

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**



**Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones  
de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae “Hule” en Santa Ana  
Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.**

Trabajo de graduación presentado al Honorable Consejo Directivo del Centro  
Universitario de Sur Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Previo a conferirse el título de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

En el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas

**LUIS NICOLÁS MONTÚFAR PÉREZ  
CARNET 200640910**

ASESOR Y REVISOR  
**Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano**

**MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DEL 2,013**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**



**Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae “Hule” en Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.**

**LUIS NICOLÁS MONTÚFAR PÉREZ  
CARNET 200640910**

**MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DEL 2,013**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CUNSUROC**

Lic. José Alberto Chuga Escobar	Presidente
---------------------------------	------------

**REPRESENTANTES DOCENTES**

Dra. Alba Ruth Maldonado de León	Secretaria
Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril	Vocal

**REPRESENTANTES GRADUADOS DEL CUNSUROC**

Licda. Mildred Griselda Hidalgo Mazariegos	Vocal
--	-------

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
P.E.M. Carlos Enrique Jalel de los Santos	Vocal

## **AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA**

### **Coordinador Académico**

Dr. Luis Gregorio San Juan Estrada

### **Coordinador Carrera de Administración de Empresas**

Msc. Rafael Armando Fonseca Ralda

### **Coordinador Carrera de Trabajo Social**

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

### **Coordinador Carreras de Pedagogía**

Msc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

### **Coordinadora Carrera de Ingeniería en Alimentos**

Licda. Gladys Floriselda Calderón Castilla

### **Coordinador Carrera de Agronomía Tropical**

Msc. Erick Alexander España Miranda

### **Encargado Carrera de Gestión Ambiental Local**

Msc. Celso González Morales

### **Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario**

Lic. Henry Estuardo Ayala Dardón

### **Encargada Carrera de Técnico Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

Licda. Paola Marisol Rabanales

### **Encargado Carreras de Pedagogía Plan Sábado**

Lic. Antonio Gamboa Gutiérrez

### **Coordinador Área Social Humanista**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez



**Mazatenango, noviembre del 2013.**

**Señores:**

**Honorable Consejo Directivo**

**Centro Universitario del Suroccidente**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Respetables Señores:**

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el Trabajo de Graduación, titulado: **“Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae “Hule” en Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez”**; investigación presentada previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado, esperando favorezca su aprobación.

Atentamente.

**Luis Nicolás Montúfar Pérez.**

**Carné: 200640910**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por ser el creador de todo lo que nos rodea y otorgarme sabiduría, nobleza, amor, fe y esperanza para alcanzar las metas de mi vida.

### **A MIS PADRES**

Héctor Montúfar Mota y Esperanza Pérez, por ser parte fundamental de mis aspiraciones y objetivos, demostrándome que el amor al prójimo es una herramienta muy valiosa para poder añorar la satisfacción personal y definitivamente por el amor y cariño brindado.

### **A MI HERMANO**

Héctor Montúfar por compartir una cantidad de experiencia durante nuestra vida y ser el mejor amigo que he tenido en mi vida.

### **A MIS AMIGOS**

Por su amistad y apoyo incondicional en todos los momentos que hemos compartido.

## **TRABAJO QUE DEDICO A**

**La Gremial de Huleros de Guatemala** y todo el personal, por el apoyo y dirección brindado durante la ejecución de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA ENCA. BÁRCENAS**

Por ser la identidad que me encamino en el campo agrícola demostrándome sus bondades y santificaciones.

### **AL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por ser una entidad educativa que me brindo una formación de alto nivel tanto profesional como social.

### **A MI ASESOR**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Por compartir de sus conocimientos y brindarme el apoyo necesario para alcanzar esta meta.

### **A LOS DOCENTES DE LA CARRERA AGRONOMÍA TROPICAL**

Por compartir sus valiosos conocimientos en el trayecto de mi carrera y formarme como un profesional.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	03
III. JUSTIFICACIÓN.....	04
IV. MARCO TEÓRICO.....	05
1. Marco conceptual.....	05
1.1 Condiciones para establecer un vivero.....	05
1.2 Establecimiento de un almácigo según el tipo y manejo del semillero de <i>H. Brasiliensis</i> .....	05
1.2.1 Selección de la semilla.....	06
1.2.2 Semillero o cama germinadora.....	06
1.2.3 Almácigos de <i>H. Brasiliensis</i> en Guatemala.....	06
1.2.4 Producción de tocones injertados al suelo.....	07
1.2.5 Producción de plantas en bolsa.....	08
1.2.6 Tocones sembrados y brotados en bolsas.....	08
1.2.7 Plantas injertadas directamente en la bolsa.....	08
1.2.8 Plantas sembradas e injertadas directamente a bolsa.....	09
1.3 Llenado de bolsa para la producción de almácigos.....	10
1.4 Distanciamiento de siembra.....	10
1.5 Fertilización.....	10
1.6 Aplicación de fungicidas.....	11
1.7 Injertación de almácigos en bolsas.....	11
1.8 Almácigos en tubetes.....	12
1.8.1 Condiciones del sustrato y llenado de los tubetes.....	12
1.8.2 Riego.....	12
1.8.3 Eliminación de malezas.....	12
1.8.4 Sacado del pilón.....	13

1.8.5	Ventajas del tubete.....	13
2.	Marco referencial.....	15
2.1	Lugar de realización del estudio.....	15
2.2	Croquis del lugar de la investigación.....	15
2.3	Condiciones climáticas y edáficas.....	16
2.4	Investigaciones relacionadas.....	17
2.4.1	Producción de plantas en entrenadores de raíz en la republica de la India.....	17
2.4.2	Propagación de plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes.....	17
2.4.3	Méritos de los entrenadores de raíz o tubetes.....	18
2.4.4	Plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes dispuestas al suelo.....	19
2.4.5	Injertación en plantas de hule dispuestas en tubetes enterrados al suelo.....	20
2.4.6	Plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes colocados en estructuras de metal.....	21
2.4.7	Trasporte de plantas de hule producidas en tubetes.....	22
2.4.8	Tubetes utilizados para la producción de plantas forestales y frutales.....	22
2.5	Sustrato utilizado para la producción de plantas en tubetes.....	22
2.5.1	Arena blanca.....	23
2.5.2	Turba.....	23
2.5.3	Fibra de coco.....	24
2.5.4	Fafard super-fine Germinating mix® .....	24
2.5.5	Perlita.....	24
2.5.6	Vermiculita.....	25
V.	OBJETIVOS.....	26
1.	General.....	26
2.	Específicos.....	26
VI.	HIPÓTESIS.....	27
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
1.	Materiales experimentales.....	28

1.1	Tratamientos.....	28
1.2	Descripción de los sustratos utilizados en la investigación.....	28
1.3	Tamaño del tubete y bolsa.....	29
2.	Análisis estadístico.....	30
2.1	Diseño experimental.....	30
2.2	Modelo estadístico.....	31
2.3	Unidad experimental.....	31
2.4	Variable respuesta.....	32
2.4.1	Diámetro.....	33
2.4.2	Altura.....	33
2.4.3	Biomasa de raíces.....	34
2.4.4	Porcentaje de plantas injertadas.....	34
2.4.5	Costos de producción.....	34
2.5	Análisis de varianza para las variables experimentales.....	35
2.6	Comparación múltiple de medias.....	35
2.7	Análisis de costos.....	35
3.	Manejo del experimento.....	35
3.1	Preparación de sustratos.....	35
3.2	Llenado de tubetes y bolsas.....	36
3.3	Acomodo de tubetes en el suelo y bolsas.....	37
3.4	Trasplante.....	38
3.5	Riego.....	39
3.6	Fertilización.....	39
3.7	Control de malezas.....	41
3.8	Control de enfermedades.....	41
3.9	Injertación de patrones.....	43
VIII.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
1.	Diámetro del tallo a cinco centímetros de altura.....	44
2.	Altura del tallo medido al meristemo apical.....	48
3.	Biomasa de raíces.....	52
4.	Porcentaje de plantas injertadas.....	56

5. Análisis económico.....	57
IX. CONCLUSIONES.....	58
X. RECOMENDACIONES.....	59
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	60
XII. ANEXOS.....	62

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro No.	PAGINA
1. Programa de fertilización para almácigos de <i>H. brasiliensis</i> en bolsas.....	11
2. Productos utilizados para el control de enfermedades fungosas del follaje en almácigos de <i>H. brasiliensis</i> .....	11
3. Porcentaje de materiales utilizados para la elaboración de los sustratos evaluados.....	28
4. Volumen en cm <sup>3</sup> de sustrato y peso en kg por cada tratamiento.....	30
5. Calendarización de la medición de las variables biométricas, diámetro del tallo y altura de las plantas, en patrones de <i>H. brasiliensis</i> .....	33
6. Calendario de fertilización diluida al suelo ejecutada en la investigación, por fecha, dosis y tipo de fertilizante.....	40
7. Productos aplicados para el control de enfermedades fungosas del follaje por fecha, dosis y productos utilizados en la investigación.....	42
8. Diámetro del tallo por tratamiento y repetición en cinco submuestreos como resultado de una variable biométrica evaluada.....	44
9. Análisis de varianza para la variable respuesta diámetro a cinco centímetros de altura en plantas de <i>H. brasiliensis</i> .....	45

10. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta diámetro en milímetros medido a cinco centímetros de altura.....	46
11. Altura del tallo en centímetros al meristemo apical por tratamiento y repetición en cinco submuestreos como resultado de una variable biométrica evaluada.....	48
12. Análisis de varianza para la altura del tallo medido hasta el meristemo apical en plantas de <i>H. brasiliensis</i> .....	49
13. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta diámetro en milímetros medido a cinco centímetros de altura.....	50
14. Biomasa de raíces en gramos por tratamiento y repetición con dos submuestreos.....	52
15. Análisis de varianza para la variable repuesta biomasa de raíces en gramos en planta de <i>H. brasiliensis</i> .....	53
16. Resultado de la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta biomasa de raíces en gramos.....	54
17. Costos de producción para 10,000 patrones de <i>H. brasiliensis</i> usando como sustrato Germinating mix® en tubetes de polipropileno.....	62
18. Costos de producción para 10,000 patrones de <i>H. brasiliensis</i> usando como sustrato una mezcla de coco, broza, tierra y arena en tubetes de polipropileno.....	63
19. Costos de producción para 10,000 patrones de <i>H. brasiliensis</i> usando	

como sustrato tierra en tubetes de polipropileno.....	64
20. Costos de producción para 10,000 patrones de <i>H. brasiliensis</i> usando como sustrato tierra en bolsas de polietileno.....	65

## ÍNDICE FIGURAS

Figura No.	PAGINA
1. Ubicación geográfica del área experimental.....	15
2. Plantas de <i>H. brasiliensis</i> producidas en entrenador de raíz (tubetes) con capacidad de 600 cc.....	18
3. Plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes enterradas al suelo.....	20
4. Plantas de <i>H. brasiliensis</i> injertadas en tubetes en contacto con el suelo.....	21
5. Plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes dispuestas en estructuras metálicas con uno y dos pisos foliares.....	21
6. Plantas de <i>H. brasiliensis</i> en tubetes trasportadas en camiones en estibas simple y doble.....	22
7. Tubetes utilizados para plantas forestales y frutales en la multiplicación de almácigos.....	23
8. Tubetes de polipropileno y bolsas de polietileno utilizando en la investigación con sus dimensiones.....	29
9. Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos.....	31
10. Croquis de campo por unidad experimental, identificación cada planta de la unidad experimental.....	32

11. Tamizado y mezclado de materiales para la elaboración del sustrato utilizando en el tratamiento dos.....	36
12. Llenado de tubetes con sustrato previo a ser colocados al suelo semienterrados.....	37
13. Acomodo de tubetes y bolsas al suelo en el área donde se llevo a cabo la investigación.....	38
14. Trasplante de plantas de hule del clon IAN 873 del semillero hacia tubetes y bolsas.....	38
15. Aplicación de fertilizante al suelo con bombas de mochila en tubetes semienterrados.....	41
16. Resultado de la variable biométrica diámetro en milímetros por tratamiento en patrones de <i>H. brasiliensis</i> .....	46
17. Altura del tallo en centímetros hasta el meristemo apical en plantas de <i>H. brasiliensis</i> por tratamiento.....	50
18. Comparación del crecimiento vegetativo en los diferentes tratamientos.....	52
19. Biomasa de raíces en gramos por tratamiento.....	54
20. Sistema radicular de plantas de <i>H. brasiliensis</i> manejadas en tubetes de polipropileno.....	55
21. Número de plantas aptas para la injertación en porcentaje por tratamiento...	56

**Evaluation tubetes technology for producing patterns *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae "Rubber" Mixpillá Santa Ana, San Miguel Panán, Suchitepéquez.**

**Summary**

According to Pérez (2,005) plant breeding *H. brasiliensis* patterns is performed using polyethylene bags of a dimension of 23 x 45 cm which leads the use of high volumes of soil which often leads to wear resistance, however Karshakasree (2,010) reports that the use of root trainers known as tubetes use a smaller volume of soil compared to the bags, This prompted us to conduct this research, which was evaluated tubetes technology in the cultivation of *H. brasiliensis* in Santa Ana Mixpillá, farm, located in San Miguel Panán , Suchitepéquez.

This research used tubetes polypropylene with a capacity of 400 cubic inch, three substrates were evaluated, the first was a prefabricated mixture containing Germinating mix® *Sphagnum sp* Peat moos, the second a mixture of coconut fiber, brush, earth and white sand, the third soil from the place where he established himself as a witness research and on land used in polyethylene bags with a capacity of 8,500 cubic centimeters, the responses were variable, plant height at apical meristem, stem diameter and root biomass, and identify which treatment had the highest number of plants suitable for grafting percentage and an economic analysis.

The greatest growth to measure stem diameter and height of the plant is obtained in the pylons produced in polyethylene bags with a value of 10.65 mm and a height of 91.81 cm while the treatments were used polypropylene tubetes had a diameter of 8.5 mm and a height of 70.25 cm with no significant difference between the three substrates assessed, by measuring the root biomass was determined that one treatment which showed the highest growth Germinating mix® was used as substrate in a value tubetes 25.57 grams followed by two treatment where use a

mixture of coconut fiber, brush, earth and white sand tubetes with a value of 20.80 grams, third place is the three treatment where land was used only with the lower growth tubetes root with a value of 16.26 grams.

Because tubetes treatments evaluated in three different substrates showed lower growth in stem diameter and height were less number of plants suitable for injertación with a value of 35% while four evaluating treatment in polyethylene bags obtained 85% of plants suitable for grafting.

