

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS -IIA-**

**EVALUACION EXPERIMENTAL DEL RENDIMIENTO DE 25 CLONES DE HULE  
(*Hevea brasiliensis Mull.*), EN LA FINCA NAVAJOA MORALES IZABAL  
GUATEMALA C.A.**



Guatemala, Febrero del 2012.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS –IIA-

EVALUACION EXPERIMENTAL DEL RENDIMIENTO DE 25 CLONES DE HULE  
(*Hevea brasiliensis* Mull.), EN LA FINCA NAVAJOA MORALES IZABAL  
GUATEMALA C.A.

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

POR

JORGE LUIS GÓMEZ LÓPEZ.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, Febrero del 2012.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO  
Lic. Carlos Estuardo Gálvez.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. Marino Barrientos García
VOCAL III	MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL V	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, Febrero del 2012.

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* mull.) en la finca Navajoa, Morales, Izabal de febrero a noviembre del 2004.

Como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,  
**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**  
**JORGE LUIS GÓMEZ LÓPEZ.**

**ACTO QUE DEDICO A:**

**JEHOVA MI DIOS.**

Porque con él estoy más que agradecido al permitirme llegar a este punto de mi vida, a el sea la gloria y la honra.

**A MIS PADRES:**

**MARIA ELEUTERIA LOPEZ, JORGE HUMBERTO GOMEZ AVILA**, para quien soñé dedicar este acto, en cuerpo y alma.

**A MIS HIJOS:**

**MATIAS ,YURIZA, DIEGO, JEFREI**, para motivarlos a seguir estudiando.

**A MI ESPOSA:**

**BLANCA AZUCENA PALENCIA**, por ser mi ayuda idónea.

**A MIS COMPAÑEROS:**

Con los que compartí más que las aulas universitarias, sueños, ideales metas, para todos un abrazo fraternal y en memoria de aquellos, que se nos adelantaron en el paso por esta tierra, siempre los recordare.

**A USTED ESPECIALMENTE:**

Que me acompaña el día de hoy, como una muestra de su cariño y afecto.

## **TRABAJO QUE DEDICO**

A la Universidad de San Carlos De Guatemala por brindarme la oportunidad de formarme como un profesional de las ciencias agrícolas.

A la administración, personal técnico y de campo de la Finca Navajoa, en Morales Izabal, para que los resultados aquí presentados sean aprovechados en el manejo productivo del cultivo de hule natural (*Hevea brasiliensis*).

Al Ing. Agro. Mario Leal, por sus consejos en el momento de la realización de la práctica en la Finca Navajoa.

Al Ing. Agro. Francisco Vásquez, y Al Ing. Agro. Pedro Peláez, por asesorarme durante la elaboración de este documento.



## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN.....	V
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3.MARCO TEORICO.....	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	5
3.1.1 Origen y distribución del hule.....	5
3.1.2 Clasificación taxonómica del ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) .....	5
3.1.3 Descripción y características botánicas.....	5
3.1.4 Generalidades de la explotación del cultivo.....	6
3.1.5 Requerimientos climáticos ideales del cultivo del hule.....	7
3.1.5.1 Latitud.....	7
3.1.5.2 Altitud.....	7
3.1.6 Suelos.....	8
3.1.6.1 Relieve y profundidad.....	8
3.1.6.2 Características físicas .....	8
3.1.6.3 Características químicas.....	8
3.1.6.4 pH .....	9
3.1.6.5 Deben evitarse los siguientes suelos:.....	9
3.1.7 Topografía.....	9
3.1.8 Requerimientos agro climáticos.....	9
3.1.8.1 Temperatura.....	9
3.1.8.2 Horas luz .....	10
3.1.8.3 Viento.....	10
3.1.8.4 Precipitación pluvial.....	10
3.1.9 Fertilización.....	11
3.1.9.1 Programa de fertilización foliar.....	12
3.1.10 Explotación de los árboles de hule .....	12
3.1.10.1 La explotación.....	12
3.1.10.2. Factores constantes .....	12
3.1.10.3 Factores variables .....	13
3.1.11 El inicio de la explotación.....	13
3.1.11.1 El panel de pica.....	13
3.1.12 Preparación de árboles para el inicio de la explotación.....	14
3.1.12.1 Insumos.....	14
3.1.12.2 Anticoagulante.....	15
3.1.12.3 Coagulante.....	15
3.1.12.4 Preservantes.....	15
3.1.12.5 Fungicidas.....	15
3.1.12.6 Inicio de la pica.....	15

	PÁGINA
3.1.12.7 Labor de la pica.....	15
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	18
3.2.1 Ubicación geográfica.....	18
3.2.2 Clima.....	18
3.2.3 Zona de vida.....	18
3.2.4 Hidrografía.....	18
3.2.5 El suelo.....	18
3.2.6 Clones de hule.....	19
4 OBJETIVOS.....	21
4.1 GENERAL.....	21
4.2 ESPECÍFICOS.....	21
5 HIPÓTESIS.....	22
6 METODOLOGÍA.....	23
6.1 Tratamientos.....	23
6.2 Unidad experimental.....	24
6.3 Diseño experimental.....	25
6.4 Modelo estadístico.....	25
6.5 Variables de respuesta.....	26
6.5.1 Producción.....	26
6.5.2 Diámetro del árbol tomado a un metro de altura.....	26
6.5.3 Altura de la planta.....	26
6.5.4 Longitud del panel de pica.....	26
6.5.5 Análisis económico.....	27
6.5.6 Manejo del experimento.....	27
7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
7.1 Producción de hule coagulado en kg / ha.....	28
7.1.1 Prueba de Tukey para la producción de hule coagulado en kg / ha.....	30
7.2 Diámetro de los árboles a un metro de Altura en (m.).....	31
7.2.1 Prueba de Tukey para los Diámetros de los árboles.....	33
7.3 Altura de los árboles en (m.).....	35
7.3.1 Prueba de Tukey de la altura de los árboles en (m.).....	36
7.4 Longitud de Panel de pica en cm.....	38
7.4.1 Prueba de tukey de la longitud de panel de pica en cm.....	39
7.5 Correlación lineal.....	41
7.6 Rentabilidad de los tratamientos.....	42
8. CONCLUSIONES.....	44
9. RECOMENDACIONES.....	45
10. BIBLIOGRAFÍAS.....	46
ANEXOS.....	48

## INDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1.Programa de fertilización para almacigo de patrones.	11
Cuadro 2.Fertilización foliar para almácigos.	12
Cuadro 3.Cruces de los parentales.	19
Cuadro 4.Significado de los nombres de los clones utilizados	23
Cuadro 5.Identificación y nombre de cada uno de los clones	23
Cuadro 6.Ubicación de los tratamientos en el experimento	24
Cuadro 7.Base de datos promedio para la variable producción en Kg/ha.	28
Cuadro 8.Prueba de Tukey para la variable Producción de hule.	31
Cuadro 9.Base de datos promedio de variable diámetro de los árboles.	32
Cuadro 10.Prueba de medias Tukey para la variable diámetro.	34
Cuadro 11.Base de datos promedio de la variable altura	35
Cuadro 12.Prueba de medias de Tukey para la variable altura de los árboles	37
Cuadro 13.Base de datos para la variable, longitud de panel de pica.	38
Cuadro 14.Prueba de medias Tukey para la variable longitud de panel.	40
Cuadro 15.Correlación para determinar su relación con la producción	41
Cuadro 16.Matriz de datos para la correlación lineal.	42
Cuadro 17.Rentabilidad de los tratamientos.	43
Cuadro 18.Análisis financiero de la rentabilidad.	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.Ubicación de la finca Navajoa	20
Figura 2.Ejemplo de dos unidades experimentales con sus dimensiones.	25
Figura 3.Producción de hule coagulado	29
Figura 4.Producción de clones evaluados.	29
Figura 5.Diámetro de los arboles a un metro de altura	33
Figura 6.Diámetro de los clones de menor a mayor	33
Figura 7.Altura de los árboles de hule evaluados	36
Figura 8.Altura de loa clones de mayor a menor	36
Figura 9.Longitud del panel de pica	39
Figura 10.Longitud de panel de pica de menor a mayor	39

**EVALUACION EXPERIMENTAL DEL RENDIMIENTO DE 25 CLONES DE HULE (*Hevea brasiliensis* Mull.), EN LA FINCA NAVAJOA MORALES IZABAL GUATEMALA C.A.**

**EXPERIMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF 25 RUBBER CLONES (*Hevea brasiliensis* Mull.) AT NAVAJOA MORALES FARM, IZABAL, GUATEMALA C.A.**

**RESUMEN.**

Guatemala C.A. en los últimos 10 años ha tenido un incremento considerable en la producción de hule natural o látex, material extraído del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Muell). En 1999 se reportaron 10,000 TM producidas y para el 2007, 34,000 TM de hule es decir, se aumento en ocho años la producción en un 340%.

Los beneficios económicos son de alrededor de US\$ 30 millones, que representan en Guatemala el 1.1% del (PIB agrícola) por ingresos de venta de 40,000 TM de hule anual.

Actualmente en Guatemala existen un total de 53,851 hectáreas cultivadas con 17.2 millones de árboles de hule, los que conforman un bosque artificial muy grande, un 44% se encuentra en la fase de producción y un 56% en crecimiento.

Del total de árboles cultivados un 15% se ubica en la zona norte: en los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Petén. El crecimiento del sector hulero ha sido del 10 % anual en esta zona, El otro 85 % se ubican en la costa sur en los departamentos de Escuintla, Mazatenango, Retalhuleu, y San Marcos con un crecimiento anual de un 15 % datos reportados por la gremial de huleros de Guatemala.

El cultivar hule trae beneficios sociales y ambientales, brinda empleo aproximadamente a 20,000 familias de forma permanente y a largo plazo. Otros 25,000 empleos eventuales o indirectos son utilizados anualmente por los productores de hule.

Los beneficios ambientales del bosque de hule *Hevea* son a largo plazo. El árbol de hule tiene una vida productiva de treinta a treintaicinco años y su fase de crecimiento es de siete años. El bosque provee cantidades similares de biomasa a las de una selva virgen. La importancia de esta biomasa es que el árbol posee cantidades similares en madera, leña y que adicionalmente purifica la atmósfera a través de la captación de carbono y liberación de oxígeno; así como la estabilización del clima, normalización de lluvias y temperaturas en las zonas donde se desarrolla el cultivo.

La Gremial de huleros de Guatemala es la encargada de fomentar el cultivo de hule en la región atlántica, y lo hace a través de la estación de fomento Finca Navajoa que se dedica a la producción de hule natural, y a la evaluación de materiales genéticos en campos experimentales llamados campos de clones en pequeña escala.

El presente estudio corresponde a la evaluación de la producción de 25 clones de hule establecidos en la Finca Navajoa en el año de 1995, dispuestos en un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones, cada unidad experimental la conformaban ocho árboles de hule, y en total fueron 800 árboles los evaluados en esta investigación.

Dentro de los resultados obtenidos se concluyo que los clones mas productores son el RRIC 130, IAN 3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098. Estos materiales genéticos, presentan un dato de producción de más de 250 kg de hule.

Los clones FX 3899, PB 280, IAN 6323, RRIC 100, IAN 710, IAN 713, PB 255, FX 2261, RRIC 101, GU 198, y el FX 985. Produjeron entre 100 y 200 kg de hule, estos son considerados buenos, pero los primeros cinco los superan en la producción.

El siguiente grupo de clones que no supero los 100 kg de hule coagulado son el RRIM 600, RRIC 121, PB 260, PB 217, y el IAN 7388. Que corresponden a los tratamientos más bajos en cuanto a la variable evaluada.

De los 25 materiales evaluados los clones que presentan un dato de 0 kg de producción son el GT-1, RRIM 712, PB 254, PR 300. Árboles que tienen un diámetro menor a 0.45 m, esto indica que no tienen diámetro de pica, por consiguiente no tiene panel abierto o banderilleado para realizar la explotación.

Se recomienda continuar por siete años más, con la siguiente fase de la evaluación en la plantación a escala comercial, pero solo con los clones que presentan el más alto índice de producción de hule coagulado reportado en esta investigación.

