAD DE AGRONOMÍA***

Centro de formación profesional que me abrió sus puertas durante estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### ***MI SUPERVISOR***

Ing. Agr. Cesar Lineo por su supervisión, asesoría profesional, su tiempo y apoyo en la realización del presente documento.

### ***MI ASESOR***

Dr. Iván Dimitri Santos por su guía, su tiempo, sus consejos y apoyo para la realización de mi investigación.

### ***SUBAREA DE MATEMÁTICA Y FÍSICA***

Lugar que me acogió como centro de enseñanza profesional, con cariño a Ing. Nufio, Dr. Aceituno, Ing. Turcios, Dr. Orozco, Ing. Quintana, Ing. Escobar, Elizabeth, Andrea, a mis compañeros Marvin, Nery, Josue, Ana y Carlos.

### ***CATEDRATICOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA***

Gracias por compartir sus conocimientos y enseñarme el valor del saber.

### ***FUNDACION PARA EL ECODesarrollo Y LA CONSERVACIÓN***

Por el apoyo brindado en la realización de ejercicio profesional supervisado, con cariño Ing. Byron Villeda, Oswaldo Calderón, Marco Román, Kevin Madrid, Oscar Rax, Flor de María Villatoro, Lucrecia Morataya, Estuardo Morataya, Miriam de Morataya.

### ***ASOCIACIÓN DE DESARROLLO AGROFORESTAL (ADAF)***

Por el apoyo en la realización de mi investigación y cada una de las actividades del ejercicio profesional supervisado, con mucho cariño Don Gonzalo, Marco Lima y cada uno de los miembros de la asociación.

## TABLA DE CONTENIDO

		Página
1	CAPÍTULO I .....	1
1.1	Presentación.....	2
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Metodología.....	3
1.3.1	Planificación .....	3
1.3.2	Ejecución .....	3
1.3.3	Análisis .....	4
1.4	Resultados.....	4
1.4.1	Fortalezas.....	4
1.4.2	Oportunidades.....	4
1.4.3	Debilidades .....	4
1.4.4	Amenazas.....	5
1.5	Conclusiones.....	5
2	CAPÍTULO II .....	6
2.1	Introducción.....	7
2.2	Definición del problema .....	8
2.3	Justificación .....	9
2.4	Marco teórico.....	11
2.4.1	Marco conceptual .....	11
A.	Descripción botánica del árbol de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) .....	11
B.	Especies botánicas del genero <i>Hevea</i> .....	12
C.	Variedades importantes .....	12
D.	Cuidados culturales de almácigo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	13
a.	Selección de terreno.....	13
E.	Preparación del terreno.....	14
b.	Almácigos al suelo .....	14
c.	Almácigos en bolsa.....	14
F.	Llenado de bolsas .....	14
d.	Almácigo proveniente de tocón de suelo a bolsa .....	14
e.	Almácigos de patrón en bolsa.....	15
G.	Distanciamiento de siembra .....	15
f.	Almácigos al suelo .....	15
g.	Almácigos en bolsa.....	15
H.	SIEMBRA .....	15
I.	LIMPIAS .....	16
J.	ASPERSIONES.....	17
K.	FERTILIZACIÓN .....	18
L.	Nitrógeno y Fósforo en el cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	19
h.	Nitrógeno .....	19
i.	Síntomas de deficiencia de Nitrógeno .....	19
j.	Fósforo.....	20
k.	Síntomas de deficiencia de Fósforo.....	20
M.	ANTECEDENTES .....	21
2.4.2	Marco Referencial .....	21



N.	Ubicación geográfica.....	21
O.	Acceso .....	22
P.	Clima y Zonas de vida.....	22
Q.	Recursos edáficos .....	22
R.	Taxonomía de los suelos .....	23
1.	Orden Alfisol .....	23
2.5	Objetivos.....	25
2.5.1	General.....	25
2.5.2	Específico .....	25
2.6	Metodología.....	26
2.6.1	Material vegetativo.....	26
2.6.2	Fuentes.....	26
2.6.3	Diseño experimental.....	26
2.6.4	Descripción de los tratamientos.....	26
2.6.5	Unidad experimental.....	27
2.6.6	Manejo agronómico.....	28
S.	Preparación del suelo y llenado de bolsas .....	28
T.	Siembra.....	28
U.	Control de malezas .....	28
V.	Control de plagas y enfermedades.....	29
W.	Aplicación de los tratamientos .....	29
2.6.7	Variables respuesta .....	29
X.	Variables primarias.....	29
m.	Altura de la planta.....	29
n.	Diámetro del tallo .....	29
Y.	Variables secundarias .....	29
o.	Biomasa aérea.....	29
p.	Extracción total de N y P.....	30
2.6.8	Análisis de la información.....	30
Z.	Estadístico.....	30
q.	Modelo estadístico.....	30
AA.	Económico.....	30
2.7	Análisis y discusión de resultados .....	31
2.7.1	Análisis de suelo.....	31
2.7.2	Altura de planta y diámetro del tallo de planta.....	33
2.7.3	Análisis de la composición nutrimental.....	35
2.7.4	Análisis económico .....	38
2.8	Conclusiones.....	39
2.9	Recomendaciones .....	39
2.10	Bibliografía.....	40
2.11	Anexos.....	42
3	CAPÍTULO III.....	44
3.1	Presentación.....	45
3.2	Capacitación sobre muestreo de suelos con fines de fertilidad .....	46
3.2.1	Objetivos.....	46
3.2.2	Metodología.....	46

3.2.3	Resultados.....	47
3.2.4	Evaluación .....	47
3.2.5	Anexos .....	47
3.3	Capacitación sobre uso seguro de pesticidas .....	49
3.3.1	Objetivos.....	49
3.3.2	Metodología.....	49
3.3.3	Resultados.....	49
3.3.4	Evaluación .....	50
3.3.5	Anexos .....	50

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura	Página
1. Distribución de los tratamientos en el campo.....	27
2. Distribución de la parcela neta y unidad experimental en campo.....	28
3. Alturas medias de los tratamientos evaluados en el cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). .....	34
4. Diámetros medios de tallos del cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	34
5. Pese seco (g) plantas de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). .....	36
6. Gramos presente de N y P en extracción total de elementos en plantas del cultivo hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) en la fase de almácigo. ....	36
7. Clima diagrama para la estación de Puerto Barrios. ....	37
8 Preparación del agujero para extraer la muestra de suelo .....	47
9 Agujero de colecta de muestra .....	48
10 Miembros de Asociación participando en la capacitación.....	48
11 Ing. Carrillo durante la capacitación de uso seguro de pesticidas.....	50
12 Asociados participando en la capacitación .....	50
13 Participando en calibración de bombas.....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Fungicidas para control de enfermedades en el cultivo de Hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	17
2 Factores evaluados en el cultivo de Hule en la fase de almacigo. ....	26
3 Tratamientos evaluados en la fase de almacigo del cultivo de hule.....	27
4 Análisis Físico suelo de Las Jaras, Izabal.....	31
5 Análisis Químico del suelo de Las Jaras, Izabal.....	31
6 Análisis Físico, suelo de la Evaluación.....	32
7 Análisis Químico, suelo de la Evaluación.....	32
8 Altura de Planta y Diámetro de Tallo (cm) del cultivo hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal. ....	33
9 Análisis de varianza de las variables respuesta Altura de planta y Diámetro de Tallo de plantas (cm) del cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal.....	34
10 Extracción Total de elementos en plantas de Hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). ....	35
11 Costos de producción de los tratamientos en quetzales/ Ha.....	38
12 Rentabilidad de los tratamientos evaluados en el cultivo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal.....	38
13 A. Altura promedio de las plantas por unidad experimental en almacigo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). Las Jaras, Izabal.....	42
14 A. Análisis de Varianza de Alturas de plantas en almacigo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). Las Jaras, Izabal. ....	42
15 A. Diámetros de Tallo promedio de las plantas por unidad experimental en almacigo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). Las Jaras, Izabal.....	43
16A. Análisis de la varianza Diámetros de Tallos de plantas en almacigo de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). Las Jaras, Izabal.....	43

**TRABAJO DE GRADUACION “PROPUESTA PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis*) EN LA FASE ALMÁCIGO, LAS JARAS, IZABAL, GUATEMALA, C.A.”.**

**RESUMEN**

El contenido del presente documento corresponde a las actividades realizadas en la Asociación de Desarrollo Agroforestal de la comunidad de Las Jaras departamento de Izabal, en el mismo se detallan las tres actividades en las cuales se divide el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, estas actividades son: diagnóstico, investigación y servicios, estas actividades se llevaron a cabo de Febrero a Noviembre del año 2009.

El diagnóstico de la asociación de desarrollo agroforestal se realizó con la finalidad de conocer la situación actual del cultivo de hule. El diagnóstico fue elaborado mediante un análisis FODA en entrevistas con los miembros de la asociación. Como datos relevantes del diagnóstico se obtuvo que las fortalezas cuentan con el apoyo de FUNDAECO, el MAGA y terrenos, dentro de las oportunidades la reforestación con el cultivo de hule genera ingresos para las familias a mediano plazo, las debilidades la falta de capital de los miembros de la asociación, falta de conocimiento del manejo del cultivo de hule y falta de asistencia técnica.

Producto de la información sistematizada del diagnóstico, se priorizó el manejo de fertilización como el principal problema agronómico que enfrenta la asociación, debido a la falta de conocimientos sobre el cultivo de hule y el apoyo técnico para el mismo, esto incide directamente con la obtención de plantas en óptimas condiciones para su futuro traslado al campo definitivo. Debido a esto se planteó una capacitación enfocada en el aprendizaje de muestreo de suelos con fines de fertilidad, el cual consiste desarrollar conocimientos sobre la nutrición con que cuenta el suelo antes de establecer un cultivo.