The best treatment from the point of view of costs was when land use tubetes a value of Q 2.72 per plant followed by mixing coconut fiber, brush, white sandy soil and Q 3.17 third polyethylene bags land at a cost of Q 3.97 and treatment with higher production cost which was used by Germinating mix® Q 3.98

The growth in stem diameter and height was slower in tubetes regardless of the substrate compared to polyethylene bags, otherwise, the greatest growth in which Germinating mix® had better root biomass, indicating that there is a high potential for propagating plants *H. brasiliensis* using technology provided tubetes technique is perfected through research that seeks the optimal size in fertilization tubetes and responsive to the needs of the technique.

## **Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae “Hule” en Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.**

### **Resumen**

Según Pérez (2,005) la reproducción de plantas de *H. brasiliensis* para patrones se realiza utilizando bolsas de polietileno de una dimensión de 23 x 45 cm lo que lleva la utilización de volúmenes altos de tierra que generalmente llevan al desgaste de los suelos, sin embargo **Karshakasree (2,010)** reporta que la utilización de entrenadores de raíces conocidos como tubetes utilizan un menor volumen de suelo comparado con las bolsas, esto motivó la realización de la presente investigación, en la cual se evaluó la tecnología de tubetes en el cultivo de *H. brasiliensis* en la finca Santa Ana Mixpillá, ubicada en San Miguel Panán, Suchitepéquez.

En esta investigación se utilizaron tubetes de polipropileno con una capacidad de 400 centímetro cúbicos, se evaluaron tres sustratos: el primero fue una mezcla prefabricada Germinating mix<sup>®</sup> que contiene Peat moos *Sphagnum sp*, el segundo una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca, el tercero tierra proveniente del lugar donde se estableció la investigación y como testigo relativo se utilizó tierra en bolsas de polietileno con una capacidad de 8,500 centímetros cúbicos, las variables respuestas fueron: altura de la planta al meristemo apical, diámetro del tallo y biomasa de raíces, además de identificar que tratamiento presentó el mayor número de plantas aptas para la injertación en porcentaje y un análisis económico.

El mayor crecimiento al medir el diámetro del tallo y la altura de las plantas se obtuvo en los pilones producidos en bolsas de polietileno con un valor de 10.65 mm de diámetro y una altura de 91.81 cm mientras que los tratamientos donde se utilizaron los tubetes de polipropileno dieron un diámetro de 8.5 mm y una altura de 70.25 cm sin diferencia significativa entre los tres sustratos evaluados, al medir

la biomasa radicular se determinó que el tratamiento uno presentó el mayor crecimiento, el cual utilizó Germinating mix<sup>®</sup> como sustrato en tubetes con un valor de 25.57 gramos, seguido del tratamiento dos donde se usó una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca en tubetes con un valor de 21.25 gramos, en tercer lugar se encuentra el tratamiento cuatro manejado en bolsas de polietileno con tierra 16.83 gramos y el menor crecimiento radicular lo presentó el tratamiento cuatro que utilizó tierra en tubetes con un valor de 16.30 gramos.

Debido a que los tratamientos evaluados en tubetes en tres diferentes sustratos presentaron el menor crecimiento en el diámetro del tallo y altura tuvieron menor cantidad de plantas aptas para la injertación con un valor de un 35% mientras que el tratamiento cuatro evaluado en bolsas de polietileno obtuvo un 85% de plantas aptas para la injertación.

El mejor tratamiento desde el punto de vista de costos fue cuando se utilizó tierra en tubetes con un valor por planta de Q 2.72 seguido de la mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca Q 3.17 en tercer lugar las bolsas de polietileno con tierra con un costo de Q 3.97 y el tratamiento con mayor costo de producción fue el que usó Germinating mix<sup>®</sup> Q 3.98

El crecimiento en el diámetro del tallo y altura fue más lento en tubetes independientemente del sustrato comparado con las bolsas de polietileno, caso contrario con el sistema radicular donde el sustrato Germinating mix<sup>®</sup> tuvo mejor biomasa radicular, lo cual indica que existe un alto potencial para propagar plantas de *H. brasiliensis* usando la tecnología de los tubetes siempre y cuando se perfeccione la técnica mediante la investigación que busque el tamaño óptimo en los tubetes y una fertilización que responda a las necesidades de la técnica.

## I. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene los resultados de una evaluación donde se utilizó la tecnología de tubetes de polipropileno para la producción de plantas de hule hasta la etapa de injertación utilizando tres diferentes sustratos comparándolo con la reproducción en bolsas de polietileno en la finca Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

**Según Karshakasree (2,010) la producción de plantas de hule usando tubetes de polipropileno trae varias ventajas entre las más comparativas están el uso de un menor volumen de suelo comparado con las bolsas de polietileno, son más amigables con el ambiente ya que no generan desechos, debido a su forma cónica produce un mejor desarrollo radicular tanto en biomasa como en conformación y cualquier movimiento o transporte dentro o fuera del almácigo resulta en una mayor eficiencia de la mano de obra.**

Se evaluaron tres sustratos Germinating mix<sup>®</sup>, una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca y tierra extraída del lugar donde se estableció el almácigo en tubetes de polipropileno con una capacidad de 400 centímetros cúbicos comparado con un testigo relativo donde se uso tierra en bolsas de polietileno con una capacidad de 8,500 centímetros cúbicos se evaluaron tres variables biométricas, diámetro, altura y biomasa de raíces, además del porcentaje de plantas aptas para la injertación y los costos de producción que implica cada tratamiento, se identifico que sustrato sería el más indicado para la adopción de la tecnología de tubetes al producir plantas de hule para patrones.

Cuando se utilizaron bolsas de polietileno con tierra como sustrato se obtuvo el mayor crecimiento en el diámetro y altura, mientras que los tratamientos que se manejaron en tubetes independientemente del sustrato no mostraron una diferencia significativa entre ambos, al medir la biomasa de raíces cuando se uso Germinating mix<sup>®</sup> en tubetes se alcanzo el mayor crecimiento radicular seguido del tratamiento dos donde se uso una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca y cuando se uso

tierra como sustrato en tubetes y bolsas de polietileno no presentaron diferencia significativa.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Pérez (2,005) en Guatemala para la propagación del cultivo de *H. brasiliensis* se utiliza la reproducción asexual por medio de la injertación, actividad que conlleva la construcción de almácigos que generalmente son trabajados en bolsas de polietileno de 23 x 45 centímetros. Ovalle (2,008) cita que no se ha mejorado la forma como tradicionalmente se reproducen los almácigos de *H. brasiliensis* comparados con las plantas forestales y algunos frutales donde se utilizan tubetes de polipropileno. Según Enríquez (2,010) la utilización de la técnica tradicionalista trae como consecuencia la exportación de suelo a otras fincas, si se utilizaran bolsas de 23 x 45 centímetros con una densidad de 66,600 plantas por hectárea se consumen 1,250 m<sup>3</sup>/ha de suelo por ciclo implicando un desgaste de diez a doce centímetros dependiendo de la densidad, además indica que tiene los inconveniente de formar raíces con enrollamiento, las bolsas contaminan el ecosistema, en el transporte se requiere demasiado esfuerzo humano y mayor utilización de maquinaria.

Según Cordon (1,991) en promedio los suelos en la costa sur presentan un horizonte agrícola de 0.5 a un metro de profundidad y para el área norte del país entre los 0.3 hasta los 0.5 metros, esto implica que un almácigo de *H. brasiliensis* tiene la capacidad para producir el desgaste total del suelo en cinco o diez ciclos para la costa sur y para el área norte entre tres a cinco ciclos por lo tanto es importante poder buscar una alternativa que utilice menos suelo o sustrato. Según Ovalle (2,008) la utilización de tubetes de polipropileno es una alternativa para contrarrestar el uso de grandes cantidades de suelo en los almácigos, además de otras cualidades como un mejor desarrollo radicular, eficiencia en el transporte y es una técnica más amigable con el ambiente.

Siendo necesario poder evaluar la tecnología de tubetes en el cultivo de *H. brasiliensis* buscando un sustrato que permitiera la producción eficiente usando como comparativo la forma como tradicionalmente se reproduce el cultivo.

### III. JUSTIFICACIÓN

Según Karshakasree (2,010) entre las ventajas que tienen los tubetes de polipropileno comparada con las bolsas de polietileno es que la capa superior de suelo no es utilizada para cargar los tubetes en los almácigos lo que indica que la nueva técnica conduce a la conservación del suelo, además que en comparación con las bolsas de polietileno, los tubetes son mucho más pequeños, por lo tanto el trabajo en el almácigo, el transporte y la siembra en el campo definitivo es mucho menor que las plantas producidas en bolsas de polietileno y tubetes podrían ser reutilizados por varias años por lo tanto son más amigables con el medio ambiente.

Debido a las características que poseen los tubetes mencionado con anterioridad es importante poder adaptar dicha tecnología al cultivo de *H. brasiliensis* en busca de reducir los efectos nocivos que trae la reproducción en bolsas de polietileno, según Abad (1,993) la utilización de tubetes trae como consecuencia el uso de sustratos estos debe aportar buenas condiciones para permitir un buen desarrollo en las plantas, por lo tanto se justifica realizar investigaciones que busquen comparar la utilización de tubetes de polipropileno contra las bolsas de polietileno, además de evaluar diferentes sustratos para determinar cual produce un mayor crecimiento vegetativo. Dentro de los beneficios proyectados se tiene que el cultivo de *H. brasiliensis* es uno de los que presenta mayor importancia para Guatemala según Nájera 2,010 se reportan un total de 67,000 hectáreas con una tendencia al aumento. En términos económicos representa un 0.8% del Producto Interno Bruto para la nación y en la agricultura de un 6.85%, generando un total de 25,000 empleos directos y 30,000 indirectos con un crecimiento de un 10% anual (González 2,009).

## IV. MARCO TEÓRICO

### 3. Marco conceptual

#### 1.1 Condiciones para establecer un vivero

Existen varios factores que determinan las condiciones adecuadas para establecer un almácigo que influyeran en el desarrollo de las plantas estos factores lo podemos agrupar de la siguiente manera; factores atmosféricos, factores edáficos y factores ambientales (Coronado 2,000).

**Factores atmosféricos:** los principales factores del ambiente atmosférico son: luz, temperatura, humedad y dióxido de carbono, estos son fuertemente afectados por la ubicación geográfica y por el tipo de instalaciones del almácigo, por lo cual deberán tomarse en cuenta al momento de seleccionar el sitio y la construcción de las estructuras para su propagación.

**Factores edáficos:** los dos factores principales del ambiente edáfico son el agua y los nutrimentos, lo común es utilizar bolsas que son cargadas con tierra o sustratos, la riqueza nutrimental del suelo se verá reflejado en el crecimiento de las plantas.

**Factores bióticos:** tanto los componentes atmosféricos como los edáficos contienen organismos que pueden afectar el crecimiento de las plantas tanto en forma positiva como negativa, se encuentran incluidos todos los organismos que puedan causar una enfermedad o traducirse en una plaga para el cultivo.

#### 1.2 Establecimiento de un almácigo según el tipo y manejo del semillero de *H. Brasiliensis*

Según Palencia (2,000) una de las características principales que se debe de tomar en cuenta en el establecimiento del semillero y de un almácigo es la ubicación donde se realizará, las cuales deben de llenar

con los requisitos de terreno no muy inclinado, suelo que se pueda mullir bien y que exista en las cercanías agua para la época de verano que es donde más afecta al cultivo además conocer bien la procedencia y la forma de recolección de la semilla.

### **1.2.1 Selección de la semilla**

Es importante conocer la procedencia de las semillas para garantizar la pureza del clon que se quiere utilizar según Nájera (2,010) un quintal de semilla incluye aproximadamente entre 6,000 a 8,000 semillas, siendo su relación de uno a cuatro el total de semillas germinadas, en términos generales la relación es de un quintal de semillas por cada 5 m<sup>2</sup> de semillero.

### **1.2.2 Semillero o cama germinadora**

Las semillas se colocan una al lado de la otra, con la parte angular hacia abajo y se cubre con una delgada capa de tierra. Es usual colocarles una capa de zacate u otro material a efectos de evitar que se pierda humedad y la acción directa de los rayos del sol. A los 7 – 8 días comienza la germinación y para trasplantarlas al vivero hay dos opciones: Transportarlas al emerger la radícula o esperar que emerjan las primeras hojas verdaderas y trasplantarla en ese momento. La ventaja de este último sistema es que permite la selección de aquellas plantas que poseen una raíz bien conformada y rechazar las deformes (Palencia 2,000).

### **1.2.3 Almácigos de *H. Brasiliensis* en Guatemala**

Según Palencia (2,000) la propagación de plantas de *H. brasiliensis* es una fase de importancia. Las técnicas utilizadas en Guatemala han sido desarrolladas en países del oriente, como Indonesia y Malasia a partir de finales del siglo XIX y adaptadas a nuestros países por técnicos y

agricultores para lograr los mejores resultados bajo nuestras condiciones.

Desde que se descubrió que las plantaciones provenientes de una reproducción asexual o por injertación eran uniformes en la mayoría de sus características, la propagación de *H. brasiliensis* injertado se ha vuelto obligatoria. Al igual que en otros cultivos, el mejoramiento genético para la propagación las plantas ha venido por lo tanto evolucionando, actualmente se cuenta en Guatemala con dos técnicas para elaborar almácigos, El sistema tradicional de tocones al suelo y la reproducción de plantas utilizando bolsas (Palencia 2,000).

#### **1.2.4 Producción de tocones injertados al suelo**

Un tocón es el término utilizado para designar una planta que ha sido producida en sistema de almacigo al suelo, donde es injertado y posteriormente arrancado, cortando la raíz y el tallo en la parte aérea a un promedio de 30 cm este sistema es cada vez menos utilizado, tiene las siguientes características (Palencia 2,000).

##### Ventajas

- Se obtienen patrones más vigorosos para la injertación
- La técnica es más fácil de realizar, en especial la injertación
- Se requiere de menor cantidad de material vegetativo (vareta)
- Al momento del trasplante a campo definitivo se puede observar el sistema radicular de las plantas como criterio de selección.

##### Desventajas

- El sistema requiere de diez meses como mínimo para contar con plantas aptas para ser injertadas, lo cual eleva los costos de producción.
- El porcentaje de mortalidad en el campo es bastante alto (30 – 50%).

### **1.2.5 Producción de plantas en bolsa**

Este sistema ha remplazado a la producción de tocones injertados en el suelo ya que se obtienen mejores resultados en el trasplante al campo definitivo, existen tres formas diferentes de realizarlas (Palencia 2,000).

### **1.2.6 Tocones sembrados y brotados en bolsas**

Consiste en producir tocones en almácigos al suelo y hacerlos brotar (durante una segunda etapa) en una bolsa plástica de 10 x 20 pulgadas (Palencia 2,000).