## 1.- INTRODUCCION

Según Ovalle , El cultivo de hule inicio en el año (1899), en aquella época se plantaron, (70,000) árboles la variedad (Castilloa elastica), llamado también hule nativo de Guatemala estos árboles fueron establecidos en dos fincas de la costa sur, con la finalidad de producir caucho para exportarlo, a Estados Unidos y así generar una fuente, de riqueza para la nación esta primera experiencia fue negativa para los primeros productores la falta de inversión y de mano de obra poco calificada hicieron cerrar las exportaciones a E.E.U.U.

No fue sino hasta junio de 1941 que el gobierno de Guatemala, decreto la libre importación de semillas de hule, del país Sur-Americano del Brasil, estas plantas eran de la variedad (Hevea brasiliensis Mull), también se trajeron plantas mejoradas llamadas clones, con la característica de tener un alto rendimiento en la producción de látex, también se trajeron clones de otras naciones como la India y Malasia. Con la producción de estas plantas, el país ingresa nuevamente a los mercados internacionales de exportación de caucho. (14)(15).

Comienza así la búsqueda de clones que se adapten, a las condiciones ecológicas del país y evaluar todos aquellos que presenten las mejores característica de altura, grosor de tallo, regeneración en la corteza del panel de pica y las de resistencia a enfermedades tanto de panel de pica como de follaje, otras características importantes son la resistencia a Brown bast o desgaste fisiológico por sobre explotación y la mas importante en esta investigación la, producción de grandes cantidades de látex coagulado.

El hule es una especie que se puede reproducir de forma sexual, produciendo semilla, y de manera asexual por un injerto, produciendo individuos genéticamente, idénticos a los que les dieron origen, llamados clones , para esto es necesario contar con, dos estructuras agrícolas, el jardín clonal que es un banco genético, que su función es producir varetas, sobre las cuales se desarrollan, las yemas que sirven para la manipulación del clon, y la segunda , es un almácigo de patrones que se obtiene , de la siembra de semillas viables, de hule en tablones y así producir patrones, para injertar las yemas producidas en el jardín clonal.

Una finca que se dedica al cultivo de hule, debe de contar con estas dos estructuras agrícolas jardines clónales y almácigos de patrones, para reproducir sus propios materiales, genéticos o clones y garantizar la pureza del material que se establezca.

En Morales, Izabal la gremial de huleros de Guatemala institución que se dedica, al fomento de cultivo de hule a nivel nacional desarrollo, un experimento en la finca Navajoa en el cual se evaluaron, 25 clones de hule de la variedad (*Hevea brasiliensis*), que se encuentran establecidos en un campo de clones a pequeña escala, (CCPE) con la finalidad de someter a los clones a condiciones adversas por la alta densidad de siembra, proporcionado datos a un corto plazo, de la producción de hule coagulado que vulgarmente se conoce como chipa.

La producción se evaluó en 10 meses de cosecha, y los clones que presentaron los mejores resultados fueron el clon RRIC 130, IAN 3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098, estos materiales genéticos presentan un dato de producción de más de 250kg de hule, estos son los que se recomiendan para la próxima fase de la evaluación llamada producción comercial o a gran escala de hule coagulado.

Los clones FX 3899, PB 280, IAN 6323, RRIC 100, IAN 710, IAN 713, PB 255, FX 2261, RRIC 101, GU 198, y el FX 985 están produciendo entre 100 y 200 kg de hule, estos son considerados buenos pero los primeros 5 los superan en la producción.

El siguiente grupo de clones no supero los 100 kg de hule coagulado estos son el RRIM 600, RRIC 121, PB 260, PB 217, y el IAN 7388 estos son los tratamientos mas bajos en cuanto a la variable evaluada.

De los 25 materiales evaluados los clones que presentan un dato de 0 kg de producción son el GT-1, RRIM 712, PB 254, PR 300, arboles que tienen un diámetro menor a 0.45 m, esto indica que no tienen diámetro de pica, la expresión genética de estos materiales no soporto la alta densidad de siembra por lo que este grupo de clones manifiestan arboles delgados, y bajas condiciones que los descarta como materiales aptos para la explotación del cultivo de hule con altos rendimientos.

Este trabajo forma parte del convenio entre la Gremial de huleros y la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para impulsar y enriquecer las investigaciones en el cultivo de hule que resurge después de pasar una grave crisis de precios en los mercados internacionales.

## 2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En noviembre de 1995, se estableció un campo clonal a pequeña escala con la finalidad de evaluar el rendimiento de la producción de 25 clones de hule (*Hevea brasiliensis Mull*). En este experimento los primeros datos de la producción, se obtuvieron en el mes de enero del año 2004, cuando la mayoría de árboles promediaron, un diámetro mayor o igual a 45cm y una altura de planta de más de 6m, que según los técnicos es el diámetro y la altura ideales para el inicio de la explotación o pica en los árboles del experimento. Sin embargo hasta el momento no se ha determinado cuanto produce cada uno de estos clones, por lo que se hace necesario darle continuidad a la fase más importante, del protocolo experimental para determinar el rendimiento de estos clones. Este experimento se coordina con la gremial de huleros de Guatemala, y se considera necesario darle continuidad a este proyecto de investigación hasta encontrar los materiales vegetales que producen más hule coagulado en kg/ha de los 25 clones en evaluación.

### 3.- MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco conceptual

##### 3.1.1 Origen y distribución del hule

El hule hevea es originario de la región amazónica del Brasil y países vecinos a la selva amazónica donde se encuentra, en forma silvestre las nueve especies del género:

*Hevea brasiliensis*, *Hevea benthamiana*, *Hevea pauciflora*, *Hevea spruceana*, *Hevea viridis*, *Hevea guyanensis*, *Hevea rigidifolia*, *Hevea michophylla* o *minor*, *Hevea camporum*(1).

##### 3.1.2 Clasificación taxonómica del (*Hevea brasiliensis*)

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Hembryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Genero:	Hevea
Especie:	<i>Hevea brasiliensis</i> (1).

##### 3.1.3 Descripción y características botánicas

El porte y la altura de los árboles de hevea son variables. En el cultivo comercial se ha dado importancia especial a la forma de la copa, que depende del espaciamiento de las ramas en el tronco central y el ángulo que salen de este.