Además, para brindar una alternativa en el manejo de la fertilización del cultivo, se realizó una investigación en la cual se evaluó la respuesta del cultivo en la fase de almacigo a la fertilización con nitrógeno (N) y fosforo (P). Bajo las condiciones en las que se desarrolló la evaluación, los tratamientos no mostraron diferencias significativas en fertilización con nitrógeno (N) y fosforo (P). Los factores que influyeron en la eficiencia de los tratamientos son los factores edáficos como el pH y propiedades físicas, así como los factores climáticos temperatura y precipitación que no favorecieron su desarrollo. Debido a lo antes descrito, no es factible recomendar la utilización de las diferentes dosificaciones de los tratamientos.

Como parte de los servicios prestados a la asociación de desarrollo agroforestal (ADAF), se proporciono la capacitación de muestreo de suelos con fines de fertilidad y la capacitación de uso seguro de pesticidas.

## **CAPÍTULO I**

***Diagnostico situación actual y potencial del cultivo de Hule (Hevea brasiliensis) de la asociación de desarrollo agroforestal (ADAF) de Las Jaras, Cerro San Gil Departamento de Izabal.***

## **1.1 Presentación**

El cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) es de reciente introducción en la zona de usos múltiples del Cerro San Gil por la comunidad de las Jaras. El cultivo es un proyecto sostenible que está siendo introducido con el objetivo de frenar el avance de la frontera agrícola, en áreas en donde se pretende y se hace prioritaria la conservación de los recursos naturales.

Actualmente la asociación cuenta con 30 miembros de los cuales 20 radican en la comunidad y 10 radican fuera de la comunidad. La asociación se llama asociación de desarrollo agroforestal (ADAF).

En la actualidad el proyecto se encuentra en la fase de almacigo y generación del jardín clonal, con el cual se pretende reforestar un área total de 90 hectáreas, para luego lograr reforestar el 60-70 por ciento del total de la finca comunitaria Las Jaras que cuenta con un área total de 34 caballerías.

La Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación FUNDAECO, apoya el desarrollo de este cultivo, tratando de crear que estos proyectos logren ser aprobados por el PINFOR para poder recibir una ayuda mientras se llegue al tiempo de ser productivo el aprovechamiento de la materia prima de la planta.

El proyecto se inició, no solo para frenar el avance de la frontera agrícola, sino también para dar a los agricultores una nueva alternativa de proyectos productivos, los cuales garanticen el desarrollo comunitario, familiar y asociativo.

## **1.2 Objetivos**

### **General**

Conocer la situación actual de la asociación de desarrollo agroforestal (ADAF) para el cultivo de hule en el Cerro San Gil departamento de Izabal.

### **Específicos**

- Describir la situación en la que se encuentra el cultivo del hule en la asociación de desarrollo agroforestal (ADAF) de Las Jaras, Cerro San Gil.
- Generar información que sirva de referencia para próximas implementaciones del cultivo de hule en su manejo como proyecto productivo dentro del Cerro San Gil.

## **1.3 Metodología**

Para la realización del presente diagnóstico la metodología se llevo a cabo de la siguiente forma.

### **1.3.1 Planificación**

Se convoco a una reunión, en la cual se buscaba que estuvieran presentes la mayoría de los integrantes de La Asociación de desarrollo agroforestal (ADAF) de las Jaras, Cerro San Gil, la cual pretendía dar a conocer el objetivo de la reunión y los temas que se trataron en la misma.

### **1.3.2 Ejecución**

Con la participación de los socios productores, para que ellos pensarán sistemáticamente en sus problemas y los expusieran así las posibles soluciones que se les podía dar a dichas problemáticas, tratando de priorizar las más inmediatas y necesarias.



### **1.3.3 Análisis**

Con el fin de conocer la situación actual de la asociación, se realizó un análisis FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES y AMENAZAS), y poder priorizar las problemáticas de la asociación.

## **1.4 Resultados**

### **1.4.1 Fortalezas**

- Existe una asociación de productores legalizada.
- Apoyo de FUNDAECO, MAGA.
- Asiste mayoría de asociados a las reuniones
- Los asociados cuentan con terrenos.

### **1.4.2 Oportunidades**

- Reforestación.
- Producción de hule para generar ingresos a las familias.
- Pueden buscar financiamientos si lo desean.
- Alternativa a mediano plazo.
- Presenta un desarrollo para la comunidad

### **1.4.3 Debilidades**

- El proyecto de hule esta débil debido a que no cuentan con la asistencia técnica.
- La mayoría de socios tienen desconocimiento del cultivo.
- La falta de capital por los miembros de la comunidad.
- Tipo de suelo con los que cuentan los terrenos.

#### **1.4.4 Amenazas**

- La ocurrencia de desastres naturales puede afectar el cultivo.
- Falta de voluntad e interés
- Aparecimiento de Plagas y enfermedades al cultivo.
- El clima (precipitación, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa) en donde están ubicados los socios no son adecuados para el desarrollo del cultivo.

#### **1.5 Conclusiones**

Se deben implementar capacitaciones para un manejo adecuado del cultivo de hule y así generar la información adecuada para las futuras implementaciones de del cultivo tanto para la comunidad como para otras del Cerro San Gil.

Se deberá agilizar más trámites ante entidades que estén dispuestas ayudarlos económicamente debido a que representa un costo elevado el manejo del cultivo en las fases que se encuentran actualmente.

En áreas aledañas hay establecidas plantaciones privadas con hule que cuentan alrededor de unas 50,000 plantas, por lo que el cultivo puede llegar adaptarse muy bien a las condiciones edáficas como climáticas de la comunidad.

Este tipo de proyecto presenta una gran oportunidad debido a que representa un proyecto productivo a corto plazo la cual puede generar ingresos a corto plazo para los asociados, además del freno de la frontera agrícola.

## **CAPÍTULO II**

***EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE HULE (Hevea brasiliensis) EN LA FASE DE ALMÁCIGO A LA FERTILIZACIÓN CON N y P, LAS JARAS, IZABAL, GUATEMALA, C.A.***

***EVALUATION OF THE RESPONSE OF THE CULTURE OF RUBBER (Hevea brasiliensis) IN THE PHASE OF THE FERTILIZATION SEEDBED N and P, LAS JARAS, IZABAL, GUATEMALA, C.A.***

## **2.1 Introducción**

El árbol de hule (*Hevea brasiliensis*), originario de América del Sur, se encuentra dentro de la clasificación taxonómica del genero *Hevea*, orden Euforbiales y familia Euforbiácea., es una de las nueve especies pertenecientes a dicho genero que se explota en forma industrial.

En el año 1940 por iniciativa del departamento de agricultura de estados unidos se introdujo a Guatemala el árbol de huele (*Hevea brasiliensis*), teniendo una buena aceptación de los agricultores guatemaltecos lo cual se vio reflejado por el aumento del área cultivada, siendo esta de 52,000 hectáreas para el año 2003.

Actualmente los departamentos de la región del norte: Izabal, Alta Verapaz, Peten y Quiche representan el 15% del total de área del cultivo en el país. En la región de Izabal se encuentra la Asociación de Desarrollo Agroforestal (ADAF), ubicada en la comunidad Las Jaras, la cual tiene como objetivo obtener plantas de hule sanas y bien desarrolladas en la fase de almácigo, siendo esta fase de suma importancia ya que en esta se obtienen las plantas que irán a campo definitivo.

Para alcanzar dicho fin se evaluaron diferentes tratamientos de fertilización utilizando tres combinaciones de Nitrógeno (N) y Fósforo (P). La evaluación se elaboró en la comunidad de Las Jaras, ubicada en Cerro San Gil, departamento de Izabal, en el periodo de Noviembre del 2009 a Mayo del 2010.

## **2.2 Definición del problema**

La problemática existente en la Asociación de Desarrollo Agroforestal (ADAF), se debe al mal desarrollo fisiológico que presenta la planta de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo, con lo cual se afecta la obtención de plantas para ser injertadas e imposibilitando llevarlas a campo definitivo, lo que representa una pérdida económica para dicha Asociación.

Dentro de los principales factores que influyen en la problemática, se puede mencionar la falta de conocimiento de los requerimientos nutricionales al cultivo en esta fase, la adaptabilidad al tipo de suelo presente en la región donde se encuentran ubicados, así como factores climatológicos.

El requerimiento nutricional es determinante para la producción, por lo que en la fase de almácigo debe contar con el nivel de fertilización adecuado para obtener una buena producción de plantas sanas y bien desarrolladas.

### **2.3 Justificación**

En Guatemala con la introducción del árbol de hule (*Hevea brasiliensis*) en el año 1940 ha incrementado las áreas sembradas con el cultivo, llegando a 52 mil hectáreas para el año 2003, donde el crecimiento del sector hulero en promedio es de 10% anual. La región del norte: Izabal, Alta Verapaz, Quiché, Peten, representan el 15% del área sembrada en el país. (ANACAFE Asociación Nacional del Café). 2004).

El uso del látex para la fabricación de objetos delgados (guantes, gorros de baño, globos, etc.), objetos gruesos (juguetes, muñecas, y artículos huecos), hilos elásticos, gomas, adhesivos, y como materia prima para la industria de los neumáticos ha cobrado gran interés en la implementación del hule (*Hevea brasiliensis*). (ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2004).

El cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) ha tomado un interés en la producción de Guatemala debido a los precios que tiene la materia prima que se obtiene del mismo. Alrededor de US\$ 30 millones se captan como divisas por la producción de 40 toneladas de hule anual producidas en el país, lo que representa el 1.1% de la producción nacional agrícola (PIB agrícola) por ingresos del hule natural. (ANACAFE (Asociación Nacional del Café). (2004).

Por lo que personas se han aventurado en el establecimiento del cultivo como lo es la asociación de desarrollo agroforestales (ADAF) estableciendo un almacigo de hule (*Hevea brasiliensis*).