#### Ventajas

- Se llevan al campo injertos vigorosos.
- Manejo más sencillo y práctico que otros sistemas.
- Es práctico cuando se compran tocones y se hacen brotar en la finca.

#### Desventajas

- Mayores costos de producción en función del tiempo.
- Existe un desequilibrio entre el follaje y el sistema radicular lo que provoca inconvenientes en la siembra y transporte.
- Muchos patrones con su injerto se pierden al trasplantarlos del suelo a la bolsa por el cambio que sufren.
- Deben de sembrarse tocones con similar grosor para lograr con ello una brotación uniforme y un almácigo homogéneo.

### **1.2.7 Plantas injertadas directamente en la bolsa**

Consiste en producir plantas de hule en bolsa desde la siembra, donde se desarrollan e injertan, posteriormente son decapitados para hacer brotar el injerto y son llevados al campo (Palencia 2,000).

#### Ventajas

- Se llevan al campo injertos vigorosos.
- Manejo más sencillo y práctico que otros sistemas.
- Se logran altos porcentajes de frotación de los injertos y buen pegue en el campo.

#### Desventajas

- Algunos injertos no brotan disminuyendo el porcentaje de plantas para llevar al campo, desperdiciando por lo tanto la bolsa.
- Mayores costos de producción.
- Existe un cierto desequilibrio entre el follaje y el sistema radicular lo que provoca inconvenientes en la siembra y transporte.

### **1.2.8 Plantas sembradas e injertadas directamente a bolsa**

Consiste en producir plantas de *H. brasiliensis* en bolsa desde la siembra, donde se desarrollan e injertan en un estado tierno (verde), posteriormente son decapitados para hacer brotar el injerto y son llevados al campo. El crecimiento debe acelerarse para lograr plantas de buen tamaño, debido al poco tiempo de cultivo (Palencia 2,000).

#### Ventajas

- Solamente se requiere de un año para llevar plantas al campo para su siembra.
- Los costos de producción por el tiempo son mucho menores a los del sistema anterior.
- Se pueden obtener plantas de buen vigor y con dos a tres coronas para el campo.
- Las plantas tienen un sistema radicular menos lastimado y mas proporcionado con el follaje, por lo que no se resiente tanto en el transporte.

#### Desventajas

- La técnica requiere de personal calificado, en especialidad de injertadores.
- Las varetas no están en el punto adecuado al injertar los brotes serán poco vigorosos.
- La inversión monetaria en función del tiempo es más fuerte.
- Cuando se trasladan plantas muy pequeñas y existen épocas secas fuertes y prologadas, se deben realizar riegos y mantenimiento de las plantas.

### **1.3 Llenado de bolsa para la producción de almácigos en bolsas**

En este sistema se utilizan bolsas de 9 x 18 x 0.006 pulgadas y deben llenarse en los meses de junio y julio para que estén ordenadas antes que las semillas en la cama germinativa broten ya que el trasplante se realiza directamente del semillero a la bolsa. La tierra utilizada deberá ser fértil ya arcillosa (25%) para que tenga consistencia retención de humedad. Una buena práctica consiste en aprovechar la tierra del surco donde irán colocadas las bolsas ya que estas van enterradas 1/3 de su altura para evitar por una parte que se caigan y por otra, para conservar por más tiempo la humedad contenida dentro de ellas. Una bolsa llena tiene en promedio un diámetro de 18 cm. por lo que en bloque surco cabe 11 bolsas/m (Palencia 2,000).

### **1.4 Distanciamiento de siembra**

Según Palencia (2,000) se sugiere que la siembra se lleve a cabo en doble surco, donde se aprovecha mejor el espacio, los distanciamientos sugeridos para este caso son de 0.3 x 0.3 metros entre plantas y calles de 0.7 metros con ellos e obtienen 66,600 plantas por ha.

### **1.5 Fertilización**

Se considera que el sistema radicular de las plantas de hule empieza a ser funcional a partir de la maduración del primer piso foliara o corona, momento

en que se recomienda empezar con un programa de fertilización se presenta el siguiente (Palencia 2,000).

**Cuadro 1. Programa de fertilización para almácigos de *H. brasiliensis* en bolsas.**

Elemento	Fuente	Dosis/Planta	Forma de aplicación	Época de aplicación DDT.
Nitrógeno	Urea	12	Granular	30, 60, 90 120, 150
Fosforo	10-50-0	10	Granular	30, 90 y 120
Potasio	15-15-15	10	Granular	30, 90 y 120
Microelementos	Complezal	100 cc/20 L.	Aspersión	A cada 10 días

Fuente: Palencia (2,010).

### 1.6 Aplicación de fungicidas:

La principal enfermedad que se reporta en hule es la enfermedad suramericana, por lo cual se debe seguir un programa de aplicación de fungicidas tanto preventivos como curativos en el cuadro dos se presenta un plan para controlar enfermedades fungosas en el follaje para el cultivo de *H. brasiliensis*.

**Cuadro 2. Productos utilizados para el control de enfermedades fungosas del follaje en almácigos de *H. brasiliensis***

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosificación/Litro Agua
Dithame	Mancozeb	5 gr.
Cupravit	Oxicloruro de cobre	3 gr.
Benlate	Benomil	1.5 gr.
Alto 100	Ciproconazole	0.5 cc.
Antracol	Propineb	6 gr.

Fuente: Palencia (2,010).

### 1.7 Injertación de almácigos en bolsas

La reproducción del cultivo de hule se hace en forma asexual, para ellos se utilizan patrones resistentes a la mancha suramericana *Mycrocyclus ulei* la injertación utilizada es en parche ya sea inversa o normal.

Existen dos formas de realizar la injertación en bolsa en verde y en café, básicamente es el tiempo y el desarrollo que posee los patrones.

Injerto en bolsa en verde, se necesita un diámetro de 1.5 cm por ellos se realiza en menos tiempo, el tallo todavía se observa de una coloración verdosa, tiene la dificultad de complicar la injertación debido a el diámetro pequeño, el injertador debe tener mucha práctica para lograr un buen pegue.

Almácigos en bolsa en café, se realiza a los 10 meses de la siembra en bolsa (mayo – julio) durante este tiempo se cuenta con un diámetro entre 1.8 a 2.5 cm a 5 cm del suelo hacia arriba, la injertación es mucho más fácil debido a que posee un mejor desarrollo (Palencia 2,000).

## **1.8 Almácigos en tubetes**

### **1.8.1 Condiciones del sustrato y llenado de los tubetes**

El llenado se realiza presionado el suelo hasta el fondo del cono, apelmazando con pequeños golpes en la parte inferior contra la mesa o pequeña piedra, en donde se está haciendo el llenado. Con esto se evita la formación de vacíos. El sustrato debe quedar al nivel de la abertura superior del cono (Coronado 2,000).

### **1.8.2 Riego**

El riego debe hacerse a diario usando gota fina, para evitar que caiga con fuerza, erosione el sustrato. Es importante mantener la humedad sin llegar al encharcamiento del suelo del cono. Si no se cuenta con riego de aspersión (micro aspersión), que sería lo más adecuado, puede utilizarse equipo aspersor manual con poca presión y gota fina (bomba aspersor manual) (Coronado 2,000).

### **1.8.3 Eliminación de malezas**

Se debe supervisar constantemente la aparición de malezas. Si estas se emergen, se puede escardar el sustrato, lo cual también ayuda a la aeración del suelo contenido en el tubete, en caso que se presente

compactación de la superficie del sustrato. Si los tubetes ha perdido sustrato, es necesario reponerlo, pero teniendo en cuenta que debe hacerse con suelo adecuado para reponer en los tubetes que lo necesiten, durante el tiempo que dure el vivero. Es necesario mantener los tubetes en forma vertical, para evitar la pérdida o erosión del suelo por consiguiente evitar también su reposición (calzado), disminuyendo la posibilidad de reinfestar el sustrato y la plantía.

#### **1.8.4 Sacado del pilón**

Para facilitar esta tarea, mantener el suelo del pilón con una buena humedad tomar un pedazo de madera rolliza de 2.0 cm de diámetro y 30 cm de largo, dar unos pequeños golpes en la abertura superior manteniendo el tubete en forma vertical, para aflojar el pilón. Posteriormente tomar la planta del tronco y halarla hacia afuera, si no cede, hacer presión alrededor del tubete con las dos manos, en forma de masaje. Otra forma es tomar el tubete invertido y golpear suavemente la orilla o abertura sobre la superficie plana, realizando para que los pequeñas golpes desprendan el pilón uniformemente.

#### **1.8.5 Ventajas del tubete**

- Aumenta la eficiencia de la mano de obra en las labores de llenado de los tubetes, siembra, riego y por estar concentrado en poco espacio en el vivero facilita su supervisión.
- Reduce la cantidad de insumos (fertilizantes, insecticidas, etc.).
- Reduce la contaminación en el campo, ya que no quedan residuos de bolsas plásticas en el suelo, además de que no se llevan plantas contaminadas con nematodos.
- El área necesaria para los viveros en tubetes es menor que para vivero en bolsa.

- La inversión en la compra de tubetes se ve justificada con la oportunidad de usarlo varias veces, en cambio la bolsa tradicional debe botarse.

## 2 Marco referencial

### 2.1 Lugar de realización del estudio

El experimento se llevo a cabo en la finca Santa Ana Mixpillá, Se localiza al noroeste con el municipio de San Miguel Panán, del departamento de Suchitepéquez, a 147.5 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 2.9 kilómetros del municipio de Chicacao en la figura uno se observa el croquis donde se ubico el experimento.

Según Roesch (1,996) se encuentra en la coordenadas 14°31'29" latitud norte y 91°20'45" longitud oeste. Con respecto al meridiano de Greenwich

### 2.2 Croquis del lugar de la investigación



**Figura 1. Ubicación geográfica del área experimental.**

Fuente: Google Earth (2,013).

### **2.3 Condiciones climáticas y edáficas**

Según De La Cruz (1,982). La finca se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido. Por ello se debe el ambiente tropical prevaleciente.

#### **Suelos**

Según Colindres (1,996) dentro de la finca se encuentran representadas las series de Cutzán y Panán. La serie Cutzán abarca un 35% del total de la finca, donde los suelos son desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, relieve ondulado a inclinado, drenaje interno bueno, el suelo superficial es de color café oscuro, textura franco arenosa fina, consistencia suelta a friable espesor aproximado de 10 a 20 cm, el subsuelo es de color café, consistencia friable, textura franco arenosa y un espesor aproximadamente de 20 a 50 cm.

La serie Panán abarca el resto del área, en donde el material madre de estos suelos es ceniza volcánica de color claro. Relieve suavemente inclinado, drenaje interno bueno, con una textura franco arenosa.

#### **Climatología**

Según Colindres (1,996) la precipitación pluvial media anual es de 3,245 mm. Que se distribuyen en 122 días al año, los meses de lluvia son de abril a noviembre, la temperatura media anual es de 24 °C en febrero y máxima durante el mes de abril de 26 °C con una humedad relativa de 70% y con vientos que vienen de Noreste a Sureste. La altitud va de los 320 a 430 metros sobre el nivel del mar.

Actualmente la finca cuenta con una estación meteorológica que procesa datos como velocidad del viento dirección, precipitación y entre otros datos.

#### **Hidrología**

Según Colindres (1,996) la finca cuenta con el río Mixpiyá que le recorre paralelo al lado este, un pequeño riachuelo que pasa por el área de almácigo y cuenta con siete nacimientos de agua distribuidos dentro de la finca. El

agua que se utiliza en el riego proviene del río Mixpiyá siendo un recurso bastante importante para la producción.

## **2.4 Investigaciones relacionadas**

### **2.4.1 Producción de plantas en entrenadores de raíz en la república de la India**

En el Instituto de Investigación del cultivo de *H. brasiliensis* de la India se ha desarrollado e implementado un método de reproducción en tubetes de polipropileno en lugar de bolsas de polietileno. Estos tubetes son llamados “**Root trainer**” tienen ciertas características específicas, como forma cónica, crestas verticales y orificio de drenaje en la parte inferior, son utilizados con el fin de darle un entrenamiento al sistema radicular, tienen una longitud de 26 cm con volumen de 600 cc. (**Karshakasree 2,010**).

La utilización exitosa de tubetes en el cultivo de *H. brasiliensis* ha inspirado para cambiar el punto de vista en las prácticas en los viveros. Se trata de una técnica de propagación sofisticada que tiene un gran potencial en la mejora de la calidad física del sistema radicular, reducir el tiempo y el costo para su reproducción. Teniendo en cuenta estos méritos, el Instituto de Investigación del *H. brasiliensis* de la India está realizando una serie de experimentos para implementar la reproducción en gran escala en cooperación con los agricultores y productores regionales (**Karshakasree 2,010**).

### **2.4.2 Propagación de plantas de *H. brasiliensis* en tubetes**

Los tubetes se rellenan con una mezcla uniforme de diferentes sustratos en lugar de tierra. El sustrato está constituido por fibra de coco, estiércol de vaca, harina de huesos, fosfatos, etc. Son acomodados en el suelo en filas cuádruples hasta el momento de la injertación al ser despatronados se traslada a estructuras que los suspenden del suelo (**Karshakasree 2,010**).

Las plantas se ponen a germinar en un semillero de un metro de ancho por un largo indefinido utilizando un cobertor, a los 28 días después de que las semillas germinaron se trasplantan en los tubetes este proceso continua hasta 60 días (Karshakasree 2,010).

Después de la siembra las plantas crecen por un tiempo de 4 a 5 meses, durante este periodo se espera que alcance un crecimiento adecuado para la unión de los tejidos (injertación) luego a las 3 o 4 semanas se elimina la planta central para dejar brotar la yema (despatronado) a partir de este momento se permite a los injertos que se desarrollen en los tubetes durante 3 a 4 meses lo que da un tiempo de 9 a 10 meses para obtener plantas listas para el campo definitivo (Karshakasree 2,010).



Figura 2. Plantas de *H. brasiliensis* producidas en entrenador de raíz (tubetes) con capacidad de 600 cc. (Fotografía tomada en la república de la India).

Fuente: Karshakasree 2,010.

#### 2.4.3 Méritos de los entrenadores de raíz o tubetes

- ✓ La capa superior del suelo no es utilizada para cargar los tubetes en cambio se utiliza un sustrato por lo tanto la nueva técnica conduce a la conservación del suelo
- ✓ En comparación con las bolsas de plástico, los tubetes son mucho más pequeños y por lo tanto el requisito del trabajo en el vivero y el

transporte es mucho menor que las plantas producidas en bolsa de polietileno.