Son plantas monoicas, de hojas alternas o sub-opuestas al final de los retoños, largamente pecioladas, de 3 folíolos, enteros pinatinervados, el pecíolo con glándulas en el ápice, folíolos elípticos o elíptico-lanceolados de pinatinervados, 5 a 60 cm de largo, acuminados, angostándose o cuneando a la base, glabros, reticulados, las flores son blancas, tomentosas, apetaladas en pequeñas panículas piramidales mas cortas que las hojas, las ramas finalmente pubescentes, flores masculinas con 10 estambres en 2 series, las flores femeninas con cáliz de 5 dientes o lóbulos, disco de 5 glándulas libres o unidas, ovario de 3 celdas con un óvulo en cada celda, el estigma bilobado, casi Cecil; su fruto, una cápsula grande, dehiscente, con 2 valvas por cada celda.(1)

### 3.1.4 Generalidades de la explotación del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*)

Antes de la segunda guerra mundial el único país en América que producía hule natural (*Hevea brasiliensis*) era Brasil su país de origen. La explotación en ese país era de bosques naturales en Amazonas de donde había sido originario la semilla se traslado hasta el lejano oriente, la cual fue recogida por el señor Henry Wickham y enviado a los jardines de Kew en Londres. Posteriormente esta semilla fue enviada a Singapur en 1876, donde el Sr. Ridley inicio las primeras siembras experimentales y trato de interesar a los agricultores en la siembra de (*Hevea brasiliensis*), en el continente Asiático. (2).

Se había explotado el caucho en las selvas de Brasil en pequeña escala desde hace muchos años, pero el descubrimiento del sistema de vulcanizar el hule crudo por la, Goodyear y el aumento de la producción de carros en la primera década del siglo veinte, lanzo una demanda tremenda para el hule de Brasil a tal grado que hizo muchos millonarios en Manaus y Belén sede del negocio comercial del hule en aquel entonces. El precio de hule subió a cifras exorbitantes (5).

Los técnicos norteamericanos llegaron a Centro América en los años de 1940 y subsiguientes. Se establecieron primero en Costa Rica donde Goodyear tenía una pequeña plantación experimental en la costa norte. Se estableció una Estación Experimental en Turrialba, donde se iniciaron las siembras experimentales. (6).

En 1976 miembros de la gremial de huleros hicieron un viaje de reconocimiento a Malasia para visitar las siembras de ese país y conocer el **R.R.I.M.** (Rubber Reseca Institute of Malasia) fundado en 1925, indudablemente el mejor Instituto en el mundo dedicado al mejoramiento y defensa de un cultivo tropical. Esta planta pertenece a la familia de las Euforbiáceas, es angiosperma dicotiledónea del genero *Hevea*, del cual existen ocho especies conocidas, siendo las mas importantes la especie *brasiliensis*. Las especies son: *brasiliensis*, *guianensis*, *benthamiana*, *viridis*, *pasiflora*, *rigidifolia*, *spruceana*, *mycrophyla*(14)(15).

El árbol de hule *Hevea* es una planta tropical que se desarrolla mejor en clima húmedo y calido. La temperatura debe tener un promedio de **26** hasta los **33** grados centígrados. El árbol puede crecer en regiones mas frescas, pero su crecimiento es mas lento y menor su rendimiento de látex (9).

Las lluvias deben oscilar entre 2,000 a 4,000 milímetros de precipitación anual y deben estar bien distribuidos durante la mayor parte del año, sin una estación seca prolongada. Necesita suelos profundos con suficiente materia orgánica, no pedregosos, con un pH de 4.5 a 6.5 y de topografía ligeramente ondulado (9).

La topografía se recomienda preferentemente terrenos que tengan menos de 22.5% de inclinación (equivalente a un 25% de desnivel). Esto más que todo, para facilidades de explotación (9).

### **3.1.5 Requerimientos climáticos latitud y altitud ideales del cultivo del hule**

Estos son los requerimientos, climáticos que se deben tomar en cuenta para el establecimiento del cultivo de hule. En cualquier región de Guatemala.

#### **3.1.5.1 Latitud**

El rango latitudinal para el desarrollo del hule hevea está comprendido entre + 10 ° N – 10 ° S. El rango latitudinal de Guatemala se sitúa entre + 13° y + 18 N, sin embargo nuestro país constituye una zona de escape para la enfermedad, del (*Microcyclus* u.), enfermedad del follaje que en conjunto con todas las demás características ecológicas y edáficas, han permitido al hevea las condiciones propicias para su adaptabilidad.

#### **3.1.5.2 Altitud**

Para la costa del pacífico el rango de altitud en el que el Hule hevea se desarrolle normalmente, es entre los 180 y 760 m. sobre el nivel del mar y para la costa del atlántico, el rango va desde los 0 a los 600 m. sobre el nivel del mar, en el departamento de Izabal la mayoría de las huleras se encuentran, a no más de 40 msnm esto para la costa atlántica de Guatemala, en su mayoría las huleras de las zonas altas se encuentran sin ningún problema de adaptabilidad (4).

En la franja de la costa sur debajo de los 180 m. sobre el nivel del mar la precipitación pluvial es baja, lo que representa condiciones adversas para el desarrollo y la producción del cultivo. Altitudes por sobre los 760 m. presenta condiciones de elevada humedad relativa y menor luminosidad, lo que implica mayores problemas con la incidencia de las enfermedades principalmente del follaje y del panel de pica (4).

### 3.1.6 Suelos

El cultivo del hevea se adapta mejor a suelos profundos de 1.5 m. como mínimo de preferencia con una capa de materia orgánica gruesa, fértiles con un 25 a 40 % de contenido de arcilla resisten favorablemente épocas secas fuertes la textura debe estar dentro del rango franco a franco arcillosa, se debe de evitar suelos demasiado arenosos por su baja retención de humedad y deficiente anclaje, suelos pesados e higromorfos producen deficiente desarrollo radicular del árbol en general de buen drenaje libre de capas impermeables o de rocas cimentadas con pH entre 4.5 y 5.5.

Omont en su gira a Guatemala en 1996 recomienda como suelos más aptos para heveicultura los siguientes:

- ❖ Con una profundidad homogénea de mas de 1 metro sin horizonte endurecido.
- ❖ Con buen drenaje clase D USDA 1960.
- ❖ Con buena estructura y consistencia mas bien friable.
- ❖ Con buena aireación.
- ❖ Con textura bien equilibrada entre arcilla y arena.
- ❖ Sin ningún manto o nivel freático a menos de un metro de profundidad.
- ❖ Son un relieve poco marcado.(4)

#### 3.1.6.1 Relieve y profundidad.

El hule puede prosperar tanto en terreno plano como en quebrado; sin embargo por economía es preferible el primero (6).