La etapa de almácigo de hule (*Hevea brasiliensis*) es importante para producir suficientes plantas además de él depende obtener plantas sanas y bien desarrolladas, por lo que se pretendió contribuir en esta fase del cultivo como lo es el almácigo, en establecer un tratamiento de fertilización que le traerá mejores resultados para la obtención de plantas sanas y bien desarrolladas, así como la mejor alternativa en lo que respecta al aspecto económico y generar un

conocimiento más amplio para las personas que conforman la asociación, creando a través de esto mejores oportunidades.

## **2.4 Marco teórico**

### **2.4.1 Marco conceptual**

#### **A. Descripción botánica del árbol de hule (*Hevea brasiliensis*)**

El árbol de hevea es de tamaño mediano de 10 a 20 metros de altura, con ramas robustas, lisas y que contienen mucho jugo lechoso o látex. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

El pecíolo es delgado, verde y de 30-35 centímetros de largo, las hojuelas son de tallo corto y elíptico-oblongo o adobado-oblongo. La base es angosta y aguda. El ápice es acuminado, las hojuelas individuales son enteras, pinatinervadas de color oscuro por arriba y de color más claro y glaucas por debajo, de 5 a 35 centímetros de largo y de 2.5 a 12.5 centímetros de ancho. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

La inflorescencia es axilar y lateral, con tallo laxa, en forma de panícula, de muchas flores, y con pubescencia corta. Las flores son unisexuales monoicas, pequeñas y de color amarillo claro. El cáliz es campanulado con 5 segmentos angostamente triangulares. En la flor masculina hay 10 estambres; ellos están connatos formando una columna con las anteras en dos hileras súper supuestos. Existe un pequeño disco peludo, de 5 lóbulos. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

Las flores femeninas son más grandes que las masculinas, el ovario es corto pubescente y de tres celdas con tres estigmas gruesos, cortos, sésiles. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

Los frutos son grandes, comprimidos obtusamente trilobados rara vez con cuatro a seis lóbulos, 3 a 6 centímetros de diámetro y separados en tres, cuatro a seis bayas de dos vulvas, el pericarpio es coriáceo, en el endocarpio leñoso, las semillas son grandes, cuadrangulares ovoides, comprimidas en uno de los lados,



brillantes de color café oscuro y son de 2 a 3 centímetros de grueso. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

### ***B. Especies botánicas del genero Hevea***

Este género pertenece al orden Euforbiales y a la familia Euforbiáceas. Todas las especies del género son monoicas y en si inflorescencia poseen flores masculinas y femeninas separadas, factor que contribuye grandemente a la polinización artificial. (Estrada Nicol, L.R. 1979).

Entre las especies del género *Hevea* están:

*brasiliensis*

*guyanensis*

*benthamiana*

*viridis*

*pauciflora*

*rigidifolia*

*spruceana*

*microphyla*

### ***C. Variedades importantes***

Los clones comerciales se clasifican en orientales o susceptibles al Tizón de la hoja incitado por *Microcyclus ulei* y clones resistentes. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Los clones orientales provienen esencialmente de la especie *Hevea brasiliensis*, por lo que generalmente tienen alto rendimiento en hule seco pero son susceptibles al Tizón de la hoja. Los clones resistentes, son el resultado de los cruces de las especies *brasiliensis* y *benthamiana*, por cuya razón tienen resistencia al Tizón de la hoja pero con menos potencial de rendimiento con relación a los orientales. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Para la zona norte y costa del Caribe por las condiciones de distribución de lluvias y humedad ambiental favorables al desarrollo del tizón de la hoja se recomienda el establecimiento de clones resistentes a esta enfermedad, tales como: IAN 710, IAN 873, FX 2261, FX 3864, FX 4098 y algunos clones GU. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

#### ***D. Cuidados culturales de almácigo de hule (Hevea brasiliensis)***

##### ***a. Selección de terreno***

Gremial de huleros de Guatemala. 2000. Indica que un terreno adecuado para establecer un almácigo debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Tener las dimensiones necesarias para albergar la cantidad requerida y un 40% más por las pérdidas que habrán en el proceso de producción.
- Deberá ser fácil el acceso para la maquinaria y personal que se deba utilizar en los diferentes trabajos.
- Tener una fuente de agua que pase dentro del área elegida o por lo menos cerca y fácil de encausar o de bombear.
- El suelo debe de ser fértil suelto y profundo para facilitar el arranque de las plantas injertadas y lo mas plano para evitar las corrientes de agua en tiempo lluvia.
- Que el terreno este lejos de plantaciones adultas de hule para evitar sombra e infección de enfermedades a partir de la plantación establecida.

## ***E. Preparación del terreno***

### ***b. Almacigos al suelo***

El terreno que se usará para sembrar las plantas deberá ser un sustrato suelto que permita la penetración sin problemas de raíces, a partir de ello se obtendrá un sistema radicular con suficiente área que les permitirá además absorber el agua y nutrientes necesarios para su subsistencia y desarrollo.

Una buena preparación debe incluir: un chapeo, arar a una profundidad de 30-40 centímetros, en esta labor pueden haber dos variantes: si el terreno es plano y no presenta riesgos de erosión es mejor arar todo el terreno, pero si los hay, habrá que sembrar en contra de la pendiente y arar solo los surcos para protección del terreno contra la erosión. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

### ***c. Almacigos en bolsa***

La preparación es similar a la de almacigos al suelo, con la variante que solo se requerirá de una chapea y zanjeado para colocar las bolsas que mantendrán el patrón. El zanjeado se debe hacer de 30 centímetros de ancho por 20 de profundidad y de largo según las dimensiones del terreno, debe orientarse de este a oeste para cuando las plantas tengan más de tres coronas no se hagan sombra unas con otras y no exista competencia entre sí. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

## ***F. Llenado de bolsas***

### ***d. Almacigo proveniente de tocón de suelo a bolsa***

Las bolsas de polietileno deben tener las medidas de 10 x 20 x 0.006 milésimas de pulgadas de grosor, con perforaciones a los lados. Deben de llenarse con tierra rica en nutrientes con un porcentaje aproximado de 25% de arcilla y compactándola de manera frecuente. El ordenamiento de las bolsas de sugerencia debe ser en surcos dobles orientados de Este a Oeste, para

aprovechar al máximo las horas luz y dejando las yemas sobre las calles si es por surcos dobles. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**e. *Almácigos de patrón en bolsa***

Se utiliza una bolsa de 9 x 18 x 0.006 pulgadas, la tierra utilizada deberá ser fértil y arcillosa (25%) para que tenga consistencia y retención de humedad. Estas se entierran 1/3 de su altura para evitar que se caigan y para conservar la humedad contenida dentro de ellas. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**G. *Distanciamiento de siembra***

**f. *Almácigos al suelo***

Se sugiere que la siembra se lleve a cabo en surcos dobles, sistemas en los que se puede aprovechar mayor cantidad de plantas por unidad de área, los distanciamientos para este caso son de 0.30 x 0.30 metros entre plantas y calles de 0.70 metros. Otra alternativa es la siembra en surcos simples: 0.25 x 0.75 metros ó 0.25 x 0.90 metros. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**g. *Almácigos en bolsa***

Es recomendable implementar surcos dobles de bolsas, se deja una calle entre surcos dobles de 0.75 metros (1.10 m entre centros de doble surcos). (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**H. *SIEMBRA***

Una forma muy conveniente para transportar la semilla de las camas de germinación al lugar de almacigo es en canastos o cajas de madera delgada, colocando en el fondo aserrín húmedo, u hojas jugosas, tapando la semilla para evitar la acción del sol, y manteniéndola fresca mientras se siembra. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Las semillas germinadas han de sembrarse después de sacarse de las camas de germinación. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Para sembrar la semilla en las camas del almácigo se hace uso de una cuerda que amarrada a las estacas que determinan el trazo, servirán de guía a un escantillón o marcador hecho de madera que con púas colocadas según la distancia de siembra. Este aparato va marcando dos líneas que forman la cama y es manipulado por dos personas. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Según manual de la gremial de huleros 2000. se puede desarrollar la siembra de la siguiente manera:

- Se hace una estaca que es con la que se abre un agujero de 14 pulgadas de profundidad.
- Se coloca el tocón en el agujero y se empuja hacia abajo procurando que éste quede en el centro.
- Colocando la estaca a un lado del tocón se aprieta lo suficiente para evitar espacios de aire que puedan reducir el porcentaje de pegue en la siembra de los tocones.
- Es importante en épocas extremadamente secas el encalado con cal hidratada de los tocones recién sembrados para evitar deshidrataciones de éstos.

## ***I. LIMPIAS***

El control de malezas se practica con herramienta como azadón, machete o la aplicación de productos químicos. Sin embargo la limpia en las líneas de siembra que forman la cama debe hacerse a mano, evitando que las pequeñas plantas sean cortadas. (Palencia Juárez, C.V. 2000).

Por lo regular se practican 6 limpiezas desde que los almácigos son sembrados hasta llegar a tener más del 50% de plantas aptas para ser injertadas, cosa que sucede a los nueve o diez meses. (Palencia Juárez, C.V. 2000).

### **J. ASPERSIONES**

Existen muchas enfermedades que atacan el hule, en el almácigo las más importantes enfermedades del follaje son: los tizones y antracnosis provocadas por *Microcyclus ulei* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Se recomienda para evitar problemas con estas enfermedades implementar fumigaciones preventivas.

En clones tolerantes será necesario realizar aplicaciones fungicidas en forma semanal durante los primeros dos meses de crecimiento y posteriormente si fuera necesario una vez al mes. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Los fungicidas más recomendados (aunque existen otros en el mercado) para estas aplicaciones son los siguientes.