- ✓ Tutores para las raíces podrían ser reutilizados por varios años y por lo tanto son más respetuosos con el medio ambiente.
- ✓ Posen una raíz principal central y un gran número de raíces laterales orientadas bien sin deformaciones o de crecimiento circular.
- ✓ La estructura y la forma de los tubetes causa la poda natural de la raíz evita su enrollamiento en el interior del tubete y limita su crecimiento temporalmente.
- ✓ El desarrollo natural del sistema de raíz sin enrollar en espiral se mantiene más o menos intacta, que asegura un mejor crecimiento y ayuda a las plantas a resistir los fuertes vientos y también les da mayor protección contra la sequia en los años iniciales.
- ✓ La penetración de las raíces es imposible en los entrenadores de raíces, por lo tanto no hay ruptura de las raíces como lo encontramos en las plantas de bolsas de polietileno cuando se extraen de fosos de vivero, esto también aumentara la tasa de supervivencia inicial.
- ✓ Un golpe suave en los lados de los tubetes es suficiente para facilitar la extracción fácil de la planta en el momento de la siembra, así que no hay golpes duros para el sistema radicular de las plantas, esto asegura un crecimiento mejor y más rápido en el trasplante al campo definitivo.
- ✓ Un estudio donde se midió el crecimiento a los tres meses de edad de plantas en campo definitivo provenientes de tubetes de polipropileno y bolsas de polietileno muestran un mejor crecimiento las plantas producidas en tubetes (**Karshakasree 2,010**).

#### **2.4.4 Plantas de *H. brasiliensis* en tubetes dispuestas al suelo**

En la figura tres se observa un almácigo al suelo donde los tubetes están dispuestos en filas triples y cuádruples las plántulas se extraen de un

semillero para ser trasplantadas directamente en los tubetes, en esta fase pasa un tiempo de 4 a 5 meses más el tiempo del semillero de 15 a 30 días, al momento del despatronado son trasladadas a estructuras que los suspenden del suelo ya injertadas.



**Figura 3. Plantas de *H. brasiliensis* en tubetes enterradas al suelo, fotografía tomada en la republica de la India.**

Fuente: Karshakasree (2,010).

#### **2.4.5 Injertación en plantas de *H. brasiliensis* dispuestas en tubetes enterrados al suelo**

En la figura cuatro se observa la injertación en los tubetes, la cual se lleva a cabo cuando están dispuestos en el suelo a una edad de 4 a 5 mese desde la germinación, para ello se utilizan yemas con una coloración verde de un tamaño similar al tallo de los patrones y pasan a estructuras para que no tengan contacto directo con el suelo hasta que estén listos para el campo definitivo.



**Figura 4.** Plantas de *H. brasiliensis* injertadas en tubetes en contacto con el suelo fotografía tomada en la republica de la India.

Fuente: Karshakasree (2,010).

#### **2.4.6 Plantas de *H. brasiliensis* en tubetes colocados en estructuras de Metal**

En la figura cinco se observan las plantas de *H. brasiliensis* injertadas y despatronadas dispuestas en estructuras de metal para permitir el desarrollo de las yema y su sistema radicular, debido a la disposición en el aire se promueve una poda natural del sistema radicular, en esta fase pasa por un tiempo de 3 a 4 meses dando un total de 9 a 10 meses desde que se ponen a germinar las semillas tiempo que es más corto comparado con la reproducción en bolsas.



**Figura 5.** Plantas de *H. brasiliensis* en tubetes dispuestas en estructuras metálicas con uno y dos pisos foliares, fotografía tomada en la republica de la India.

Fuente: Karshakasree (2,010).

#### 2.4.7 Transporte de plantas de *H. brasiliensis* producidas en tubetes

En la figura seis se observan varias plantas del cultivo de *H. brasiliensis* con una edad de 9 a 10 meses producidas bajo la tecnología de tubetes, el transporte es más fácil debido al menor peso que tiene cada planta comparada con la producción en bolsas de polietileno y el espacio que ocupa permitiendo transportar una cantidad mayor.

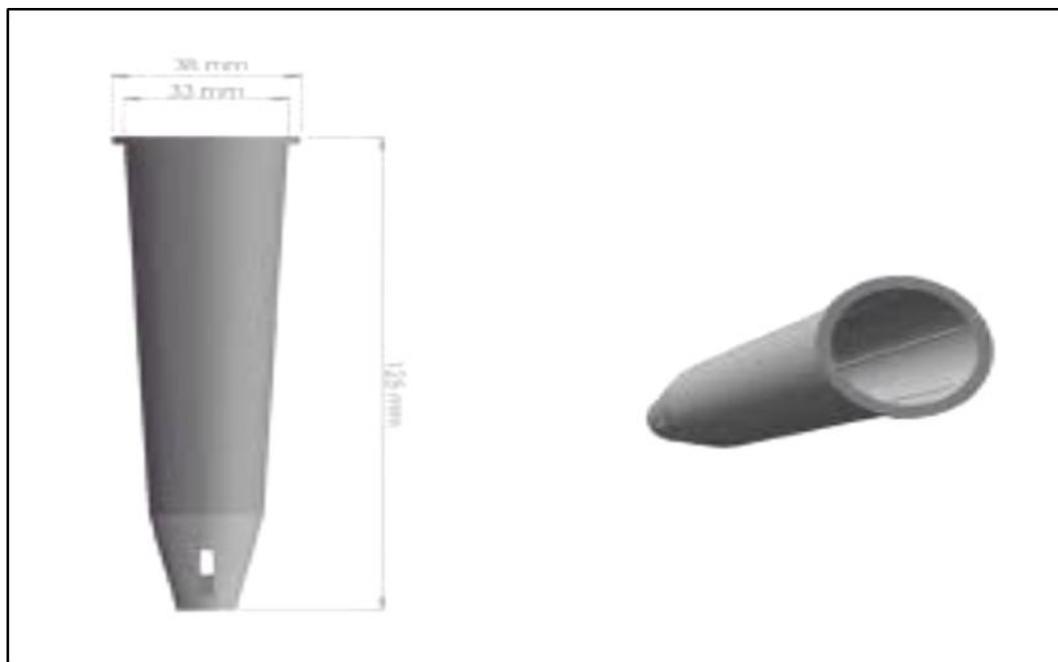


Figura 6. Plantas de *H. brasiliensis* en tubetes transportadas en camiones en estibas simple y doble, fotografía tomada en la republica de la India.

Fuente: Karshakasree (2,010).

#### 2.4.8 Tubetes utilizados para la producción de plantas forestales y frutales

Los tubetes son una nueva tecnología para la producción de plantas tanto forestales como frutales, entre sus características se resalta lo siguiente: mejor desarrollo radicular, facilitan el traslado, reutilización del tubete, mayor densidad de plantas por m<sup>2</sup>.



**Figura 7. Tubetes utilizados para plantas forestales y frutales en la multiplicación de almácigos.**

Fuente: Pérez (2,004).

## **2.5 Sustrato utilizado para la producción de plantas en tubetes:**

### **2.5.1 Arena blanca**

Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Su [pH](#) varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores.

### **2.5.2 Turba**

Es un material de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en

materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbias rubias tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un [pH](#) que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros

### **2.5.3 Fibra de coco**

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un [pH](#) ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m<sup>3</sup>. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

### **2.5.4 Fafard super-fine Germinating mix**

Proporcionan un buen desarrollo de las plantas en sus primeras fases su contenido es el siguiente.

- Canadian Sphagnum Peat Moss (65%), perlita y vermiculita.
- pH: 5.5 a 6.5

### **2.5.5 Perlita**

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m<sup>3</sup>. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una

elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su [pH](#) está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc.

### **2.5.6 Vermiculita**

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m<sup>3</sup>, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su [pH](#) es próximo a la neutralidad (7-7,2).

## V. OBJETIVOS

### 3. General

Evaluar el crecimiento en patrones de *H. brasiliensis* utilizando la tecnología de tubetes de polipropileno en tres sustratos comprado con la utilización de bolsas de polietileno.

### 4. Específicos

- Establecer que tratamiento presentó el mayor crecimiento al medir tres variables biométricas, diámetro, altura y biomasa de raíces.
- Determinar que tratamiento proporciona el mayor número de plantas aptas para la injertación.
- Realizar un análisis económico a cada uno de los tratamientos en estudio.

## **VI. HIPÓTESIS**

1. Existe diferencia significativa al medir el diámetro del tallo y la altura al meristemo apical entre los patrones producidos en tres sustratos usando la tecnología de tubetes y bolsas de polietileno.
2. Al menos un sustrato usando la tecnología de tubetes o bolsas de polietileno produce mayor biomasa radicular.
3. Por lo menos un tratamiento presenta un mayor número de plantas aptas para la injertación.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4. Materiales experimentales

#### 4.1 Tratamientos

Los tratamientos constaron de tres diferentes sustratos para la producción de patrones de *H. brasiliensis* del clon IAN 873 utilizando la tecnología de tubetes, comparado con un testigo relativo, donde se utilizó tierra en bolsas de polietileno.

**Cuadro 3. Porcentaje de materiales utilizados para la elaboración de los sustratos evaluados.**

Simbología	Tratamiento
T1	Germinating mix <sup>®</sup> 75% + Tierra 25%
T2	Fibra de coco 75% + Tierra negra 10% + Broza 10% + Arena blanca 5%
T3	Tierra 100%
T4	Testigo absoluto (bolsa con tierra)

Fuente: Autor (2,013).

#### 4.2 Descripción de los sustratos utilizados en la investigación

**Tratamiento uno Germinating mix<sup>®</sup>.** Este es un producto preparado utilizado para la germinación y enraizamiento de diversas plantas ampliamente utilizado en la horticultura, sus componentes son los siguientes Sphagnum peat (65%), perlita, vermiculita.

**Tratamiento dos, fibra de coco, tierra negra, broza y arena blanca.** La intención fue realizar un sustrato con recursos propios de la región que proporcione condiciones ideales para el buen desarrollo vegetativo y radicular, la fibra de coco se caracteriza por su alta retención de humedad, la broza aporta materia orgánica, la arena blanca tiene como objetivo aportar aeración y finalmente la tierra negra como aporte de nutrimentos y materia orgánica.

**Tratamiento tres.** Solamente se utilizó tierra en este caso la que comúnmente se utiliza para el llenado de las bolsas, con la intención de evaluar si no existe diferencia con los demás sustratos.

**Tratamiento cuatro.** Consistió en un testigo relativo realizando con la técnica utilizada en los almácigos de la finca Santa Ana Mixpillá y la región, para ello se utilizaron bolsas de polietileno de 15.24 x 46 centímetros, llenadas con tierra solamente.

### 4.3 Tamaño del tubete y bolsa

En la figura ocho se observa el tamaño de los tubetes utilizados en la investigación con las siguientes dimensiones 26.5 cm de altura un diámetro superior de 6.4 cm y un diámetro inferior de 3.2 cm, las bolsas de polietileno con un diámetro de 15.24 cm y una altura de 46 cm.



**Figura 8. Tubetes de polipropileno y bolsas de polietileno utilizando en la investigación con sus dimensiones.**

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro cuatro se observa el volumen que ocupa cada tratamiento en  $\text{cm}^3$  y el peso en kg por tubete o bolsa, se logró determinar que el tratamiento cuatro manejado en bolsas de polietileno utilizó una cantidad mayor de sustrato comparado con el resto de tratamientos donde se usó la tecnología de tubetes de la misma manera para el peso siendo las razones básicas del porque realizar la reproducción en tubetes de polipropileno y porque no es factible usar sustratos en lugar de tierra en las bolsas de polietileno.

**Cuadro 4. Volumen en  $\text{cm}^3$  de sustrato y peso en kg por cada tratamiento.**

Trat.	$\text{cm}^3/\text{tubete o bolsa}$	$\text{Kg}/\text{tubete o bolsa}$	Densidad aparente $\text{gr}\cdot\text{cm}^{-3}$
T1	400	0.20	0.500
T2	400	0.23	0.575
T3	400	0.34	0.850
T4	8,500	6.98	0.820

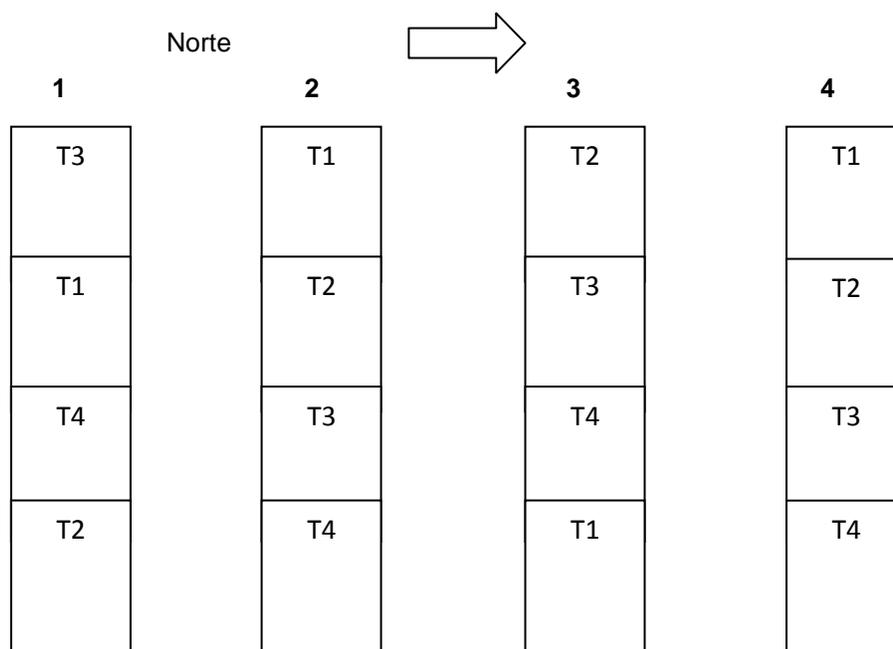
Fuente: Autor (2,013).

## 5. Análisis estadístico

### 5.1 Diseño experimental

El análisis estadístico que se utilizó fue el diseño completamente al azar con submuestreos según Cochran (1,965) este diseño se utiliza cuando las condiciones del sitio o lugar experimental son totalmente homogéneas.

Se evaluaron tres variables biométricas (diámetro, altura y biomasa de raíces) la tercera variable respuesta biomasa de raíces trae como consecuencia la destrucción del material experimental por lo tanto se tomaron dos plantas por unidad experimental dando como consecuencia dos submuestreos dentro de una unidad experimental. Según Cochran (1,965) para estos problemas la distribución de tratamientos es similar al diseño completamente al azar excepto que como se toman dos o más medidas por unidad experimental el análisis de varianza es distinto y el modelo estadístico, en la figura nueve se observa la distribución de los tratamientos en el campo definitivo.