El hule exige suelos profundos debido a la gran dimensión de su raíz central; los suelos superficiales e hidromorfos son contraindicados (6).

#### 3.1.6.2 Características físicas

El suelo ha de contener como mínimo un 20 % de arcilla cerca de la superficie y entre 20 y 50 cm. de profundidad, ha de ser humífero y bien drenado (6).

#### 3.1.6.3 Características químicas

El hevea tendrá un mejor crecimiento y dará las mejores producciones en suelos fértiles bien provistos de Nitrógeno, bases intercambiables (especialmente potasio), fósforo y oligoelementos, una plantación de hule en crecimiento extrae del suelo: 39 Kg/ha/año de P, 34 kg/ha/año de Mg (6).

### 3.1.6.4 pH

El pH óptimo del suelo para el cultivo de hule se sitúa entre 5 y 6.5 según Ovalle y de 4.5 a 5.5, los mas recomendable en este sentido es efectuar calicatas de 1 x 1x 1.5 metros para conocer el estado físico de los suelos y la toma de muestras para establecer la riqueza mineral de los mismos estos 2 parámetros o características físicas y químicas del suelo son de suma utilidad para definir también la siembra del cultivo.

### 3.1.6.5 Deben evitarse los siguientes suelos:

- ❖ Con más de 40 % de inclinación.
- ❖ Con mucha arena
- ❖ Rocosos o compactos
- ❖ Fácilmente inundables
- ❖ Pobres en nutrientes
- ❖ Con sub-suelos duros y superficiales (14).

En la finca donde se realizo el experimento los suelos son clasificados como de la serie champona, un suelo con arcillas esquistas todos están completamente lixiviados y con un pH ácido pero en el cultivo de hule no han presentado ningún problema (4) (6).

### 3.1.7 Topografía

Se recomiendan pendientes hasta del 30 % , ya que una moderada inclinación facilita la futura explotación y adecuada conservación de suelos, pendientes entre 5 y 25 % generalmente representan buenos rendimientos en suelos con buen drenaje, pendientes mayores pueden presentar rendimientos modestos por efecto de una mayor erosión de los suelos sin o se han realizado, practicas adecuadas de conservación y cierto grado de dificultad para la explotación o pica, si no se ha diseñado correctamente la siembra(16).

### 3.1.8 Requerimientos agro climáticos

#### 3.1.8.1 Temperatura

La temperatura requerida por el cultivo del hevea esta comprendida entre los 22 y 32 grados centígrados y una media de 27 ° C, dato bastante representativo de la mayoría de zonas huleras, hay fincas de estas zonas en las que existen registros estadísticos, en los cuales se hace interesante notar, que las mejores etapas de producción de las fincas se dan al final de la

época seca, cuando las colectas de hule seco está en un 30 % por arriba de lo normal en esta temporada de el año es cuando, las temperaturas matutinas oscilan entre 14 y 18 ° C. finalmente hay que mencionar que temperaturas menores de 20 ° C reducen el metabolismo de las plantas lo que incide directamente en la tasa de crecimiento de los clones de hule, que el heveicultor quiera utilizar para establecer una hulera.

### **3.1.8.2 Horas luz**

Aproximadamente se acepta un total de 2190 horas anuales lo que en promedio representa 6 horas luz/día, siendo un buen parámetro para el desarrollo del hule se sabe que para que los árboles, tengan un buen promedio de producción, de hule seco las labores de pica se realizan, en las primeras horas de luz del día, cuando los rayos solares no esta alumbrando de manera directa sobre los árboles, en este momento que los árboles de hule no están produciendo sustancias elaboradas al máximo y poseen la mayor cantidad de látex, en sus células laticíferas en el panel de pica (16).

### **3.1.8.3 Viento**

Generalmente ráfagas de viento proceden al inicio de la estación lluviosa, las cuales pueden llegar a alcanzar los 100 kilómetros por hora por lo que en este hemisferio no se recomienda la siembra, del hule en áreas donde el paso de ciclones es frecuente (16).

### **3.1.8.4 Precipitación pluvial**

Un rango de lluvias entre 1800 y 3000 mm anuales es el adecuado para el desarrollo del hule, siendo ideal una buena distribución durante la mayor parte del año sin periodos secos prolongados, en general las lluvias anuales menores de 1800 mm ya son limitantes se sabe que 100 mm en 7 mes es lo mínimo aceptable para un desarrollo normal, mientras que lluvias menores o iguales a 50 mm en 7 mes, ya no compensan en absoluto la tasa de evapotranspiración bajo condiciones de buenos suelos, una hulera puede soportar normalmente, una estación seca de 4 a 5 meses con lluvias mensuales menores o iguales a 100 mm o bien de 2 a 3 meses con lluvias mensuales menores o iguales a 50 mm. La ocurrencia de una estación seca de corta duración es favorable, en la costa norte el periodo lluvioso se extiende a 10 meses, mientras que en la costa sur occidental la época lluviosa tiene una duración aproximada de 7 meses (16)

### 3.1.9 Fertilización

Se considera que el sistema radicular de las plantas de hule comienza a ser funcional a partir de la maduración, del primer piso foliar o corona momento en el que se recomienda iniciar con un programa de fertilización, el cual debe basarse en un análisis químico y físico del suelo.

En el caso de la los almácigos que se utilizan son los que se cultivan directamente al suelo en la mayoría de los casos los almácigos, son establecidos en terrenos que ya han sido cultivados por lo que su contenido de nutrientes, es bajo y se hace necesaria la aplicación de fertilizantes tanto al suelo como al follaje (16).

Según experiencias de campo un plan de fertilización adecuado se presenta, en el (cuadro 1) y en el (cuadro 2). Estos son los programas fertilización que se utiliza en la mayoría de las fincas que se dedican al cultivo de hule y es el recomendado por la Gremial de Huleros de Guatemala (15).