#### **Cuadro 1 Fungicidas para control de enfermedades en el cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*).**

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION
DITHANE M 45	Mancozeb	5 g por litro de agua
CUPRAVIT	Oxicloruro de cobre	3 g por litro de agua
BENLATE	Benomil	1.5 gramos por litro
ALTO 100 SL	Ciproconazole	0.5 cc. Por litro de agua
ANTRACOL	Propineb	6 g por litro de agua

Existen plagas como la taltuza (*Geomys sp.*) cuyo control es la erradicación física ya sea con trampas o escarbar sus túneles hasta encontrarlas y atraparlas. Otra plaga de gran importancia es el zompopo (*Atta sp.*) y su control efectivo es utilizando espolvoreadoras que bombean polvo insecticida en sus troneras. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

## **K. FERTILIZACIÓN**

Para obtener un almácigo vigoroso y uniforme, se hace necesario implementar un programa de fertilización al suelo, principiando cuando ya esté formada la primera corona para que el sistema radicular absorba las sales minerales. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Los programas de fertilización serán más eficientes si se basan en un análisis químico de los suelos, la mayoría de programas de fertilización adaptados son por experiencias de técnicos en las diferentes áreas de cultivo. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

Almacigo al suelo:

**Nitrógeno:** Realizar de 4-6 fertilizaciones durante el ciclo, según las características del suelo aplicando 8-12 gramos de urea, por planta según el tamaño de la misma, en el centro del surco. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**Fósforo:** Realizar de 3-4 fertilizaciones durante el ciclo, aplicando 5-10 gramos por planta a los 30, 90 y 120 días después del transplante al suelo. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**Potasio:** Realizar de 1 a 3 fertilizaciones según el tipo de suelo; se puede implementar en un fertilizante completo durante cualquiera de las aplicaciones anteriores utilizando 5 gramos por planta. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

**Foliares:** Estas fertilizaciones sirven para complementar las aplicaciones al suelo y aportar elementos menores en casos necesarios. Se recomienda utilizar fertilizantes que contengan los elementos mayores y elementos menores como Calcio, Boro, Magnesio, Azufre, Hierro, etc. (Gremial de huleros de Guatemala. 2000).

## **L. Nitrógeno y Fósforo en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*)**

### **h. Nitrógeno**

Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal: aminoácidos (proteínas estructurales y enzimas), ácidos nucleicos, clorofila, citocromos, coenzimas, hormonas, y otros compuestos nitrogenados con funciones variadas (ureidos, amidas, alcaloides, etc. Por lo que participa activamente en los principales procesos metabólicos: la fotosíntesis, la respiración, la síntesis proteica. (Bertsch, F. 1998).

Efectos que causa el Nitrógeno en las plantas

- Acentúa el color verde del follaje
- Confiere succulencia a los tejidos
- Favorece el desarrollo exuberante del follaje
- Puede aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades.
- Aumenta el tenor de proteína
- Propicia el volcamiento
- Alarga el ciclo vegetativo de los cultivos
- Retrasa la maduración de frutos

### **i. Síntomas de deficiencia de Nitrógeno**

El síntoma más característico de esta deficiencia es la clorosis, debido a la gran movilidad que este elemento, aparece primero en las hojas más viejas. Según la intensidad del problema puede llegar a ascender y generalizarse. En algunas plantas puede observarse una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas, debido a la formación de pigmentos antociánicos. (Bertsch, F. 1998).

En *Hevea* no hay síntomas visibles de deficiencia de nitrógeno. No se puede detectar tal deficiencia visualmente en el campo a no ser que esté en un estado avanzado.



### ***j. Fósforo***

Forma parte de la molécula transportadora de alta energía ATP, por lo tanto, participa en todos los procesos metabólicos que involucran parte de los procesos metabólicos que involucran energía. Estructuralmente constituye parte de los fosfolípidos de las membranas celulares, de los ácidos nucleicos, de la mayoría de las enzimas y de los coenzimas NAD y NADP, por lo que participa en la fotosíntesis, en la glicólisis, en la respiración, en la síntesis de ácidos grasos y en la síntesis de proteínas, especialmente nucleoproteínas en los tejidos meristemáticos.

El ácido fítico (hexafosfato de inositol) almacenado en las semillas es la principal fuente de fosfato inorgánico durante la germinación. (Bertsch, F. 1998).

Efectos que causa el Fósforo en la planta

- Fomenta y acelera el desarrollo de raíces
- Aumenta la fructificación
- Apresura la maduración de frutos
- Participa en la formación de semillas
- Evita el acame o volcamiento
- Aumenta el tenor de carbohidratos, aceites, grasas y proteínas
- Aumenta la resistencia a enfermedades
- Participa en la fijación simbiótica del Nitrógeno

### ***k. Síntomas de deficiencia de Fósforo***

Uno de los principales síntomas que se observan cuando falta fósforo es una coloración verde oscura o azulada en las hojas. Otro síntoma es la formulación de pigmentos antociánicos que confieren a la hoja coloraciones púrpura. Por la gran movilidad del elemento, las hojas viejas son las primeras en presentar los síntomas. Son frecuentes, tiende a presentarse un estado general de acaparamiento. (Bertsch, F. 1998).

### **M. ANTECEDENTES**

Rueda Calvet, J.L. 1981. Realizó la investigación en fertilización con Nitrógeno (N) y Fósforo (P) en almácigos de hule (*Hevea brasiliensis*) en Retalhuleu donde concluyo que las plantas de hule alcanzan su grosor adecuado de injertación (2 cm.) con 50.3 g (109.4 g UREA) por metro cuadrado y 10.5 g P (52.5 g TSP) por metro cuadrado.

Palencia Juárez, C.V. 2000. En el documento "Manual General del Cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*)", recomienda que para almácigos establecidos en suelos se aplica la cantidad de 12 g/planta de Nitrógeno (N) utilizando Urea y 10 g/planta utilizando el fertilizante 10-50-0, para Fósforo (P).

Rivera Pomés, C.H. 1987. En la evaluación preliminar de la eficiencia de asimilación de macronutrientes en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), menciona que de acuerdo con la interacción del análisis estadístico efectuado, se pudo deducir que la mayor significancia correspondió tanto en el suelo como en la planta a la acción conjunta del Fósforo (P) con el Potasio (K).

Owen, G. 1957. Menciona que en los experimentos realizados sobre los efectos de fertilización y rendimiento en los árboles de hule, determinó que la mayor significancia se da entre la acción conjunta del Nitrógeno (N) con el Potasio (K).

#### **2.4.2 Marco Referencial**

##### **N. Ubicación geográfica**

El estudio se realizó en la comunidad Las Jaras ubicada en jurisdicción del Municipio de Morales y Puerto Barrios, Departamento de Izabal, se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 15° 39' 04.70" longitud 88° 43' 06.00". (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

### **O. Acceso**

De la ciudad de Guatemala se toma la carretera CA-9 hasta el kilómetro 270 a Puerto Barrios, lugar conocido como Aldea Cimarrón, luego se recorren 16 Kilómetros hasta llegar a la Aldea Las Jaras. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

### **P. Clima y Zonas de vida**

De acuerdo con la clasificación propuesta por Holdridge, la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil (RPMCSG) se encuentra dentro de las zonas de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (Bmh-T) a elevaciones menores de 900 metros; y, Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido (Bmh-S(c)) entre los 900 y 1,267 MSN. En esta última se identifican una gran variedad de microclimas que presentan características propias del bosque nuboso. (Holdridge, L.R. 1958).

El clima es cálido y húmedo con temperaturas máximas y mínimas absolutas entre los 36 y 14 grados Celsius. La temperatura promedio anual es de 25 grados Celsius. La humedad relativa media anual es de 83% y la evapotranspiración media anual es de 1,668 milímetros. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

Según los datos proporcionados por la estación meteorológica del INSIVUMEH en Puerto Barrios, la lluvia se distribuye entre 200 y 220 días al año entre los meses de mayo a enero, con una estación seca marcada de marzo a mayo. En los últimos dos años, la precipitación media anual fue de 2,900 mm. En el año 2005, la precipitación osciló entre 3,000 y 3,500 mm. Las horas de sol promedio varían entre 18 y 20 horas. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

### **Q. Recursos edáficos**

De acuerdo con Simmons et al., (1959), los suelos del área protegida pertenecen a la Serie Chacalté (Cha), que son suelos poco profundos bien drenados que se han desarrollado sobre caliza dura y maciza en un clima cálido y húmedo; su textura varía entre arcillosa y franco arcillosa hasta franco.

Este tipo de suelos es susceptible a la erosión, principalmente de origen hídrico. Se caracterizan por ser deficientes en fósforo y con elementos en cantidades tóxicas como aluminio, hierro y manganeso.

La profundidad varía de unos pocos centímetros hasta casi un metro. En algunas partes del área protegida, tal como sucede en la cuenca Las Escobas, los afloramientos rocosos son numerosos, tanto como el 50% o más de la superficie. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

En otras zonas de la Reserva los suelos son poco profundos, de color café y sin subsuelo bien definido; frecuentemente se encuentran en la superficie arcillas de colores rojizos o anaranjados y roca caliza color negro, así como una capa fina de materia orgánica. En la parte norte de la Reserva, cercano a las comunidades de Lámpara y Tamejá, los suelos son de color oscuro y con subsuelo bien definido. El pH del suelo varía de moderadamente ácido hasta neutro (6.5 a 7.0) con fertilidad sumamente baja. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

Con respecto a su orden, los suelos del área protegida pertenecen a los órdenes alfisoles y oxisoles. El primero se forma en los bosques de lluvias tropicales, de arbusto y de matorrales. En la Reserva este tipo de suelos es frecuente en las partes media y baja de las cuencas, en donde los terrenos se utilizan para la agricultura de subsistencia y el pastoreo. (CONAP, FUNDAECO, TNC. 2006).

## ***R. Taxonomía de los suelos***

### ***I. Orden Alfisol***

Tienen una saturación de base mayor de 35° y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de traslocación de películas de arcilla. (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación) 2002).