**Figura 4. Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos.**

Fuente: Autor (2,013).

## 5.2 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = U + T_i + E_{ij} + n_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Biomasa de raíces en la k-ésima unidad muestreada de la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento de los sustratos.

$U$  = Media general de la biomasa de raíces de *H. brasiliensis*.

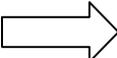
$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento de los sustratos.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la i-j-ésima unidad experimental.

$N_{ijk}$  = Error de muestreo dentro de la i-j-k-ésima unidad experimental.

## 5.3 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo comprendida por cincuenta plantas numeradas desde el uno al cincuenta con ello se logró llevar el registro de cada individuo ya que fue necesario realizar resiembras y volver a medir las variables biométricas en la figura diez se observa la disposición de cada planta por unidad experimental.

Norte 

No. Planta	*	*	No. Planta
1	*	*	26
2	*	*	27
3	*	*	28
4	*	*	29
5	*	*	30
6	*	*	31
7	*	*	32
8	*	*	33
9	*	*	34
10	*	*	35
11	*	*	36
12	*	*	37
13	*	*	38
14	*	*	39
15	*	*	40
16	*	*	41
17	*	*	42
18	*	*	43
19	*	*	44
20	*	*	45
21	*	*	46
22	*	*	47
23	*	*	48
24	*	*	49
25	*	*	50

**Figura 10. Croquis de campo por unidad experimental identificando cada planta de la unidad experimental.**

Fuente: Autor (2,013).

#### **5.4 Variable respuesta**

Según Nájera (2,010) hay dos variables que indican el momento cuando una planta de *H. brasiliensis* está lista para la injertación siendo la altura y diámetro, por lo tanto cuando se quiere estudiar el desarrollo de patrones de hule es necesario medir ambas variables motivo por el cual se incluyeron en la investigación.

Según Karshakasree (2,010) la reproducción de plantas de *H. brasiliensis* en tubetes comparada con el método que utiliza bolsas de polietileno da como resultado un mayor crecimiento radicular por lo tanto también se incluyo como una variable respuesta, además se tomo el porcentaje de plantas injertadas por tratamiento y los costos que implica cada tratamiento.

#### 5.4.1 Diámetro

Según Nájera (2,010) indica que la injertación se hace a 5 cm de altura medido desde el suelo por lo tanto fue donde se llevaron las mediciones para determinar el diámetro del tallo en los patrones, se conto con un vernier calibrado en milímetros con dos decimales de precisión lo cual hizo posible detectar diferencias mínimas con mayor claridad, la primera medición se realizó al día siguiente del trasplante y la última medición se tomo al momento de la injertación en el cuadro cinco se observa la fecha en que se ejecuto la medición.

#### 5.4.2 Altura

Para la altura se midió desde la base de la planta sobre el sustrato hasta el meristemo apical del tallo la primera medición se realizó un día después del trasplante y por último el día en que se realizó la injertación en el cuadro cinco se observan las mediciones.

**Cuadro 5. Calendarización de la medición de las variables biométricas, diámetro del tallo y altura de las plantas, en patrones de *H. brasiliensis*.**

Variable	Número de datos	
	1	2
<b>Diámetro</b>	19 de febrero 2,013	14 de agosto 2,013
<b>Altura</b>	20 de febrero 2,013	20 de agosto 2,013

Fuente: Autor (2,013).

### **5.4.3 Biomasa de raíces**

Esta variable provocó la destrucción de las plantas en su totalidad por lo tanto se optó por realizar submuestreos por lo que el análisis de varianza fue distinto que las dos primeras variables biométricas, se extrajo toda la tierra con la ayuda de una piseta con agua teniendo cuidado de no perder las raíces más pequeñas, se utilizó una pesa analítica con tres decimales de precisión en gramos, se tomó al final de la investigación un día después de la injertación.

### **5.4.4 Porcentaje de plantas injertadas**

Según Palencia (2,00) para poder realizar la labor de injertación se debe contar por lo menos con un 70% del total de los patrones con las condiciones necesarias para la injertación, además indica que es necesario realizar una reinjertación para poder aprovechar aquellos patrones que no tienen las condiciones necesarias y en aquellos que no se logró pegar con éxito la yema injertada, se sacó el porcentaje de plantas injertadas el día siguiente que se realizó.

### **5.4.5 Costos de producción**

Según Situn (1,996) se hace necesario evaluar los costos que implica la utilización de nuevas tecnologías ya que aunque sean muy buenas pueden resultar poco rentables por los altos costos de producción que implican su adopción, por lo tanto se sacó el costo en que incurre cada tratamiento para ello se contó con un almácigo a nivel comercial en tubetes y otro a nivel comercial en bolsas de polietileno, para el caso de los tratamientos trabajados en tubetes solo difiere en el precio del sustrato utilizado en cada tratamiento.

### **5.5 Análisis de varianza para las variables experimentales**

Para el diámetro y altura se aplicó un análisis de varianza ANDEVA en este caso obedece a un diseño completamente al azar, por lo tanto se utilizaron las formulas que corresponden al diseño.

Para la biomasa de raíces se aplicó de la misma manera un análisis de varianza ANDEVA con la diferencia que las formulas cambia ya que se aplicó un submuestreo y se tuvo que calcular el error que implica.

### **5.6 Comparación múltiple de medias**

La prueba de medias de Tukey se aplicó para las variables biométricas diámetro, altura y biomasa de raíces.

### **5.7 Análisis de costos**

Se sacaron los costos que implica la reproducción en cada tratamiento para una cantidad de 10,000 plantas, con ello se calculó el costo que implica la producción de patrones de *H. brasiliensis* antes de la injertación.

## **6. Manejo del experimento**

### **6.1 Preparación de sustratos**

En el caso del tratamiento uno donde solo se utilizó como sustrato Germinating mix<sup>®</sup> no fue necesario preparar el sustrato ya venía listo para ser utilizado, el tratamiento tres y cuatro donde se utilizó tierra no necesito ninguna preparación previa más que solo la extracción con herramientas agrícolas, para el caso del tratamiento dos donde se utilizó fibra de coco, tierra negra, broza y arena blanca fue necesario realizar la mezcla para agregar los componentes en el porcentaje deseado previamente tamizado, en la figura once se observa la elaboración del sustrato.



**Figura 11. Tamizado y mezclado de materiales para la elaboración del sustrato utilizando en el tratamiento dos.**

Fuente: Autor (2,013).

## **6.2 Llenado de tubetes y bolsas**

Los tubetes tienen una capacidad de 400 cc. los primeros 100 cc. se llenaron con tierra correspondiente al 25% el resto se completo con el sustrato que le correspondía a cada tratamiento con ello se evita que la fibra de coco y el Germinating mix<sup>®</sup> se pierdan en el área de drenaje de los tubetes, para las bolsas se utilizó solamente tierra en la figura 12 se observa el llenado de los tubetes.

Se tiene calculado que un jornal llena 300 bolsas de un volumen de 8,500 cc. en los tubetes se tiene la ventaja de que el llenado es más rápido en promedio se llenan de 900 a 1000 tubetes por jornal con una capacidad de 400 cc.

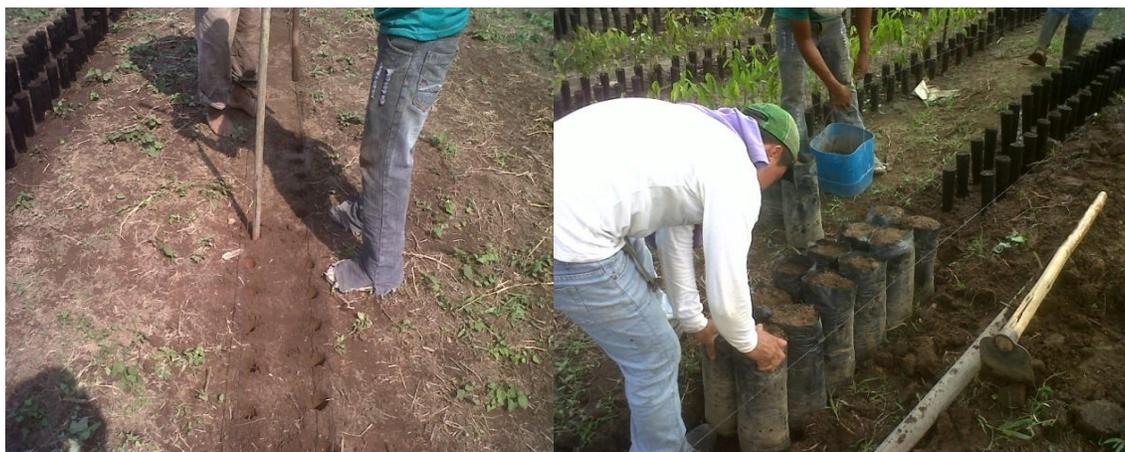


**Figura 12. Llenado de tubetes con sustrato previo a ser colocados al suelo semienterrados.**

Fuente: Autor (2,013).

### **6.3 Acomodo de tubetes en el suelo y bolsas**

La producción de plantas en tubetes tiene dos fases una en el suelo y otra en estructuras que los suspende del suelo, para el acomodo en el suelo se realizaron agujeros con estacas donde se fueron colocando dejando un distanciamiento de 0.1 m entre planta y 0.2 m entre surco dobles en las calles se dejo 1 metro, para las bolsas se realizó como normalmente se hace a nivel comercial en doble surco dejando un distanciamiento entre surcos de 1 metro. En la figura 13 se aprecia la colocación de los tubetes y bolsas en el suelo.



**Figura 13. Acomodo de tubetes y bolsas al suelo en el área donde se llevo a cado la investigación.**

Fuente: Autor (2,013).

#### **6.4 Trasplante**

Las semillas se colocaron en camas germinativas de un metro de ancho por diez metros de largo, luego a los 30 días se procedió a realizar el trasplante hacia los tubetes y bolsas distribuyéndolos en cada tratamiento en la figura 14 se observa el trasplante y la distribución de los tratamientos.



**Figura 14. Trasplante de plantas de hule del clon IAN 873 del semillero hacia tubetes y bolsas.**

Fuente: Autor (2,013).

## **6.5 Riego**

La falta de humedad fue uno de los factores que influyó para que el crecimiento fuera más lento ya que la investigación se estableció en el mes de febrero fechas donde las lluvias son pocas o nulas, en la finca Santa Ana Mixpillá se manejan dos tipos de riego por gravedad y por aspersión con bombas de gasolina la frecuencia de riego es de cada tres días en bolsas de polietileno, los tubetes se manejaron con una frecuencia de cada dos días para garantizar que tuvieran siempre humedad, los riegos fueron necesarios hasta el mes de mayo. Se realizaron en total 35 riegos todos por aspersión por medio de equipo móvil de riego.

## **6.6 Fertilización**

La fertilización se realiza en forma calendarizada en los almácigos de la finca Santa Ana Mixpillá consistentes en la aplicación de 5 gramos por plantas de triple quince cada quince días y veinte o quince días antes de la injertación se aplican 5 gramos por planta de urea, la aplicación de fertilizantes foliares se realizaron cada 15 días utilizando diferentes productos (Bayfolan, MaxiGrow y Humitas) en el cuadro siete se observan las aplicaciones por fecha, dosis y productos aplicado, debido a que en los tubetes se tiene un menor volumen de sustrato comparado con las bolsas de polietileno se redujo la dosis a un gramo por planta con una frecuencia de 8 días, durante los tres primeros meses luego se aumentó a dos gramos por planta en el cuadro seis se observan las aplicaciones efectuadas por fecha dosis y tipo de fertilizante, la fertilización foliar se realizó con una frecuencia de 15 días en una mezcla con los fungicidas foliares en el cuadro ocho se observan las aplicaciones.

**Cuadro 6. Calendario de fertilización diluida al suelo ejecutada en la investigación, por fecha, dosis y tipo de fertilizante.**

Fecha	Dosis en gr.	Dosis en kg/ha.	Fertilizante
06/04/2013	0.1 gramo/planta	6,660	12-60-0+EM (solu feed)
18/04/2013	2 gramos/planta	133,200	20-20-0 químico
02/05/2013	1 gramos/planta	66,600	20-20-0 químico
	0.1 gramos/planta	6,660	Plantox – 1000
17/05/2013	1 gramos/planta	66.600	24-5-5+2+TE (Novatec)
	0.1 gramos/planta	6,660	Plantox – 1000
	0.1 gramos/planta	6.660	12-60-0+EM (solu feed)
30/05/2013	1 gramos/planta	66,600	24-5-5+2+TE (Novatec)
	0.1 gramos/planta	6,660	Plantox – 1000
	0.1 gramos/planta	6,660	12-60-0+EM (solu feed)
06/06/2013	1 gramos/planta	66,600	24-5-5+2+TE (Novatec)
	0.1 gramos/planta	6,660	12-60-0+EM (solu feed)
13/06/2013	2 gramos/planta	133,200	12-8-16+3+EM (Blauckor)
	0.1 gramos/planta	6.660	12-60-0+EM (solu feed)
21/06/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
27/06/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
04/07/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
11/07/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
18/07/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
26/07/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
01/08/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
08/08/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)
09/08/2013	2 gramos/planta	133,200	12-60-0+3+EM (Blauckor)

Fuente: Autor (2,013).

En la finca Santa Ana Mixpillá la fertilizante granular se hace utilizando una mediada (tapadera de refresco en botella) con la cual se incorpora directamente el fertilizante en las bolsas, en los tubetes no se realizó de la misma manera debido a que el volumen del sustrato que contiene es menor comparado con las bolsas de polietileno, por lo tanto se llevo a cabo utilizando una bomba de mochila dosificadora donde se diluyo el fertilizante en las dosis que correspondía según la fecha de aplicación en el cuadro siete se observan las dosis por planta, la cantidad de solución que se aplico por planta fue de 50 cc. en la figura quince se observa la utilización de las bombas de mochila para la fertilización.



**Figura 15. Aplicación de fertilizante al suelo con bombas de mochila en tubetes semienterrados.**

Fuente: Autor (2,013).

## **6.7 Control de malezas**

para el control de malezas se realizaron dos limpiezas manuales cuando las plantas tenían un tamaño pequeño los demás controlados fueron químicos por medio de herbicidas (Glifosato y Paraquat), fue necesario realizar dos aplicaciones durante todo el tiempo que duro la investigación.

## **6.8 Control de enfermedades**

Según Palencia (2,000) la enfermedad conocida como mancha suramericana de la hoja *Mycrocyclus ulei* es la que causa las mayores pérdidas en los almácigos de *H. brasiliensis* reportándose como la enfermedad de mayor importancia, para el control de las enfermedades del follaje se utilizaron diferentes fungicidas aplicados según la severidad con que se manifestaban

en el cuadro siete se observan las aplicaciones por fecha, dosis y producto utilizado.