**Cuadro 1** Programa de fertilización para almacigo de patrones.

ELEMENTO	FUENTE	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN
<b>Nitrógeno</b>	Urea (46-0-0)	12 gr/ planta	Al suelo	30, 60, 90, 120 150 ddt.
<b>Fósforo</b>	(10-50-0)	10 gr/ planta	Incorporado al suelo	30,90,120 ddt
<b>Potasio</b>	(15-15- 15)	10 gr/ planta	Incorporado al suelo	30,90,120 ddt
<b>Foliar</b>	Bayfolan	50cc/bomba de 16 lts.	Aspersión	A cada 21 días

ddt:Días después del trasplante

Fuente: Manual general del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*)(16).

Después de tres días de trasplantados los árboles de el almacigo o cama germinativa, se hace la fertilización con las formulas anteriores y en las cantidades establecidas.

### 3.1.9.1 Programa de fertilización foliar para almácigos sembrados en el suelo.

**Cuadro 2** Fertilización foliar para almácigos.

ELEMENTO	FUENTE	DOISIS
<b>N-P-K y Microelementos</b>	Bayfolan Forte	50 cc / 16lts..

Fuente: Manual general del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) (16).

Cuando se tienen patrones para injertar y alcanzan el grosor necesario se debe de suspender la fertilización tanto foliar como al suelo, y se prosigue con el programa después de despatronado de manera similar al que se menciona en el cuadro anterior sembrado directamente en el suelo y si fuere en caso de almácigos en bolsa (15).

### 3.1.10 Explotación de los árboles de hule

#### 3.1.10.1 La explotación

La pica es la técnica que el hombre emplea para obtener el producto del árbol de hule denominado látex la explotación de modo general esta determinada por factores constantes y variables (16).

#### 3.1.10.2 Factores constantes

El clon es un factor constante en todas las plantaciones, de hule las huleras deben de tener los mejores clones los mas resistentes a enfermedades tanto de follaje, como de panel de pica, se deben de seleccionar los clones con la característica de ser los mas rendidores.

Los clones deben de tener garantizada su pureza genética por la gremial de huleros de Guatemala, esto a través de el método de la electroforesis cada clon tienen un color asignado en una tabla, de tal suerte que un clon **IAN** y en clon **RRIC** tienen colores diferentes asignados y al momento de hacer la prueba de electroforesis se distingue por el resultado de su color y se garantiza de esa forma el material, los clones que están en el mercado muchas veces fallan, por condiciones que no se pueden controlar y se plantan clones muy rendidores pero a la larga no producen lo deseado, por el heveicultor lo que conlleva a estar constantemente cambiando las plantaciones viejas por, plantaciones nuevas(16).

### **3.1.10.3 Factores variables**

Entre los factores variables están la técnica de pica y las estimulaciones periódicas con ethrel látex, en las proporciones recomendadas por el Gremial de Huleros de Guatemala, el estado de los paneles de pica es otro factor variable, que se debe de considerar estos elementos se pueden, conjugar y llevar controles estrictos de manejo de los elementos o factores variables (16).

La corteza del Hevea es una fábrica de látex extraordinariamente eficiente, esta formada por una red de vasos, llamado “el tejido laticífero” situada en el liber, o corteza blanda del árbol pero presenta una textura dura por encima de esta. Allí se encuentran los tubos cribosos donde se da el transporte de la savia elaborada, que alimentan los distintos tejidos con sacarosa, producto de la fotosíntesis (16).

### **3.1.11 El inicio de la explotación**

#### **3.1.11.1 El panel de pica**

El panel de pica limita o define la zona de la corteza del tallo a explotar esta corteza puede estar virgen o no explotada, regenerada por primera vez con una sola explotación o regenerado por segunda vez (17).

Las normativas de apertura de paneles esta determinada por factores económicos y fisiológicos. En el aspecto económico se toma como norma iniciar la apertura de paneles cuando una plantación tiene 200 árboles por hectárea, o el 50 % de los mismos con circunferencia de tallo apropiado para la pica (17).

Desde el punto de vista fisiológico un árbol esta en condiciones de ser explotado, cuando su tallo tiene 55 centímetros de circunferencia (6 pulgadas de diámetro) a 1 metro de altura del suelo y un grosor de corteza mínimo de 6 milímetros, solamente árboles que han alcanzado grosor de pica deben ser explotados en plantaciones comerciales.

Técnicamente este número de árboles con grueso apropiado de pica debe corresponder a un mismo clon, de igual edad de siembre para que aproximadamente a los 6 años de edad se inicie su explotación (17).

La altura apropiada para, abrir los paneles, depende de la frecuencia de pica a emplear, así se usan los siguientes sistemas, para pica a cada dos días la altura es 1.50 metros, en pica a cada 3 días 1.30 metros, y en pica a cada 4 días 1.2 metros, en la parte baja del panel como se observa en la (figura 1). Que nos muestra los paneles de pica abiertos a las medidas que el heveicultor disponga según el método de explotación que se maneje en la finca donde explota el hule (17).

### **3.1.12 Preparación de árboles para el inicio de la explotación**

Las herramientas y el equipo para el inicio de la pica de los clones son los siguientes.

- ❖ Diametrador, pieza de madera en forma de horqueta con una abertura de 15 cm. (6") o en defecto se puede utilizar una cinta métrica para medir la circunferencia.
- ❖ Pintura y brochas: para señalar los árboles aptos para explotar.
- ❖ Cuchillas de pica: No. 1 de Angulo cerrado para explotar corteza virgen.
- ❖ Piedras para afilar cuchillas: de forma angular para desgastar y asentar las cuchillas.
- ❖ Banderola: lienzo de lamina galvanizada con una inclinación de 30 grados y con asta de madera con una longitud de acuerdo al sistema de pica a implementar.
- ❖ Rayador: que puede ser un clavo o punzón.
- ❖ Cinta o cordel: de 1.5 metros de largo con nudos en los extremos y en el centro.
- ❖ Regla de madera. De 1.5 metros de largo.
- ❖ Calibrador de espesor de corteza: De acero inoxidable y graduado en milímetros.
- ❖ Tazas o guacales: de ½ litro de capacidad.
- ❖ Espitas: pequeños canales de lamina galvanizada de 3x6 centímetros.
- ❖ Ganchos: de alambre galvanizado calibre 10 a 12 (para sostén de las tazas).
- ❖ Recipientes plásticos: cubetas (14).