Dentro de este orden se ha diferenciado un solo suborden: Udalf.

## 1. Suborden Udalf

Son suelos alfisoles usualmente húmedos que se encuentran bajo la influencia de un clima tropical húmedo con temperaturas medias superiores a 25°C y diferencias térmicas entre la media de verano y la de invierno menores de 5°C. Comprende los Grandes Grupos Paleudalf y Tropudalf. (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación) 2002).

### a. Grande Grupo Paleudalf

Alfisolos con horizonte argílico; la proporción de la arcilla decrece de su cantidad máxima no menos de un 20% a través del perfil edáfico. (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación) 2002).

### b. Grande Grupo Tropudalf

Alfisolos con horizonte argílico, cuya proporción de arcilla decrece en su cantidad máxima hasta un 20% a través del perfil edáfico. (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación) 2002).

## **2.5 Objetivos**

### **2.5.1 General**

Evaluar la respuesta del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo a la fertilización con N y P.

### **2.5.2 Específico**

1. Evaluar tres combinaciones de fertilización con N y P del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo.
2. Determinar la rentabilidad de los tratamientos con N y P evaluados en la fase de almácigo en el cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*).

## 2.6 Metodología

### 2.6.1 Material vegetativo

El material que se utilizó es el clon IAN-873 (Instituto Agronómico do Norte), que su origen geográfico es en Brasil, es un material resistente a algunas razas del mal sudamericano de las hojas, causado por el hongo *Microcyclus ulei*.

### 2.6.2 Fuentes

Se utilizaron dos fuentes individuales de fertilizantes.

Nitrógeno: Urea [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] N=46%

Fósforo: Fosfato diamónico [ $\text{HPO}_4(\text{NH}_4)_2$ ] 18-46-0 (N= 18%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ = 46%)

### 2.6.3 Diseño experimental

Para la realización del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar (DBA), con arreglo bifactorial, obteniendo 9 tratamientos más el testigo y 3 repeticiones.

### 2.6.4 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron son dos factores: Factor A Nitrógeno (N) y el Factor B Fósforo (P).

**Cuadro 2 Factores evaluados en el cultivo de Hule en la fase de almacigo.**

Factor A Nitrógeno		Factor B Fósforo (18-46-0)	
A1	5 g/planta	B1	5 g/planta
A2	10 g/planta	B2	7 g/planta
A3	15 g/planta	B3	10 g/planta

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 3 Tratamientos evaluados en la fase de almacigo del cultivo de hule.**

Tratamiento	Código	Descripción
1	A1B1	N= 5 g/planta con P= 5g/planta
2	A1B2	N= 5 g/planta con P= 7g/planta
3	A1B3	N= 5 g/planta con P= 10g/planta
4	A2B1	N= 10 g/planta con P= 5g/planta
5	A2B2	N= 10 g/planta con P= 7g/planta
6	A2B3	N= 10 g/planta con P= 10 g/planta
7	A3B1	N= 15 g/planta con P= 5g/planta
8	A3B2	N= 15 g/planta con P= 7g/planta
9	A3B3	N= 15 g/planta con P= 10g/planta

5 g de N = 11 g de urea, 10 g N = 22 g urea, 15 g N = 33 g Urea; 5 g P = 10.86 g 18-46-0, 7g P = 15.21 g 18-46-0, 10 g P = 21.73 g 18-46-0

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.5 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por 5 plantas en bolsa. El total de unidades experimentales son diez tratamientos por tres repeticiones total 30 unidades experimentales, donde la parcela neta consto de 5 plantas cada una.

Bloques	T2	T5	T4	T3	T0	T1	T6	T8	T7	T9
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Bloques	T6	T7	T4	T1	T8	T2	T9	T5	T3	T0
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Bloques	T1	T0	T3	T7	T9	T5	T6	T4	T2	T8
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo





**Figura 2. Distribución de la parcela neta y unidad experimental en campo.**

#### **2.6.6 Manejo agronómico**

##### **S. Preparación del suelo y llenado de bolsas**

Se tomo muestra de suelo del área donde se tiene establecido el almacigo de hule realizando una mezcla con arena de 10:1 para el llenado de bolsas de 18x9 pulgadas.

##### **T. Siembra**

Se realizo un trasplante del material vegetativo IAN-873 después de 21 días de germinada la semilla, la cual fue proporcionada por la Finca Navajoa.

##### **U. Control de malezas**

Se realizo el control de malezas a mano, utilizando azadones y machetes. Estas se realizaron conforme se fueron presentando en el almacigo.

## **V. Control de plagas y enfermedades**

Se controló el hongo *Microcyclus ulei* con aplicaciones de Mancozeb con una dosis de 50 cc de ingrediente activo por 16 litros de agua (bomba de mochila).

## **W. Aplicación de los tratamientos**

Se realizaron las aplicaciones de los diferentes tratamientos a evaluar después de los 30 días de sembrada la planta en las bolsas, así como se incorporó los nutrientes que necesita la planta para poder completar todo su proceso donde a todas las parcelas se les aplicó respectivamente la misma cantidad. . En el momento de la siembra se realizó una inmersión de las raíces en una solución preparada con VitaFon Calcio (CaCl al 7%) y aplicaciones foliares durante las primeras dos semanas utilizando 50 cc por bomba de mochila (16 Litros).

### **2.6.7 Variables respuesta**

#### **X. Variables primarias**

##### **m. Altura de la planta**

Se midió desde el medio de la base del tallo hasta el ápice de la planta con una cinta métrica al quinto mes de haber trasplantado las plantas en las bolsas.

##### **n. Diámetro del tallo**

Al quinto mes de trasplantado las plantas se midió el diámetro del tallo a la altura de 30 centímetros de la base del tallo utilizando una cinta métrica.

#### **Y. Variables secundarias**

##### **o. Biomasa aérea**

En un horno a 60 °C se colocó a secar las hojas y tallos de las plantas de hule de cada muestra de los tratamientos a las cuales se les tomó el peso expresándolo en base seca.

**p. Extracción total de N y P**

Se tomó como base la materia seca y la composición de N – P donde se obtuvo la extracción de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) de los diferentes tratamientos.

**2.6.8 Análisis de la información**

**Z. Estadístico**

Para el análisis de la información se utilizó el software InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, versión Estudiantil por medio del análisis de varianza para cada una de las variables respuesta, utilizando promedios obtenidos por cada repetición.

**q. Modelo estadístico**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk} \quad \{i= 1, 2, \dots, a$$

$$J= 1, 2, \dots, b$$

$$K=1, 2, \dots, r$$

En donde:

$Y_{ijk}$ = variable de respuesta medida en la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$ = media general de la variable de respuesta.

$\alpha_i$ =efecto de la  $i$ -ésima tratamiento

$\gamma_j$ =efecto de la  $j$ -ésima bloque

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = efecto de la interacción entre la  $i$ -ésima unidad a la  $j$ -ésima

$\beta_k$ = efecto del  $k$ -ésimo bloque o repetición.

$\varepsilon_{ijk}$ =error experimental asociado

**AA. Económico**

Para determinar la rentabilidad de los tratamientos se utilizo la formula (Ingresos netos/ costos totales) \* 100.

## 2.7 Análisis y discusión de resultados

La investigación se realizó dos veces debido que en el primer establecimiento de la parte experimental hubo una pérdida total de todas plantas de hule de los diferentes tratamientos a evaluar, por lo que fue necesario realizar nuevamente el establecimiento de dicha investigación donde se obtuvieron los siguientes resultados.

### 2.7.1 Análisis de suelo

**Cuadro 4 Análisis Físico suelo de Las Jaras, Izabal.**

Identificación	%			Clase Textural
	Arcilla	Limo	Arena	
<i>M-1</i>	<b>51.87</b>	<b>26.74</b>	<b>21.59</b>	<b>Arcilloso</b>

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

**Cuadro 5 Análisis Químico del suelo de Las Jaras, Izabal.**

Identificación <i>n</i>	pH	Ppm		Meq/100gr			%	
		P	K	Ca	Mg	CIC	SB.	M.O.
<b>Rango Medio</b>		<b>12-16</b>	<b>120-150</b>	<b>6-8</b>	<b>1.5-2.5</b>			
<i>M-1</i>	4.6	6.24	70	3.49	1.13	14.58	33.03	4.24

Ppm				Meq/100gr				
Cu	Zn	Fe	Mn	Ca	Mg	Na	K	Al + H
<b>2-4</b>	<b>4-6</b>	<b>10-15</b>	<b>10-15</b>					
1.00	1.50	90.00	18.50	2.99	0.70	0.83	0.30	1.7

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

El análisis de suelo demostró que la principal limitante es el factor edáfico (pH, propiedades físicas) y factores climáticos (temperatura, precipitación).

Según Estrada, M. menciona que para las plantas de hule en la región del norte de Guatemala, el rango de pH de 4.5 a 5 es adecuado, así como los niveles bajos de fósforo y altos en aluminio, en suelos franco arenosos.

En el cuadro 5 se observa el análisis químico realizado, los que indican que el pH se encuentra en la escala de ácido, este tipo de pH produce problemas en la disponibilidad de los elementos para las plantas en especial el Fósforo (P) y Nitrógeno (N), debido a que suelen ser menos disponibles para las plantas. De los índices nutrimentales analizados se encontraron con deficiencia el Fosforo (P), Potasio (K). El cuadro 4 presenta el tipo textural del suelo siendo este Arcilloso, este tipo provoca problemas de drenaje, así como alto contenido de elementos como el Aluminio (Al) y el Hierro (Fe), dichos elementos forman compuestos con el Fósforo (P) fijándolo y siendo este menos disponible.

Los factores climáticos como temperatura y humedad relativa alta que son influenciados por la altura del relieve de suelo, afectando el desarrollo fisiológico del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almacigo, debido a esto los testigos de la evaluación murieron.