**Cuadro 7. Productos aplicados para el control de enfermedades fungosas del follaje por fecha, dosis y productos utilizados en la investigación.**

Fecha	Dosis por litro de agua	Productos
25/03/2013	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	8 cc.	Derosal (Carbendazim)
	2.5cc.	Maxi-Grow Excel (0.5-1-1)
09/04/2013	0.3 cc.	Weter (Adherente)
	2.5 cc.	Maxi-Grow Excel (0.5-1-1)
	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	0.83 cc.	Altas (Tebuconazole)
	3 gramos	Polygram (Metrian)
24/04/2013	0.3 cc.	Weter (Adherente)
	2.5 cc.	Maxi-Grow Excel (0.5-1-1)
	0.83 cc.	Altas (Tebuconazole)
07/05/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
24/05/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
01/06/2013	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
08/06/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
28/06/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
20/07/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
06/07/2013	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)
20/07/2013	2.5 cc.	Bayfolan (fertilizante foliar)
	5 gramos	Mancozeb (Mancozeb)
	0.5 cc.	Bayfidan (Triadimenol)

Fuente: Autor (2,013).

### **6.9 Injertación de patrones**

Debido a que en promedio la plantación tenía un diámetro de 0.8 cm se utilizaron varetas que tuvieron un diámetro similar a los patrones, se injertó en conjunto con un almácigo comercial en tubetes para la investigación se utilizó solo un injertador, se logró cuantificar la cantidad de plantas que se injertaron por unidad experimental.

## VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6. Diámetro del tallo a cinco centímetros de altura

Cuadro 8. Diámetro del tallo por tratamiento y repetición en cinco submuestreos como resultado de una variable biométrica evaluada.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
R1	8.45	8.29	8.5	10.54
	9.12	8.98	8.12	10.34
	8.76	8.35	8.56	10.12
	7.98	8.15	7.89	9.87
	7.98	7.89	8.05	9.99
Yi1	<b>42.29</b>	<b>41.66</b>	<b>41.12</b>	<b>50.86</b>
R2	8.79	8.65	7.45	9.89
	8.65	8.76	8.65	10.32
	8.14	9.12	7.98	10.23
	8.25	7.67	8.13	9.56
	9.56	8.12	8.34	9.98
Yi2	<b>43.39</b>	<b>42.32</b>	<b>40.55</b>	<b>49.98</b>
R3	9.34	7.89	8.98	9.78
	7.65	8.65	7.89	9.87
	8.45	8.45	9.23	9.97
	8.34	9.45	8.23	10.34
	8.26	8.24	8.23	9.87
Yi3	<b>42.04</b>	<b>42.68</b>	<b>42.56</b>	<b>49.83</b>
R4	7.89	8.34	8.98	10
	8.12	8.21	8.32	10.34
	8.16	9.56	9.45	9.67
	7.89	7.89	9.45	9.87
	9.32	8.78	7.89	9.89
Yi4	<b>41.38</b>	<b>42.78</b>	<b>44.09</b>	<b>49.77</b>
Yi..	<b>169.1</b>	<b>169.44</b>	<b>168.32</b>	<b>200.44</b>
Promedio	<b>8.455</b>	<b>8.472</b>	<b>8.416</b>	<b>10.022</b>

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro ocho se observan los tratamientos por repetición que se utilizaron para el análisis de varianza, para el diámetro del tallo medido a cinco centímetros de altura, en plantas de *H. brasiliensis* con los cuales se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable respuesta diámetro a cinco centímetros de altura en plantas de *H. brasiliensis*.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	37.21085500	18.338691	78.277076	**
ERROR	12	2.235300000	0.1862750	0.7656811	NS
ERROR DE MUESTREO	64	15.57000000	0.2432800		
TOTAL	79	55.01607500			
C.V. =	16.2783%			CM <sub>manc</sub> = 0.234279	

Fuente: Autor (2,013).

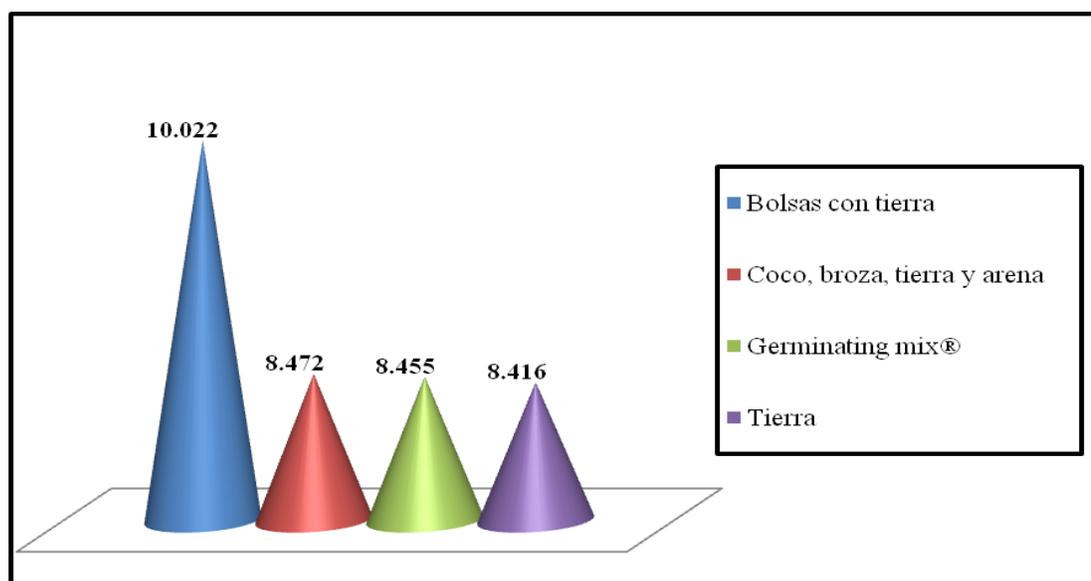
La hipótesis uno que indica que al menos existe un tratamiento con diferencia significativa en el crecimiento del diámetro, se acepta debido a que el análisis de varianza que se observa en el cuadro 9 demuestra diferencia significativa entre los tratamientos por lo tanto se realizó una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para determinar que tratamiento obtuvo el mayor crecimiento dimétrico, además el coeficiente de variación dio un valor de 16% lo que indica un buen manejo y aplicación del diseño experimental.

**Cuadro 10. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta diámetro en milímetros medido a cinco centímetros de altura.**

TRATAMIENTO	MEDIA
Bolsas con tierra	10.022 A
Fibra de coco, broza, tierra y arena	8.4720 B
Germinating mix®	8.4550 B
Tierra	8.4160 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Fuente: Autor (2,013).



**Figura 16. Resultado de la variable biométrica diámetro en milímetros por tratamiento en patrones de *H. brasiliensis*.**

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro 10 y figura 16 se observan los diámetros de las plantas de *H. brasiliensis* medido a cinco centímetros de altura, el tratamiento cuatro donde se utilizó tierra como sustrato en bolsas de polietileno fue el que presentó el

mayor diámetro, seguido del tratamiento dos manejado en tubetes usando una mezcla de coco, broza, tierra y arena como sustrato en tercer lugar se encuentra el tratamiento uno que utilizó Germinating mix<sup>®</sup> en tubetes y el tratamiento tres que utilizó tierra como sustrato en tubetes presento el menor diámetro, sin embargo el resultado de la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia clasifica a los tratamientos en dos grupos todos los sustratos manejados en tubetes dieron el mismo diámetro y en el segundo grupo se encuentra el tratamiento cuatro donde se utilizó solo tierra en bolsas de polietileno.

Según Palencia (2,000) para la injertación es necesario que las plantas tengan un diámetro de 1 a 1.5 cm los patrones establecidos en bolsas de polietileno donde se utilizó tierra como sustrato alcanzaron un diámetro de 1.06 cm como valor promedio en un tiempo de 5 meses con 26 días, mientras que los patrones establecidos en tubetes independientemente del sustrato utilizado alcanzaron un diámetro de 8.55 cm en el mismo tiempo, el almácigo fue establecido en el mes de febrero donde las lluvias son pocas o casi nulas dando como resultado un crecimiento más lento de lo normal.

El desarrollo de los patrones no fue el esperado tanto para las bolsas como para los tubetes, sin embargo las plantas de *H. brasiliensis* manejadas en bolsas de polietileno con un capacidad de 8,500 cc. desarrollaron más rápido uno de los factores que más influyo fue el espacio o capacidad que tenían las bolsas comparadas con los tubetes 400 cc. estos no permitían que el fertilizante tuviera más espacio para ser retenido por el sustrato, sin embargo se logró alcanzar el diámetro requerido para la injertación en los tubetes aunque en un mayor tiempo, por lo tanto es aconsejable poder evaluar la reproducción de patrones con tubetes de mayor capacidad encaminado a buscar el tamaño optimo.

## 7. Altura del tallo medido al meristemo apical

**Cuadro 11. Altura del tallo en centímetros al meristemo apical por tratamiento y repetición en cinco submuestreos como resultado de una variable biométrica evaluada.**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
R1	68.4	71.4	69.7	90.1
	75.3	70.2	69.4	94.5
	67.3	68.9	70.1	89.7
	70.2	73.2	71.2	92.5
	70.2	76.5	70.2	99.1
<b>Yi1</b>	<b>351.4</b>	<b>360.2</b>	<b>350.6</b>	<b>465.9</b>
R2	68.2	69.4	68.3	90.6
	70.3	72.3	69.5	92.3
	71.2	65.3	70.2	91.5
	68.8	70.2	73.2	89.3
	73.4	70.1	70.4	90.3
<b>Yi2</b>	<b>351.9</b>	<b>347.3</b>	<b>351.6</b>	<b>454.0</b>
R3	70.1	69.5	70.3	90.1
	71.3	70.6	66.7	88.9
	73.2	70.3	68.5	90.2
	68.5	71.4	73.5	98.7
	69.4	73.1	70.4	88.7
<b>Yi3</b>	<b>352.5</b>	<b>354.9</b>	<b>349.4</b>	<b>456.6</b>
R4	72.3	70.4	71.2	90.3
	71.2	71.3	68.4	90.8
	70.3	69.4	68.7	92.3
	68.5	67.4	69.5	92.6
	72.4	72.3	72.3	89.4
<b>Yi4</b>	<b>354.7</b>	<b>350.8</b>	<b>350.1</b>	<b>455.4</b>
<b>Yi..</b>	<b>1410.5</b>	<b>1413.2</b>	<b>1401.7</b>	<b>1831.9</b>
<b>Promedio</b>	<b>70.5</b>	<b>70.7</b>	<b>70.1</b>	<b>91.6</b>

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro 11 se observan los resultados por tratamiento y repetición para la variable respuesta altura del tallo medido al meristemo apical en centímetros para plantas de *H. brasiliensis* con las cuales se realizó un análisis de varianza para observar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la altura del tallo medido hasta el meristemo apical en plantas de *H. brasiliensis*.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	6726.475570	2372.9285	459.69402	**
ERROR	12	37.54517500	3.1287645	0.5644328	NS
ERROR DE MUESTREO	64	354.7600000	5.5432006		
TOTAL	79	7118.785590			
C.V. = 26.1103%				CM <sub>manc</sub> =	
5.161973					

Fuente: Autor (2,013).

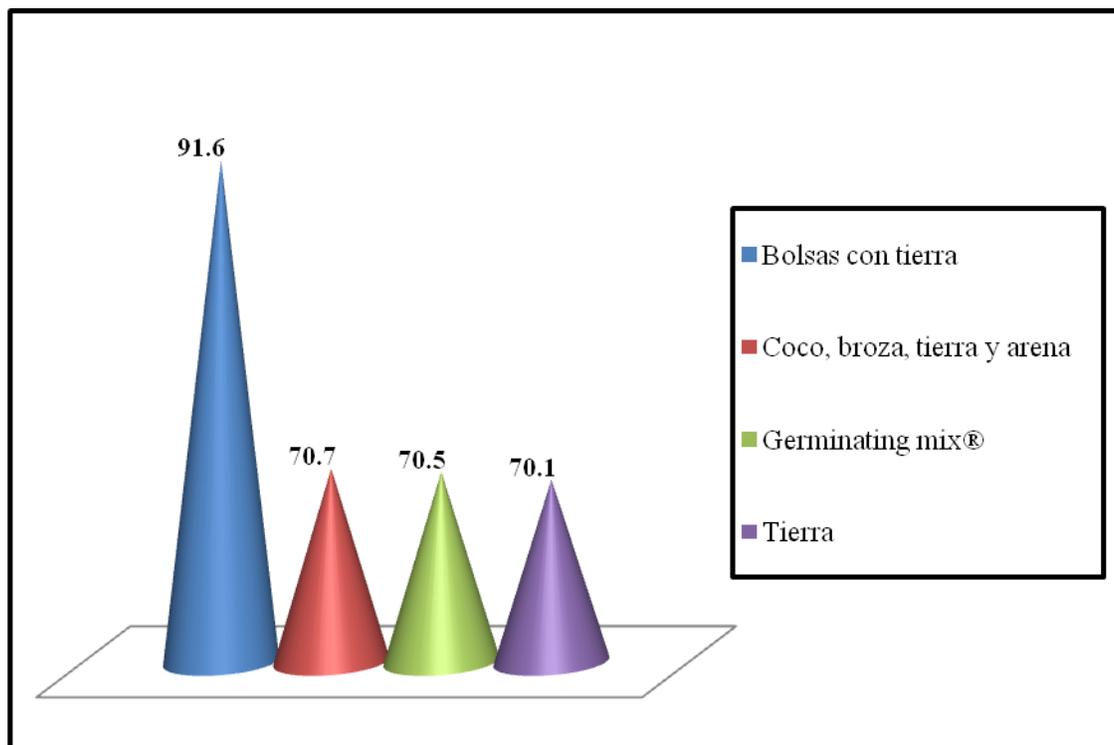
La hipótesis que supone que al menos un tratamiento presenta diferencia significativa se acepta, debido a que el análisis de varianza que se observa en el cuadro 12 enmarca diferencia significativa entre los tratamientos evaluados al medir la altura del tallo al meristemo apical en centímetros, justificándose una prueba de medias de Tukey al 5% para determinar estadísticamente que tratamientos presentaron el mayor crecimiento, además el coeficiente de variación presentó un valor del 26% lo que indica un buen manejo del experimento.