#### **3.1.12.1 Insumos**

Los insumos necesarios para la buena pica se enumeran a continuación, los tres primeros depende del tipo de producto a obtener (6).

### **3.1.12.2 Anticoagulante**

Puede ser amoníaco o sulfito de sodio, las concentraciones de estos químicos serán recomendados por las plantas procesadora a las cuales se les haga entrega del producto, (en látex o coágulo). En general se usa amoníaco del 6 al 10 % de concentración para hacer látex centrifugado o cremado (6).

### **3.1.12.3 Coagulante**

Como coagulante se usa el ácido fórmico que de igual forma su concentración es recomendada por la planta procesadora generalmente viene a un 85 % y se diluye con agua para formar una solución del 5 al 8 % de concentración sirve para obtener chipa en el campo o coágulo en la finca (6).

### **3.1.12.4 Preservantes**

Se utilizan como protector de la oxidación, generalmente es el meta bisulfito de sodio a una concentración del 3 % para fabricar láminas ahumadas (6).

### **3.1.12.5 Fungicidas**

Son productos químicos que se usan para el control de enfermedades fungosas en el panel de pica o para curar y proteger otras partes de los árboles, todo está en función del diagnóstico y la recomendación que se haga para cada hongo de acuerdo a su clasificación (6).

### **3.1.12.6 Época de inicio de la pica**

Una vez los árboles son debidamente equipados, se puede iniciar la labor de pica. Se recomienda iniciar la pica generalmente en el mes de abril o sea a finales del verano, para que el árbol en el inicio de la producción no tenga que soportar el ataque severo de enfermedades en el panel, las que por lo general encuentran condiciones favorables para su desarrollo en la época lluviosa a partir del mes de abril (16).

### **3.1.12.7 Labor de pica**

La labor de pica es lo más importante de una plantación de hule hevea, ya que a través de la misma se extrae el producto que se comercializa, además de la labor de pica depende el rendimiento y la vida económica de una plantación, el procedimiento normal que un picador sigue para realizar su labor es el que se describe a continuación (6).

- ❖ quita la chipa de la taza o guacal y la deposita en la cubeta que trae consigo.
- ❖ quita la hilacha que esta pegada sobre el corte de pica y el canal de escurrimiento y procede a guardarla por separado.
- ❖ En el extremo superior del canal o zona de incisión, se realiza con la cuchilla el corte hacia atrás hasta el canal de tope, con el fin de picar exactamente la mitad del árbol y calcular la cantidad de corteza a consumir.
- ❖ Inmediatamente coloca la cuchilla en posición de realizar la pica haciendo cortes de unos 4 a 5 centímetros de largo, sin volver la cuchilla halándola siempre hacia atrás. Conforme el picador realiza la pica debe desplazarse hacia atrás para finalizar en el extremo inferior del canal con la cuchilla bien posicionada, al final la porción de corteza consumida en el corte debe tener un espesor uniforme de aproximadamente 1 a 5 milímetros según el sistema de pica que se maneje.
- ❖ Antes de que el látex llegue a la espita y a la taza, el picador debe quitar cualquier resto de hule coagulado o material extraño o pedazo de corteza que se encuentre depositado, en el recipiente a si se reduce el riesgo de contaminación del látex.
- ❖ Si se trata de manejo de coagulo se coloca en la taza de 6 a 8 gotas de sulfito de sodio al 5 %, que sirve de anticoagulante para el látex, si se trata de manejo de látex coloca uno en la taza concentraciones de amoníaco como de sulfito y dependerán principalmente de la planta procesadora donde se entregue el producto, esta solución según el caso el picador las lleva en un recipiente, cuya tapadera tiene un pequeño agujero por donde vierte sus contenidos hacia la taza.
- ❖ Inmediatamente se procede de la misma forma con el árbol siguiente y así sucesivamente hasta finalizar lo más temprano posible, para lograr un buen escurrimiento de látex en toda la tarea de pica (16).
- ❖ La recolección del producto o látex ya sea para coagulo o para entrega de látex, se realiza cuando la mayoría de árboles de una plantación han dejado de gotear lo que depende principalmente de factores como: El clon, existen clones con mayor tiempo de goteo que otros como la Época del año, durante la época seca el periodo de goteo y el rendimiento del látex son menores, reduciéndose hasta en un 60 % con relación a lo que se produce en época de lluvia cuando el látex es menos concentrado, Uso de estimulantes, cuando una

plantación es estimulada con productos como ethrel, esta presenta un mayor tiempo de goteo en cada pica por lo que la producción por cada pica aumenta.

- ❖ En nuestro medio sin estimulación el horario de recolección de látex durante la época lluviosa, se realiza de 11:00 a 12:30 a.m. y en época seca se hace de las 10:00 a 11:00 a.m. en lugares donde tiende a volver en las primeras horas de la tarde, la recolección se debe hacer antes de las lluvias.
  
- ❖ Cuando se aplica estimulante la recolección se debe realizar después de las 12:00 horas, para aprovechar el máximo tiempo de goteo e incluso se puede hacer una recolección extraordinaria, en horas de la tarde, lo anterior esta sujeto al limite de tiempo que imponga la hora de inicio de las lluvias, es importante considerar que este aumento de producción representa del 15 al 25 % de la misma. (13)(19).

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Ubicación geográfica**

La estación de fomento Navajoa, jurisdicción de Morales del departamento de Izabal se ubica entre los paralelos:

Latitud Norte: 15 grados, 31 minutos y 32 segundos.

Longitud Sur: 88 grados, 44 minutos y 16 segundos.

A una altura de 40 metros sobre el nivel del mar, dista de la ciudad capital a 258 kilómetros por la carretera que conduce a Puerto Barrios (C.A- 9 norte) y del municipio de Morales a 15 kilómetros (7).

### **3.2.2 Clima**

En base a la clasificación de Thornthwaite esta zona se ubica en una región con clima húmedo con invierno benigno, vegetación natural sin estación seca bien definida temperatura promedio de 26 °C, precipitación pluvial de 2500 a 3000 milímetros por año, distribuidos en doce meses, humedad relativa de 85 % de promedio anual (11).

### **3.2.3 Zona de vida**

Según diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo: L:R: Holdridge, basado en la labor de J:R: de la cruz S. se encuentra en un bosque muy húmedo subtropical (cálido) bmh-S(c),(18).