**Cuadro 6 Análisis Físico, suelo de la Evaluación.**

IDENTIFICACION	Gr/cc Da	% HUMEDAD		% CLASE TEXTURAL			
		1/3	15	Arcilla	Limo	Arena	
M-1	1.0811	27.51	17.71	26.12	11.84	62.04	Franco Arcillo Arenoso

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

**Cuadro 7 Análisis Químico, suelo de la Evaluación.**

IDENTIFICACION	pH	ppm		Meq/100 gr		Ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
RANGO MEDIO		12-16	120 - 150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15
M-1	4.8	7.56	43	4.06	0.87	1	1.5	95	14

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

Meq/100 gr						%	
CIC	Ca	Mg	Na	K	Al + H	SB.	M.O.
10.87	2.25	0.49	0.28	0.28	1.3	30.35	2.2

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

El análisis físico que se realizó a la mezcla del suelo y la arena que se utilizó para la investigación, demostró que las limitantes fueron el diámetro de la arena utilizada; según la clasificación de diámetro es de media a muy fina, pero aun así tuvo influencia positiva en el drenaje, aireación y en el desarrollo radical de las plantas de hule.

Mientras que el análisis químico la limitante es la acidez intercambiable la cual no se neutralizó completamente, ya que a las plantas se les realizó en el trasplante una inmersión en calcio para ayudarlas.

En comparación con el análisis realizado al suelo de Las Jaras, Izabal, se muestra que si hubo un cambio al realizar la mezcla con arena.

### **2.7.2 Altura de planta y diámetro del tallo de planta**

**Cuadro 8 Altura de Planta y Diámetro de Tallo (cm) del cultivo hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal.**

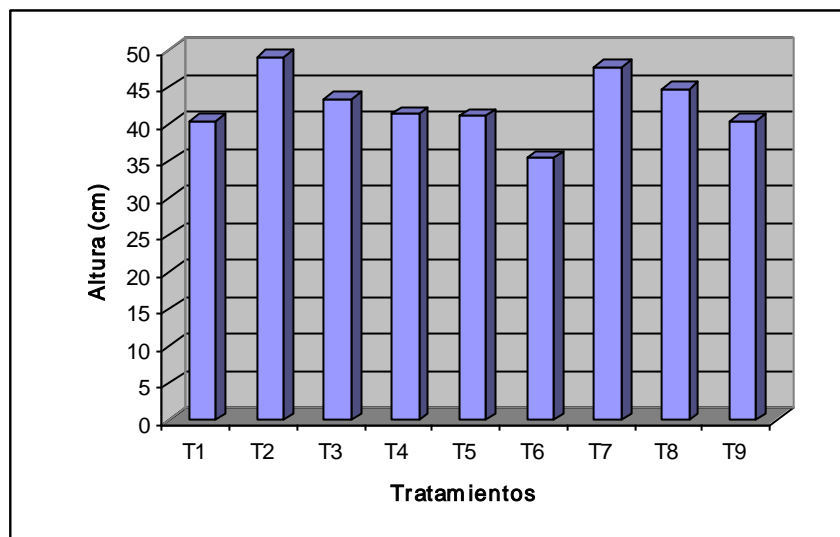
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ALTURA DE PLANATAS MEDIA (cm)</b>	<b>DIAMETRO DE TALLO DE PLANTA MEDIO (cm)</b>
T1 (5g N/ 5g P)	40.33	0.396
T2 (5gN/ 7g P)	49.00	0.433
T3 (5g N/ 10g P)	43.33	0.450
T4 (10g N/ 5G P)	41.33	0.396
T5 (10g N/ 7G P)	41.00	0.416
T6 (10g N/ 10G P)	35.33	0.360
T7 (15g N/ 5G P)	47.66	0.400
T8 (15g N/ 7G P)	44.66	0.433
T9 (15g N/ 10G P)	40.33	0.420

**Fuente: Apéndice, Cuadro 11 A y Cuadro 13 A.**

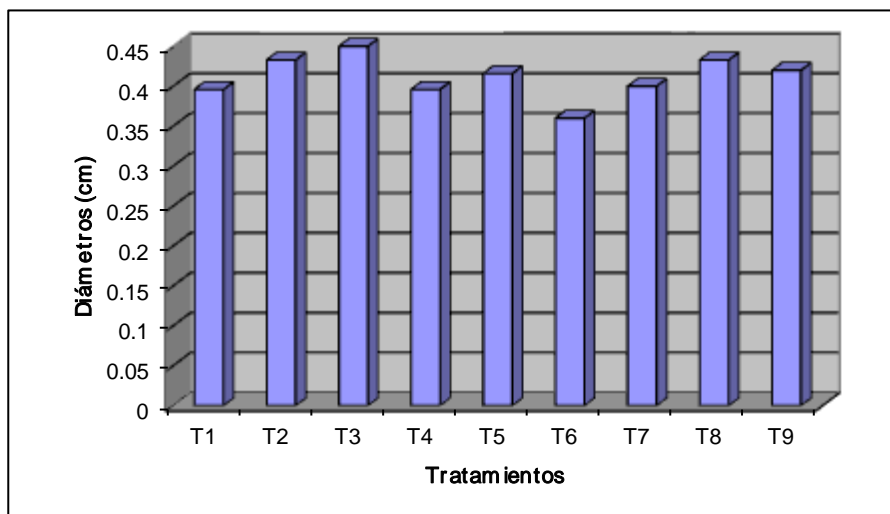
**Cuadro 9 Análisis de varianza de las variables respuesta Altura de planta y Diámetro de Tallo de plantas (cm) del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal.**

Fuente Variación	Altura de Planta (cm)			Diámetro de Tallo de Planta (cm)		
	F	p-valor	Significancia	F	p-valor	Significancia
Modelo	1.08	0.4327	NS	1.18	0.3696	NS
Tratamiento	1.25	0.3033	NS	0.94	0.5110	NS
Bloques	0.39	0.6865	NS	2.14	0.1498	NS

Fuente: Apéndice, Cuadro 12 A y Cuadro 14 A.



**Figura 3. Alturas medias de los tratamientos evaluados en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*).**



**Figura 4. Diámetros medios de tallos del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*).**

En el cuadro 9 se observa el análisis de varianza realizado a las variables altura de planta y diámetros medios del tallo de planta, en el cual indica que no existió ninguna diferencia significativa entre los tratamientos.

La figura 3 muestra la altura media (cm) alcanzada por la planta en cada uno de los tratamientos aplicados, siendo la altura máxima alcanzada de 49 cm correspondiente al tratamiento 2 (N= 5 g/planta con P= 7g/planta) y la altura mínima de 35.33 cm correspondiente al tratamiento 6 (N= 10 g/planta con P= 10 g/planta).

La figura 4 de los diámetros medios (cm) obtenidos por cada tratamiento se encuentran en un rango de 0.36 a 0.45 centímetros, siendo el diámetro máximo del tratamiento 3 (N= 5 g/planta con P= 10g/planta) y el diámetro mínimo del tratamiento 6 (N= 10 g/planta con P= 10 g/planta).

### 2.7.3 Análisis de la composición nutrimental

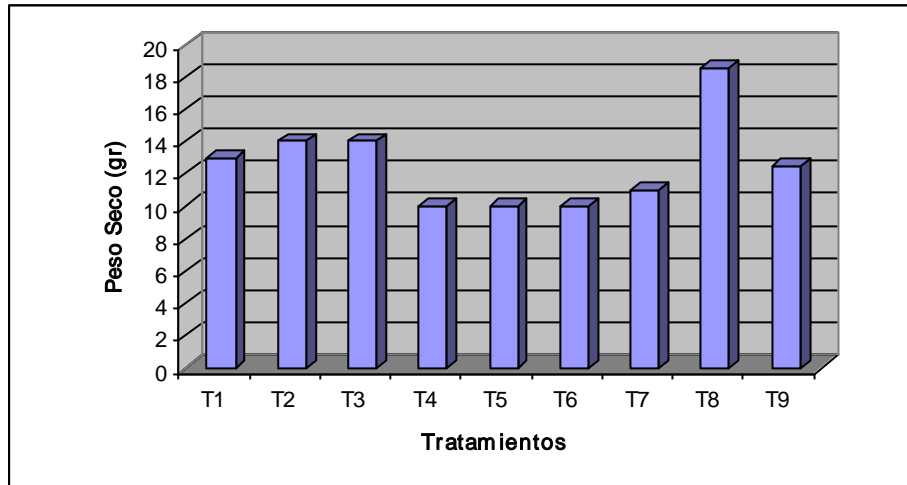
#### **Cuadro 10 Extracción Total de elementos en plantas de Hule (*Hevea brasiliensis*).**

<b>Identificación</b>	<b>%</b>					<b>Ppm</b>					<b>Peso Seco(g)</b>
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	
T1	1.55	0.22	0.81	1.56	0.33	550	35	20	90	35	13.0
T2	2.05	0.30	0.69	1.56	0.31	450	5	70	65	50	14.0
T3	2.06	0.21	0.69	1.44	0.33	500	5	45	40	25	14.0
T4	2.32	0.24	0.73	1.50	0.36	500	5	55	80	40	10.0
T5	2.22	0.28	0.61	1.63	0.37	400	5	60	50	55	10.0
T6	1.76	0.19	0.51	1.38	0.30	400	1	45	45	35	10.0
T7	1.60	0.19	0.56	1.69	0.37	450	5	55	55	45	11.0
T8	2.23	0.22	0.61	1.63	0.38	450	5	55	60	40	18.5
T9	2.16	0.20	0.46	1.44	0.34	450	1	50	55	40	12.5
RANGOS MEDIOS	3.20- 3.5	0.20- 0.25	1.25- 1.5	0.5- 0.7	0.20- 0.25		10	20	60- 80	45- 150	