**Cuadro 13. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta diámetro en milímetros medido a cinco centímetros de altura.**

TRATAMIENTO	MEDIA
Bolsas con tierra	91.600 A
Fibra de coco, broza, tierra y arena	70.700 B
Germinating mix®	70.500 B
Tierra	70.100 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Fuente: Autor (2,013).



**Figura 17. Altura del tallo en centímetros hasta el meristemo apical en plantas de *H. brasiliensis* por tratamiento.**

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro 13 y figura 17 se observa que el tratamiento cuatro donde se utilizó como sustrato tierra en bolsas de polietileno obtuvo la mayor altura del tallo hasta el meristemo apical, seguido del tratamiento dos donde se utilizó como sustrato coco, broza, tierra, y arena mezclados en tubetes, en tercer lugar se encuentra el tratamiento tres el cual presentó el menor crecimiento donde se utilizó tierra como sustrato en tubetes, la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia dio como resultado dos grupos el tratamiento manejado en bolsas de polietileno fue el que presentó la mayor altura y los que utilizaron la tecnología de los tubetes en tres sustratos diferentes tuvieron la misma altura.

La altura es un parámetro biométrico indirecto para establecer si los patrones han alcanzado el crecimiento apropiado para la injertación según Palencia (2,000) cuando las plantas tienen una altura de 1 a 1.25 metros están listas para la injertación en la investigación las plantas trabajadas en bolsas de polietileno usando como sustrato tierra alcanzaron una altura de 91.81 cm mientras que los patrones establecidos en tubetes independientemente del sustrato utilizado alcanzaron una altura de 70.22 ambos por abajo del parámetro requerido, lo que indica que se tiene un crecimiento más lento en los patrones producidos en tubetes de 400 cc. de capacidad comparado con las bolsas de polietileno por lo cual conviene utilizar las bolsas de polietileno para la reproducción de patrones, sin embargo no se debe descartar la tecnología de tubetes si no que buscar mediante la investigación las dimensiones más adecuadas que permiten alcanzar el crecimiento necesario para la injertación en un tiempo similar o menor que las plantas reproducidas en bolsas de polietileno.



**Figura 18. Comparación del crecimiento vegetativo en los diferentes tratamientos.**

Fuente: Autor (2,013).

## 8. Biomasa de raíces

**Cuadro 14. Biomasa de raíces en gramos por tratamiento y repetición con dos submuestras.**

Tratamiento	R1		R2		R3		R4	
Submuestreo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	23.54	25.76	26.78	25.34	26.76	24.65	25.96	25.78
2	19.54	20.14	20.65	22.45	21.32	20.98	29.87	21.43
3	16.34	16.35	15.47	15.61	16.59	16.34	16.45	16.89
4	17.34	16.31	16.54	16.43	16.45	16.23	16.54	18.34

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro 14 se presentan los resultados de la variable biomasa de raíces en gramos, por tratamiento, repetición y submuestreo, con los cuales se realizó el análisis de varianza para determinar estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable repuesta biomasa de raíces en gramos en planta de *H. brasiliensis*.**

FV	GL	SC	CM	F	
P>F					
TRATAMIENTOS	3	448.2799090	149.42663	50.886620	**
ERROR	12	8.478937500	0.7065781	0.1533080	
NS					
ERROR DE MUESTREO	16	73.74000000	4.6088750		
TOTAL	31	530.5000000			
C.V. = 38.461%					
				CM <sub>manc</sub> =	
2.936460					

---

Fuente: Autor (2,013).

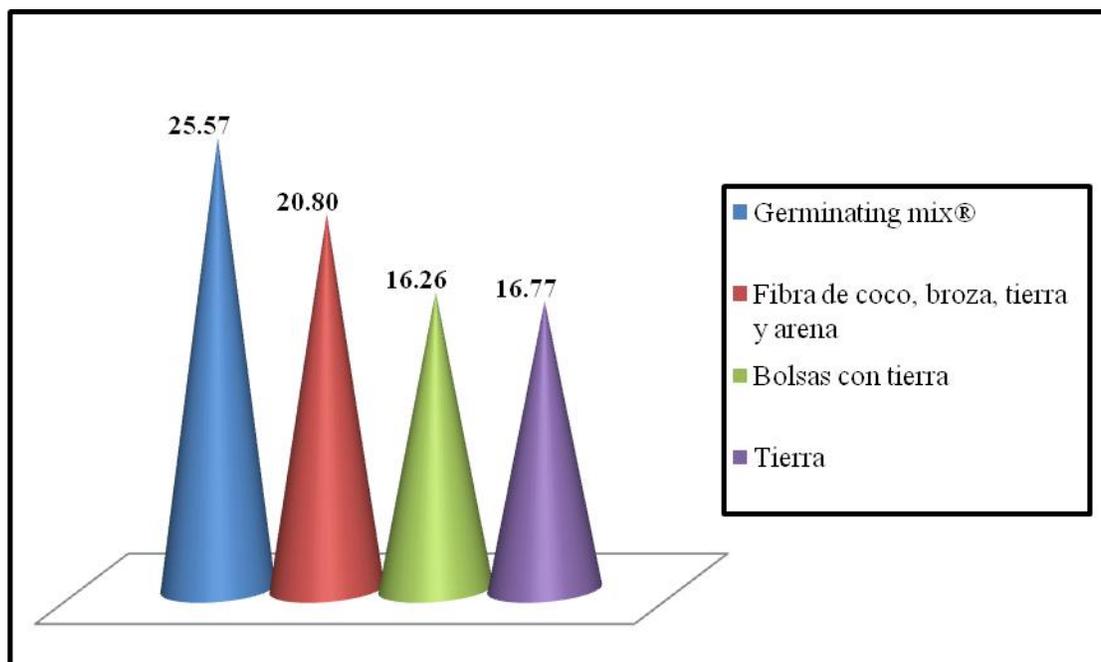
La hipótesis dos que indica que al menos un tratamiento produce un mayor crecimiento radicular en las plantas de *H. brasiliensis* se acepta debido a que el análisis de varianza presentado en el cuadro 15 demuestra que existió diferencia significativa en la biomasa de raíces, procediendo a realizar la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, además el coeficiente de variación dio un valor de 38.45%.

**Cuadro 16. Resultado de la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia para la variable respuesta biomasa de raíces en gramos.**

TRATAMIENTO	MEDIA
Germinating mix®	25.570 A
Fibra de coco, broza, tierra y arena	21.250 B
Bolsas con tierra	16.830 B
Tierra	16.300 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Fuente: Autor (2,013).



**Figura 19. Biomasa de raíces en gramos por tratamiento.**

Fuente: Autor (2,013).

En el cuadro 16 y figura 29 se observa el resultado de la prueba de medias de Tukey al 5% agrupando los resultados en tres estratos distintos el tratamiento uno que utilizó Germinating mix<sup>®</sup> como sustrato en tubetes presentó la mayor biomasa de raíces, en segundo lugar está el tratamiento cuatro manejado en tubetes donde se usó como sustrato una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca, en tercer lugar se encuentran los tratamientos cuatro y tres donde se utilizaron bolsas de polietileno y tubetes usando en ambos tierra como sustrato en la figura 20 se observa el sistema radicular de las plantas manejadas en tubetes.

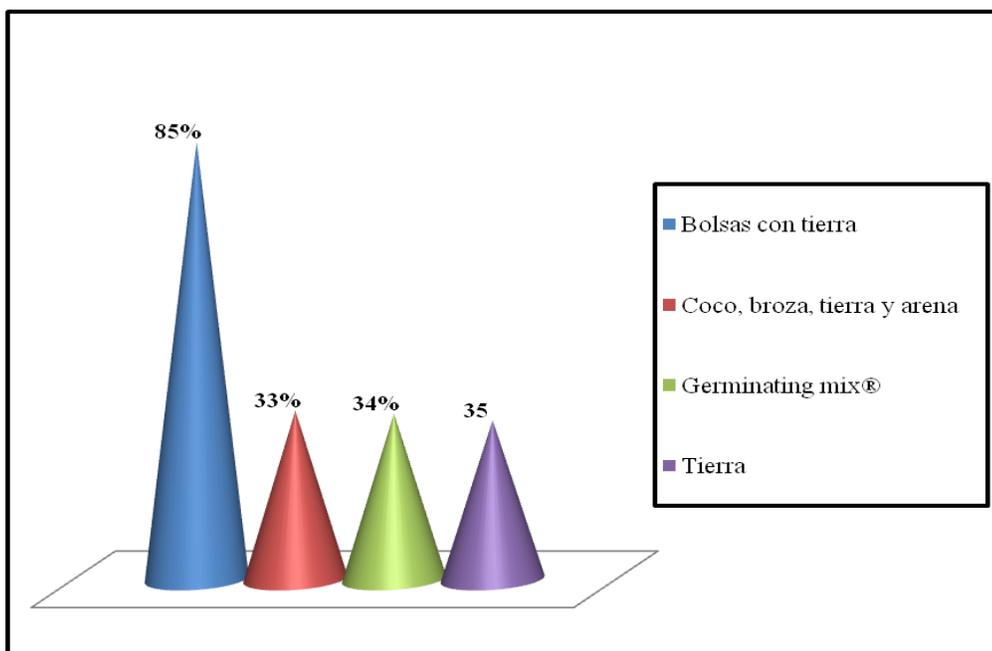
Existió la tendencia a aumentarse la biomasa radicular cuando se usó un sustrato con una densidad aparente más baja, cuando se usó Germinating mix<sup>®</sup> la biomasa radicular fue mayor sin embargo el precio del sustrato hace que no sea una opción para la producción de plantas de *H. brasiliensis*, el segundo mejor crecimiento radicular se obtuvo con la mezcla de coco, broza, tierra y arena blanca, siendo el tratamiento más adecuado debido al precio accesible que presenta y el tratamiento tres donde se usó tierra presentó un menor desarrollo radicular, además de tener el inconveniente de no permitir la extracción del pilón sí que se destruya, hay que resaltar que se obtuvo un mayor desarrollo radicular cuando se utilizó la tecnología de los tubetes comparado con las bolsas de polietileno demostrándose una de las ventajas que se remarcan en el uso de los tubetes.



**Figura 20. Sistema radicular de plantas de *H. brasiliensis* manejadas en tubetes de polipropileno.**

Fuente: Autor (2,013).

## 9. Porcentaje de plantas injertadas:



**Figura 21. Número de plantas aptas para la injertación en porcentaje por tratamiento.**

Fuente: Autor (2,013).

En la figura 21 se observa el porcentaje de plantas que se injertaron, el tratamiento cuatro donde se utilizó tierra como sustrato en bolsas de polietileno fue el que presentó el mayor número de plantas disponibles para la injertación con un 85% mientras que el resto de los tratamientos manejados en tubetes de polipropileno en diferentes sustratos presentaron un 35% de plantas aptas para la injertación si una diferencias significativa entre ambos, según Palencia (2,000) cuando el 70% de las plantas han alcanzado el crecimiento necesario para la injertación se puede llevar a cabo y al mes se puede realizar una reinjertación, solo el tratamiento cuatro logró alcanzar el 70% de plantas disponibles para la injertación mientras que los demás tratamientos están por debajo, reflejando que para alcanzar los parámetros mínimos para la injertación se requiere mayor tiempo cuando se usan tubetes de polipropileno con una capacidad de 400 cc. comparado con la bolsas de polietileno de una capacidad de 8,500 cc. dejando demostrado

que es más conveniente utilizar las bolsas de polietileno para la reproducción de plantas de *H. brasiliensis*.

## 10. Análisis económico

Se llevó a cabo un registro de los productos utilizados y las labores para la producción de plantas de *H. brasiliensis* en la fase de producción de patrones, encontrando que cuando utilizamos la tecnología de tubetes existió una disminución de la mano de obra, cantidad de fertilizantes y el área utilizada fue menor, sin embargo tienden a aumentar los costos debido al uso de sustratos y la depreciación de los tubetes es mayor comparada con el precio de las bolsas en los anexos se observan en los cuadros 17, 18, 19 y 20 el detalle de los costos de producción, el tratamiento uno donde se utilizó como sustrato Germinating mix<sup>®</sup> en tubetes tiene un costo de Q 3.98 donde se utilizó tierra en bolsas de polietileno presentó un costo de Q 3.97 correspondiente al tratamiento cuatro, el tratamiento dos donde solo se utilizó una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca tuvo un costo de Q 3.17 y el tratamiento tres en el cual se uso tierra como sustrato en tubetes presentó un costo de Q 2.72 calculado en el mes de agosto del año 2,013.

## IX. CONCLUSIONES

1. Las patrones de *H. brasiliensis* producidos en bolsas de polietileno con una capacidad de 8,500 cc. fueron los que presentaron el mayor crecimiento biométrico en el diámetro del tallo y la altura al meristemo apical, mientras que los demás patrones producidos con la tecnología de tubetes independientemente del sustrato tienen un menor crecimiento sin diferencia significativa entre ambos.
2. El tratamiento donde se utilizó Germinating mix<sup>®</sup> en tubetes, presentó el mayor crecimiento radicular, seguido del tratamiento dos donde se utilizó una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca, los tratamientos tres y cuatro presentaron el menor crecimiento radicular sin diferencia significativa entre ambos en los cuales se utilizó tierra como sustrato en tubetes y bolsas de polietileno.
3. Cuando se utilizaron bolsas de polietileno se obtuvo el mayor porcentaje de plantas aptas para la injertación 80% mientras que las plantas reproducidas en tubetes independientemente del sustrato presentaron un 35% de patrones aptos para la injertación.
4. Cuando se utilizó Germinating mix<sup>®</sup> en tubetes, el costo de producción por patrón fue de Q 3.98 el más alto, seguido del tratamiento cuatro donde se uso tierra en bolsas de polietileno Q 3.97 en tercer lugar el tratamiento dos donde se uso una mezcla de fibra de coco, broza, tierra y arena blanca Q 3.04 y el que presento el menor costo fue el que utilizó tierra como sustrato en tubetes Q 2.72

## X. RECOMENDACIONES

1. Seguir utilizando las bolsas de polietileno de 23 x 45 centímetros para la reproducción de patrones de *H. brasiliensis* debido a que se alcanzó un crecimiento más rápido en el diámetro y altura del tallo comparado con los tubetes de polipropileno con una capacidad de 400 cc.
2. Evaluar diferentes dimensiones de tubetes para la producción de plantas de *H. brasiliensis* para determinar cual presenta el crecimiento más eficiente.
3. Identificar el crecimiento que presentan las plantas producidas en tubetes en el campo definitivo.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. **Abad, M. 1993.** Evaluación agronómica de los sustratos del cultivo de limón. Chanpigo, Mex. Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo A.C. 156 p.
2. **Chonay, P. 1990.** Tipos de fertilizantes utilizados en la horticultura y fruticultura. Tesis Mag. Manejo de Suelos. México DF. Universidad de Champigo. 107 p.
3. **Cochran, C. 1965.** Diseños experimentales: Métodos Estadísticos para la investigación en la Agricultura. Mexico D.F. Trillas, S.A. 125 p.
4. **Cordón S., E. N. 1991.** Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Gt. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 138 p.
5. **Coronado, H. 2000.** Evaluación del sistema de propagación de tubetes, en café (*Coffea arabica* L.), con dos sistemas comerciales, en Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Gt. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 65 p.
6. **Enríquez, A. 2003.** Aspectos agronómicos e importancia económica del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala. Guatemala, Gt. URL Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnológicas Agrícola. 55 p.
7. **Karshakasree, C. 2010.** Experiencias en la producción de plantas de hule (*Hevea brasiliensis*) en entrenadores de raíz. Estado de Kerala, India. Instituto de Investigación del Caucho de la India. 23 p.
8. **Nájera, C. 2000.** Manual práctico del cultivo de hule. Guatemala, Gt. Gremial de Hulero de Guatemala. 158 p.