Fuente: Laboratorio Salvador Castillo Facultad de Agronomía

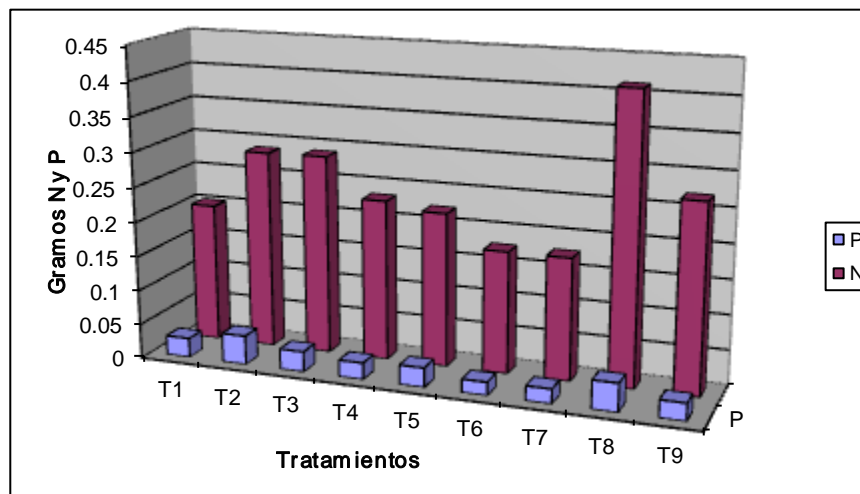


El cuadro 10 presenta la extracción de elementos en la planta, mostrando que los rangos de los porcentajes son similares entre cada tratamiento. Debido a la falta de recursos económicos se realizó un análisis de la media entre tratamientos por lo que no se pudo realizar una comparación estadística.



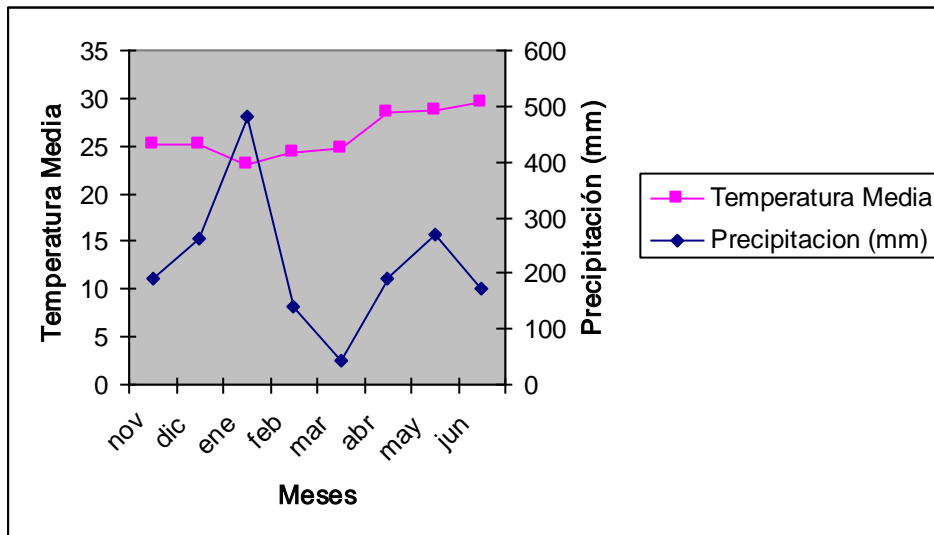
**Figura 5. Pese seco (g) plantas de hule (*Hevea brasiliensis*).**

La figura 5 muestra el Peso seco (g) obtenidos por cada tratamiento en la extracción de los elementos, el cual se encuentra en un rango de 10 a 18 gramos, siendo el peso seco máximo del tratamiento 8 (N= 15 g/planta con P= 7g/planta) y los pesos secos mínimos corresponden al tratamiento 4 (N= 10 g/planta con P= 5g/planta), tratamiento 5 (N= 10 g/planta con P= 7g/planta) y tratamiento 6 (N= 10 g/planta con P= 10 g/planta).



**Figura 6. Gramos presente de N y P en extracción total de elementos en plantas del cultivo hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo.**

En la figura 6 se observa la cantidad de gramos de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) presente en cada uno de los tratamientos, al igual que la figura 5 muestra al tratamiento 8 (N= 15 g/planta con P= 7g/planta) con la máxima cantidad de gramos de cada elemento presente en la materia seca.



**Figura 7. Clima diagrama para la estación de Puerto Barrios.**

En la figura 7 se observa la precipitación y la temperatura en el período de desarrollo de la evaluación, siendo estos parte de los factores que influenciaron en el desarrollo de las plantas de hule.

### 2.7.4 Análisis económico

**Cuadro 11 Costos de producción de los tratamientos en quetzales/ Ha.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>									
RENTA DE LA TIERRA	600	600	600	600	600	600	600	600	600
<b>INSUMOS:</b>									
Planta c/u Q. 6.00	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
FERTILIZANTE:	1047	1310	1815	1265	1560	2100	1535	1765	2280
N = Urea Q.180.00/qq									
P = 18-46-0 Q.290.00/qq									
Bolsas para almacigo Q. 127.00/ 300 unid	5080	5080	5080	5080	5080	5080	5080	5080	5080
Fungicida 2 libras a Q. 85.00 C/U	170	170	170	170	170	170	170	170	170
<b>TOTAL DE INSUMOS</b>	<b>78897</b>	<b>79160</b>	<b>79665</b>	<b>79115</b>	<b>79410</b>	<b>79950</b>	<b>79385</b>	<b>79615</b>	<b>80130</b>
<b>MANO DE OBRA</b>									
Preparación suelo	364	364	364	364	364	364	364	364	364
Llenado de bolsas	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560
Transplante	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560
Resiembr	208	208	208	208	208	208	208	208	208
Limpias	156	156	156	156	156	156	156	156	156
Fertilización	208	208	208	208	208	208	208	208	208
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>	<b>4056</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>82953</b>	<b>83216</b>	<b>83721</b>	<b>83171</b>	<b>83466</b>	<b>84006</b>	<b>83441</b>	<b>83671</b>	<b>84186</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>									
Administración (5% s/CD)	4147,65	4160,8	4186,05	4158,55	4173,3	4200,3	4172,05	4183,55	4209,3
Imprevistos (10% s/CD)	8295,3	8321,6	8372,1	8317,1	8346,6	8400,6	8344,1	8367,1	8418,6
Intereses (4.5 % s/CD)	3732,89	3744,72	3767,45	3742,7	3755,97	3780,27	3754,85	3765,2	3788,37
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>16175,8</b>	<b>16227,1</b>	<b>16325,6</b>	<b>16218,3</b>	<b>16275,9</b>	<b>16381,2</b>	<b>16271</b>	<b>16315,8</b>	<b>16416,3</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (CD+CI)</b>	<b>99128,8</b>	<b>99443,1</b>	<b>100047</b>	<b>99389,3</b>	<b>99741,9</b>	<b>100387</b>	<b>99712</b>	<b>99986,8</b>	<b>100602</b>
<b>INGRESOS BRUTOS planta c/u Q. 12.00</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>	<b>144000</b>
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>44871,2</b>	<b>44556,9</b>	<b>43953,4</b>	<b>44610,7</b>	<b>44258,1</b>	<b>43612,8</b>	<b>44288</b>	<b>44013,2</b>	<b>43397,7</b>
<b>RENTABILIDAD (%)</b>	<b>45,27</b>	<b>44,81</b>	<b>43,93</b>	<b>44,88</b>	<b>44,37</b>	<b>43,44</b>	<b>44,42</b>	<b>44,02</b>	<b>43,14</b>

**Cuadro 12 Rentabilidad de los tratamientos evaluados en el cultivo de hule (Hevea brasiliensis) en la fase de almacigo. Las Jaras, Izabal.**

<b>Rentabilidad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
<b>%</b>	<b>45.27</b>	<b>44.81</b>	<b>43.93</b>	<b>44.88</b>	<b>44.37</b>	<b>43.44</b>	<b>44.42</b>	<b>44.02</b>	<b>43.14</b>

Los costos de producción referida a una hectárea, se presentan en el cuadro 9. Estos costos pueden variar considerablemente, debido al área utilizada en la investigación fue pequeña, así como en el distanciamiento de siembra, por lo que se proyectó un costo estimado para una hectárea de terreno. En el cuadro 10 se observa la rentabilidad que ostentó cada uno de los tratamientos evaluados, siendo la mayor de 45.27 % correspondiente al tratamiento 1 (5 y 7 gramos de N y P por planta respectivamente).

## **2.8 Conclusiones**

- Estadísticamente no se detectó respuesta de las plantas de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo a la aplicación de Nitrógeno y Fósforo.
- Bajo las condiciones donde se realizó la investigación estadísticamente no se encontró diferencia significativas en las variables estudiadas en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la fase de almácigo a la aplicación de Nitrógeno y Fósforo. Los resultados antes mencionados se atribuyen a factores edáficos y climáticos entre estos el pH, textura del suelo, temperatura y humedad relativa.

## **2.9 Recomendaciones**

- Para la región de Las Jaras, Izabal se recomienda realizar enmiendas en los suelos para mejorar las condiciones edáficas que presentan en dicha región para corregir la disponibilidad del fósforo.
- Corregir el drenaje del suelo para evitar el alto contenido de humedad presente en el suelo.
- Efectuar estudios en almácigo de hule, con fertilización única de fósforo.
- Continuar estudios utilizando distintas fuentes de fertilizantes y épocas de aplicación.
- Llenar bolsas preparando mezclas con suelo, materia orgánica y arena con una proporción 2:2:1.

## 2.10 Bibliografía

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2004. Cultivo del hule (en línea). Guatemala. Consultado 20 feb 2009. Disponible en <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/8/Cultivo%20de%20Hule.pdf>
2. Ardón Flores, C. 2009. Efecto de la fertilización con cuatro niveles de nitrógeno sobre la biomasa y proteína cruda en *Bracharia brizantha* CV. Marandú, en Santa Rosita; Dolores, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 101 p.
3. Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, ACCS. 157 p.
4. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT); FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT).; TNC, US. 2006. Plan maestro de la reserva de manantiales cerro San Gil. Guatemala. 208 p.
5. Dardón, B. 2006. Demanda china de hule beneficiaria a Guatemala (en línea). Prensa Libre, Guatemala, enero 16. Consultado 20 mar 2009. Disponible en <http://www.prensalibre.com/pl/2006/enero/16/132232.html>
6. Estrada, M. 1998a. El cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en la zona norte central de Guatemala. *AgriCultura* 1(4):26-29.
7. \_\_\_\_\_. 1998b. Hule natural, campos clonales a gran escala para la zona norte de Guatemala. *AgriCultura* 1(6):32-34.
8. \_\_\_\_\_. 1998c. Variedades clonales de hule promisorias para la zona norte central de Guatemala. *AgriCultura* 1(8):25-27.
9. Estrada Nicol, LR. 1979. Análisis agroeconómico del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala y sus perspectivas para el desarrollo de la zona norte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 103 p.
10. GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala, GT). 2000. Manual práctico 2000 del cultivo de hule. Guatemala. 165 p.
11. Holdridge, LR. 1958. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura / SCIDA. 216 p.
12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2002. Mapa taxonomía de suelos (en línea). Italia. Consultado 20 mar 2009. Disponible en [http://www.fao.org/AG/AGL/swlwprnr/reports/y\\_lm/z\\_gt/gt.htm](http://www.fao.org/AG/AGL/swlwprnr/reports/y_lm/z_gt/gt.htm)

13. Nájera Carranza, HL. 1997. Evaluación agronómica de 25 clones de hule (*Hevea brasiliensis* Muell) en la estación de fomento Navajoa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 46 p.
14. Owen, G; Westgarth, DR; Iyer, GC. 1957. Manuring *Hevea* effects of fertilizer on growth and yield of nature rubber trees. Malaya, Rubber Research Institute of Malaya. p. 29-52. Citado por: Rivera Pomés, CH. 1987. Evaluación preliminar de la eficiencia de asimilación de macronutrientes en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell) mediante la interacción de resultados de análisis foliar y de suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 38 p.
15. Palencia Juárez, CV. 2000. Manual general del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 100 p.
16. Rivera Pomés, CH. 1987. Evaluación preliminar de la eficiencia de asimilación de macronutrientes en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell) mediante la interacción de resultados de análisis foliar y de suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 38 p.
17. Rucks, L; García, F; Kaplán, A; Ponde de León, J; Hill, M. 2004. Propiedades físicas del suelo. Uruguay, Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía. Consultado 20 jun 2010. Disponible en [http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/FISICA S/fisicas.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/FISICA%20S/fisicas.pdf)
18. Rueda Calvet, JL. 1981. Fertilización con nitrógeno y fósforo en almácigo de hule (*Hevea brasiliensis*) en Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 79 p.
19. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación del reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

## 2.11 Anexos

**Cuadro 13 A. Altura promedio de las plantas por unidad experimental en almacigo de hule (*Hevea brasiliensis*). Las Jaras, Izabal.**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	I	II	III
T1	40	37	44
T2	47	45	55
T3	42	43	45
T4	43	39	42
T5	44	39	40
T6	30	40	36
T7	48	59	36
T8	36	57	41
T9	41	36	44

**Cuadro 14 A. Análisis de Varianza de Alturas de plantas en almacigo de hule (*Hevea brasiliensis*). Las Jaras, Izabal.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURAS	27	0.40	0.03	15.15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	448.00	10	44.80	1.08	0.4307	
BLOQUES		32.00		2	16.00 0.39	0.6865
TRATAMIENTOS		416.00		8	52.00 1.25	0.3330
Error	664.67	16	41.54			
Total	1112.67	26				

**Cuadro 15 A. Diámetros de Tallo promedio de las plantas por unidad experimental en almacigo de hule (*Hevea brasiliensis*). Las Jaras, Izabal.**

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	I	II	III
T1	0.33	0.43	0.43
T2	0.40	0.5	0.40
T3	0.50	0.45	0.40
T4	0.43	0.38	0.38
T5	0.45	0.40	0.40
T6	0.33	0.40	0.35
T7	0.45	0.45	0.30
T8	0.40	0.50	0.40
T9	0.43	0.40	0.43

**Cuadro 16A. Análisis de la varianza Diámetros de Tallos de plantas en almacigo de hule (*Hevea brasiliensis*). Las Jaras, Izabal.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametros	27	0.42	0.07	11.63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	10	2.7E-03	1.18	0.3696
Tratamiento	0.02	8	2.2E-03	0.94	0.5110
Bloques	0.01	2	4.9E-03	2.14	0.1498
Error	0.04	16	2.3E-03		
Total	0.06	26			



***CAPÍTULO III***

***SERVICIOS REALIZADOS EN LA ASOCIACIÓN DE DESARROLLO  
AGROFORESTAL (ADAF), LAS JARAS, IZABAL.***

### **3.1 Presentación**

En el presente capítulo se describen las actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- en apoyo a la Asociación de desarrollo agroforestal (ADAF) ubicada en la aldea Las Jaras, Cerro San Gil, departamento de Izabal.

Las actividades que se describen se realizaron para dar solución a los problemas priorizados de la Asociación, es el caso de las “Capacidades básicas de los asociados para el manejo adecuado del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*)”, es por ello que se procedió a la capacitación de técnicas de muestreo de suelos e interpretación de los resultados para el manejo de la fertilidad y la capacitación sobre uso seguro de agroquímicos.

## **3.2 Capacitación sobre muestreo de suelos con fines de fertilidad**

### **3.2.1 Objetivos**

#### A. General

Realizar muestreo de suelos con los miembros de la asociación de desarrollo agroforestal (ADAF).

#### B. Específicos

- Capacitar a los Asociados sobre muestreo de suelos con fines de fertilidad.
- Demostrar mediante el uso de una guía de campo la metodología para muestreo de suelo con fines de fertilidad.
- Enseñar a como preparar la muestra de suelo para llevarla al laboratorio.

### **3.2.2 Metodología**

#### A. Recopilación de información

Se inició con una recopilación de información impresa y digital sobre muestreo de suelos con fines de fertilidad, siendo utilizado para este fin el Internet y la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la universidad de San Carlos de Guatemala.

#### B. Elaboración de guía de campo.

En esta etapa se creo una guía de campo conteniendo información de como realizar el muestreo de suelo con fines de fertilidad, en el contempla aspectos generales de la metodología a seguir para un buen muestreo, así como la importancia de la obtención de una muestra representativa.

#### C. Contactar a los miembros de la asociación

Se realizó una reunión previa con los miembros de la asociación para poner una fecha para la realización de la capacitación, donde se programo la fecha donde estuviera presente la mayoría de los asociados.

### **3.2.3 Resultados**

De los 30 miembros que conforman la asociación, solamente doce miembros se presentaron a la capacitación. La cual se abordaron los temas tales como la importancia de un muestreo de suelos, la época en que se debe realizar un muestreo, delimitación del área a muestrear, factores a considerar en el muestreo y finalmente la fase practica.

### **3.2.4 Evaluación**

Se logró elaborar la guía de campo para capacitar a los doce miembros de la asociación. Realizando de forma practica la actividad, donde los miembros realizaron el muestreo de suelos donde se encuentra establecido el cultivo de hule, donde dicha muestra fue analizada en el laboratorio de suelo y agua de la Facultad de Agronomía.

### **3.2.5 Anexos**



**Figura 8 Preparación del agujero para extraer la muestra de suelo**



***Figura 9 Agujero de colecta de muestra***



***Figura 10 Miembros de Asociación participando en la capacitación.***

### **3.3 Capacitación sobre uso seguro de pesticidas**

#### **3.3.1 Objetivos**

##### A. General

Capacitar a miembros de la asociación para uso seguro de agroquímicos.

##### B. Específicos

- Apoyar al expositor de AGREQUIMA en la charla.
- Desarrollar capacidades para un manejo seguro de agroquímicos.

#### **3.3.2 Metodología**

##### A. Contactar capacitador de la empresa AGREQUIMA

Mediante llamadas a la empresa se logro contactar con el Ing. Héctor Carrillo capacitador que cubre la región de Izabal, acordando con él los temas a cubrir en la capacitación y el cronograma de actividades a realizarse en la misma.

##### B. Organizar a los miembros de la asociación

Previamente a la capacitación se convoco a una reunión con los miembros de la asociación para dar a conocer sobre la importancia de la actividad a realizar llegando a un acuerdo para convocar a los miembros de la comunidad de Las Jaras.

#### **3.3.3 Resultados**

La realización de la capacitación se llevo acabo en la escuela de la comunidad de Las Jaras, a dicha actividad asistieron 45 personas, entre ellas miembros de la comunidad y los miembros de la asociación. Los temas de la capacitación fueron: Toxicidad y riesgo de plaguicidas, normas para uso responsable de plaguicidas, almacenamiento de los plaguicidas, equipo de protección, mantenimiento y calibración de equipo de aplicación y formulación de productos.

### 3.3.4 Evaluación

Se logro cubrir el objetivo al capacitar a los miembros de la asociación y a la vez a miembros de la comunidad de Las Jaras, los cuales adquirieron conocimientos para desarrollar capacidades en manejos seguros de agroquímicos.

### 3.3.5 Anexos



**Figura 11** Ing. Carrillo durante la capacitación de uso seguro de pesticidas.



**Figura 12** Asociados participando en la capacitación



***Figura 13 Participando en calibración de bombas***