9. **Ovalle, R. 2008.** Manual práctico del cultivo de hule. Guatemala Gt. Universidad San Carlos de Guatemala. 158 p.
10. **Palencia, C. 2,000.** Manejo agronómico del cultivo. En manual práctico 2,000 del cultivo de hule. Guatemala, Gt. GREMHULE. 165 p.
11. **Pérez, A. 2004.** Investigación de campo, 1,996 - 2,004. Guatemala, Gt. Alianza para el Desarrollo Juvenil Comunitario. Tecnologías nuevas para Plantas Forestales 35 p.
12. **Pérez, G. 2005.** Experiencias en la producción y comercialización de hule (Hevea brasiliensis), en la comunidad el Eden, Ixcan, Quiche. Guatemala, Gt. 68p.
13. **Situn, M. 1996.** Guía para el análisis económico de resultados experimentales Boletín Informativo. Gt. (2): 1-12.

  
Vo. Bo. Licda. Ana Teresa de González  
Biblioteca



## 14. ANEXOS

**Cuadro 17. Costos de producción para 10,000 patrones de *H. brasiliensis* usando como sustrato Germinating mix® en tubetes de polipropileno.**

Concepto	Unidad De Medida	Cantidad	Costo Unitario	Total
Renta de la tierra.	m <sup>2</sup>	833	Q0.50	Q416.50
<b>Total por concepto de renta</b>				<b>Q416.50</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Llenado de tubetes	Jornal	20	Q70.00	Q1,400.00
Colocación de tubetes	Jornal	4	Q70.00	Q280.00
Riego de planta	Jornal	180	Q70.00	Q12,600.00
Trasplante de plántula	Jornal	15	Q70.00	Q1,050.00
Resiembra	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
Control de maleza manual en los surcos	Jornal	10	Q70.00	Q700.00
Aplicación de fertilizante al suelo (diluido)	Jornal	25	Q70.00	Q1,750.00
Aplicación de fertilizante y fungicida	Jornal	6	Q70.00	Q420.00
Aplicación de herbicida	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
<b>Total de Mano de Obra</b>		<b>262</b>		<b>Q18,340.00</b>
<b>Depreciación de Equipo</b>				
Bombas de mochila Matabi	Unidad	2	Q112.00	Q224.00
Palas	Unidad	10	Q35.00	Q350.00
Machetes	Unidad	5	Q25.00	Q125.00
Azadones	Unidad	5	Q35.00	Q175.00
Tubetes	Unidad	10000	Q0.40	Q4,000.00
<b>Total de Depreciación de equipo</b>				<b>Q4,874.00</b>
<b>Insumos</b>				
Sustrato	m <sup>3</sup>	4	Q2,500.00	Q10,000.00
20-20-0 (fertilizante)	Kg.	20	Q5.11	Q102.20
Novatoc (fertilizante)	Kg.	60	Q6.00	Q360.00
Blauckor (fertilizante)	Kg.	60	Q7.00	Q420.00
Urea (fertilizante)	Kg.	2	Q6.00	Q12.00
Fertilizante foliar Maxi-Grow	Litro	8	Q95.00	Q760.00
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	8	Q56.00	Q448.00
Captan (fungicida)	Kg.	4	Q85.00	Q340.00
Bayfolan (fungicida)	Litro	0.24	Q460.00	Q110.40
<b>Total de costos por insumos</b>				<b>Q12,552.60</b>
<b>Total de Costo Directos</b>				<b>Q36,183.10</b>
<b>Costo Administrativos</b>				
Costo De administración 10% de los C.D.				Q3,618.31
<b>Total de costos Indirectos</b>				<b>Q3,618.31</b>
<b>Total de costos</b>				<b>Q39,801.41</b>
<b>Precio por planta.</b>				<b>Q3.98</b>

Fuente: Autor (2,013).

**Cuadro 18. Costos de producción para 10,000 patrones de *H. brasiliensis* usando como sustrato una mezcla de coco, broza, tierra y arena en tubetes de polipropileno.**

Concepto	Unidad De Medida	Cantidad	Costo Unitario	Total
Renta de la tierra.	m <sup>2</sup>	833	Q0.50	Q416.50
<b>Total por concepto de renta</b>				<b>Q416.50</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Llenado de tubetes	Jornal	20	Q70.00	Q1,400.00
Colocación de tubetes	Jornal	4	Q70.00	Q280.00
Riego de planta	Jornal	180	Q70.00	Q12,600.00
Trasplante de plántula	Jornal	15	Q70.00	Q1,050.00
Resiembra	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
Control de maleza manual en los surcos	Jornal	10	Q70.00	Q700.00
Aplicación de fertilizante al suelo (diluido)	Jornal	25	Q70.00	Q1,750.00
Aplicación de fertilizante y fungicida	Jornal	6	Q70.00	Q420.00
Aplicación de herbicida	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
<b>Total de Mano de Obra</b>		<b>262</b>		<b>Q18,340.00</b>
<b>Depreciación de Equipo</b>				
Bombas de mochila Matabi	Unidad	2	Q112.00	Q224.00
Palas	Unidad	10	Q35.00	Q350.00
Azadones	Unidad	5	Q35.00	Q175.00
Tubetes	Unidad	10000	Q0.50	Q5,000.00
<b>Total de Depreciación de equipo</b>				<b>Q5,874.00</b>
<b>Insumos</b>				
Sustrato	m <sup>3</sup>	4	Q400.00	Q1,600.00
20-20-0 (fertilizante)	Kg.	20	Q5.11	Q102.20
Novatoc (fertilizante)	Kg.	60	Q6.00	Q360.00
Blauckor (fertilizante)	Kg.	60	Q7.00	Q420.00
Urea (fertilizante)	Kg.	2	Q6.00	Q12.00
Fertilizante foliar Maxi-Grow	Litro	8	Q95.00	Q760.00
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	8	Q56.00	Q448.00
Captan (fungicida)	Kg.	4	Q85.00	Q340.00
Bayfolan (fungicida)	Litro	0.24	Q460.00	Q110.40
<b>Total de costos por insumos</b>				<b>Q4,152.60</b>
<b>Total de Costo Directos</b>				<b>Q28,783.10</b>
<b>Costo Administrativos</b>				
Costo De administración 10% de los C.D.				Q2,878.31
<b>Total de costos Indirectos</b>				<b>Q2,878.31</b>
<b>Total de costos</b>				<b>Q31,661.41</b>
<b>Precio por planta.</b>				<b>3.17</b>

Fuente: Autor (2,013).

**Cuadro 19. Costos de producción para 10,000 patrones de *H. brasiliensis* usando como sustrato tierra en tubetes de polipropileno.**

Concepto	Unidad De Medida	Cantidad	Costo Unitario	Total
Renta de la tierra.	m <sup>2</sup>	833	Q0.50	Q416.50
<b>Total por concepto de renta</b>				<b>Q416.50</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Llenado de tubetes	Jornal	20	Q70.00	Q1,400.00
Colocación de tubetes	Jornal	4	Q70.00	Q280.00
Riego de planta	Jornal	180	Q70.00	Q12,600.00
Trasplante de plántula	Jornal	15	Q70.00	Q1,050.00
Resiembra	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
Control de maleza manual en los surcos	Jornal	10	Q70.00	Q700.00
Aplicación de fertilizante al suelo (diluido)	Jornal	25	Q70.00	Q1,750.00
Aplicación de fertilizante y fungicida	Jornal	6	Q70.00	Q420.00
Aplicación de herbicida	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
<b>Total de Mano de Obra</b>		<b>262</b>		<b>Q18,340.00</b>
<b>Depreciación de Equipo</b>				
Bombas de mochila Matabi	Unidad	2	Q112.00	Q224.00
Palas	Unidad	10	Q35.00	Q350.00
Machetes	Unidad	5	Q25.00	Q125.00
Azadones	Unidad	5	Q35.00	Q175.00
Tubetes	Unidad	10000	Q0.50	Q5,000.00
<b>Total de Depreciación de equipo</b>				<b>Q5,874.00</b>
<b>Insumos</b>				
Sustrato	m <sup>3</sup>	4	Q10.00	Q40.00
20-20-0 (fertilizante)	Kg.	20	Q5.11	Q102.20
Novatoc (fertilizante)	Kg.	60	Q6.00	Q360.00
Blauckor (fertilizante)	Kg.	60	Q7.00	Q420.00
Urea (fertilizante)	Kg.	2	Q6.00	Q12.00
Fertilizante foliar Maxi-Grow	Litro	8	Q95.00	Q760.00
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	8	Q56.00	Q448.00
Captan (fungicida)	Kg.	4	Q85.00	Q340.00
Bayfolan (fungicida)	Litro	0.24	Q460.00	Q110.40
<b>Total de Costo Directos</b>				<b>Q24,740.90</b>
<b>Costo Administrativos</b>				
Costo De administración 10% de los C.D.				Q2,474.09
<b>Total de costos Indirectos</b>				<b>Q2,474.09</b>
<b>Total de costos</b>				<b>Q27,214.99</b>
<b>Precio por planta.</b>				<b>2.72</b>

Fuente: Autor (2,013).

**Cuadro 20. Costos de producción para 10,000 patrones de *H. brasiliensis* usando como sustrato tierra en bolsas de polietileno.**

Concepto	Unidad De Medida	Cantidad	Costo Unitario	Total
Renta de la tierra.	m <sup>2</sup>	1000	Q0.50	Q500.00
<b>Total por concepto de renta</b>				<b>Q500.00</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Llenado de bolsas	Jornal	50	Q70.00	Q3,500.00
Zanjeo	Jornal	5	Q70.00	Q350.00
Riego de planta	Jornal	120	Q70.00	Q8,400.00
Trasplante de plántula	Jornal	15	Q70.00	Q1,050.00
Resiembra	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
Control de maleza manual	Jornal	44	Q70.00	Q3,080.00
Aplicación de fertilizante al suelo	Jornal	48	Q70.00	Q3,360.00
Aplicación de fertilizante y fungicida	Jornal	6	Q70.00	Q420.00
Aplicación de herbicida	Jornal	1	Q70.00	Q70.00
<b>Total de Mano de Obra</b>		<b>290</b>		<b>Q20,300.00</b>
<b>Depreciación de Equipo</b>				
Bombas de mochila Matabi	Unidad	2	Q112.00	Q224.00
Palas	Unidad	10	Q35.00	Q350.00
Machetes	Unidad	5	Q25.00	Q125.00
Azadones	Unidad	5	Q35.00	Q175.00
<b>Total de Depreciación de equipo</b>				<b>Q874.00</b>
<b>Insumos</b>				
Bolsa	Unidad	10000	Q0.20	Q2,000.00
Sustrato	m <sup>3</sup>	85	Q100.00	Q8,500.00
20-20-0 (fertilizante)	Kg.	400	Q5.11	Q2,044.00
Urea (fertilizante)	Kg.	50	Q6.00	Q300.00
Fertilizante foliar Maxi-Grow	Litro	8	Q95.00	Q760.00
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	8	Q56.00	Q448.00
Captan (fungicida)	Kg.	4	Q85.00	Q340.00
Bayfolan (fungicida)	Litro	0.24	Q460.00	Q110.40
<b>Total de costos por insumos</b>				<b>Q14,502.40</b>
<b>Total de Costo Directos</b>				<b>Q36,176.40</b>
<b>Costo Administrativos</b>				
Costo De administración 10% de los C.D.				Q3,617.64
<b>Total de costos Indirectos</b>				<b>Q3,617.64</b>
<b>Total de costos</b>				<b>Q39,794.04</b>
<b>Precio por planta.</b>				<b>3.97</b>

Fuente: Autor (2,013).



**Mazatenango, noviembre del 2013.**

**Ing. Agr. Msc. Erick Alexander España**  
**Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical**  
**Centro Universitario de Sur Occidente**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

Por medio de la presente hago constar que he procedido a revisar el trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae “Hule” en Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez”** presentado por el estudiante Luis Nicolás Montúfar Pérez, quien se identifica con carné estudiantil No. 200640910.

Luego de la asesoría y acompañamiento realizados al presente informe final, considero que el mismo reúne los requerimientos necesarios establecidos por la carrera de Agronomía como documento de graduación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

**Atentamente:**

  
**Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano**  
**Asesor y revisor**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



**Mazatenango, noviembre del 2013.**

**Licenciado**

**José Alberto Chuga Escobar.**

**Director Centro Universitario de Sur Occidente**

Respetable Director:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

La presente es para informarle que he revisado el Informe Final de Investigación Inferencial, elaborado por el estudiante **Luis Nicolás Montúfar Pérez**, carné 200640910; titulado: "Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de *Hevea brasiliensis* Muell. Euphorbiaceae "Hule" en Santa Ana Mixpillá, San Miguel Panán, Suchitepéquez".

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante en mención, ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a consideración el documento para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente

**Ing. Agr. Msc. Erick Alexander España**  
**Coordinador de la Carrera**  
**de Agronomía Tropical**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Sur Occidente

**AGRONOMÍA**



**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CUNSUROC/USAC-I-50-2013**

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, Mazatenango,  
Suchitepéquez, veintiuno de noviembre de dos mil trece.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE  
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:  
“EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE TUBETES PARA LA PRODUCCIÓN  
DE PATRONES DE *Hevea brasiliensis* Muell. *Euphorbiaceae* “HULE” EN SANTA  
ANA MIXPILLÀ, SAN MIGUEL PANÀN, SUCHITEPÈQUEZ”, del estudiante:  
T.P.A. Luis Nicolás Montufar Pérez, carné 200640910 de la carrera Ingeniería en  
Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
LIC. JOSÉ ALBERTO CHUGA ESCOBAR  
DIRECTOR