### **3.2.4 Hidrografía**

La estación de fomento Navajoa se ubica en la cuenca del Motagua y Sub-cuenca grande de Zacapa y Motagua

### **3.2.5 El suelo**

De acuerdo con el estudio de reconocimiento de los suelos realizados por Simmons, Tarano y Pinto, estos suelos pertenecen a la serie Champona, arcilla esquistosa todos están completamente lixiviados y son ácidos siendo suelos poco productivos pero para el cultivo de hule han presentado buenos resultados (3).

### 3.2.6 Clones de hule

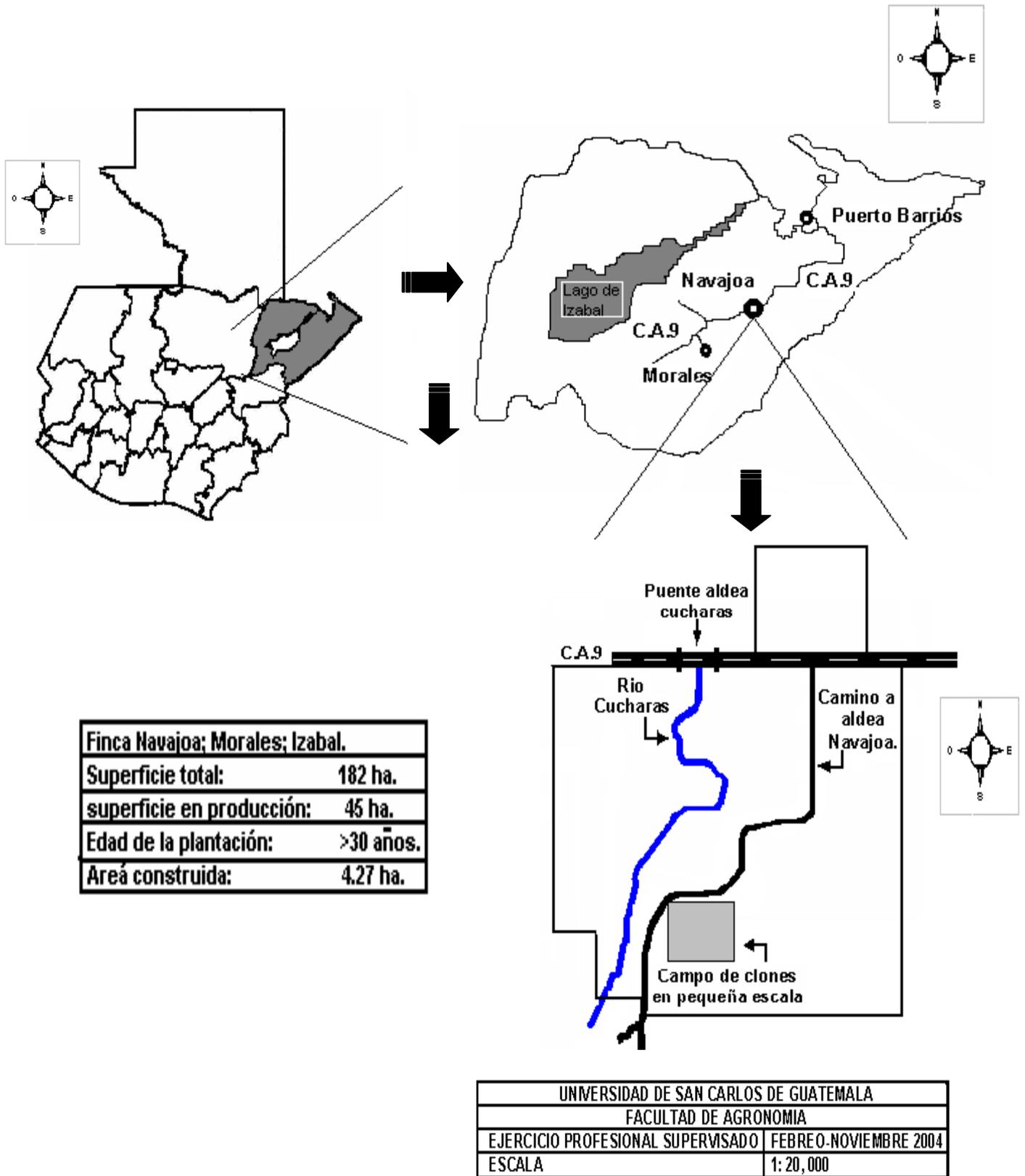
El material vegetal son clones de (*Hevea sp.*), que fueron creados en América Latina, Malasia, Indonesia, Srilanka y otros países productores de hule y que todavía no se conocen por su adaptación a las condiciones edafo-climáticas del país estos clones se obtuvieron a partir de plantas madres y se multiplicaron por vía vegetativa es decir por enjertación en jardines clónales(3).

**Cuadro 3.** Este cuadro nos muestra los cruces de los aparéntales de los árboles utilizados en el experimento y su país de origen (3).

PARENTALES			
CLON	MASCULINO	FEMENINO	ORIGEN
FX – 985	F – 315	AVROS-183	<b>BRASIL</b>
FX – 2261	F – 1619	AV-183	<b>BRASIL</b>
FX – 3864	PB – 86	FB-38	<b>BRASIL</b>
FX – 3899	F – 4542	AB-363	<b>BRASIL</b>
FX – 4098	PB – 86	B-110	<b>BRASIL</b>
GT – 1	CLON PRIMARIO		<b>JAVA</b>
GU – 198	GT – 711	FX-16	<b>GUATEMALA</b>
IAN – 710	PB – 86	F-409	<b>BRASIL</b>
IAN – 713	PB – 86	F-409	<b>BRASIL</b>
IAN – 873	PB – 86	FA-1717	<b>BRASIL</b>
IAN – 3087	FX – 516	PB-86	<b>BRASIL</b>
IAN – 6323	TJIR – 1	FX-3810	<b>BRASIL</b>
IAN – 7388	LL – 49	P-316	<b>BRASIL</b>
PB – 217	PB - 5/51	PB-6/9	<b>MALAYSIA</b>
PB – 254	PB - 5/51	PB S78	<b>MALAYSIA</b>
PB – 255	PB - 5/51	PB-32/36	<b>MALAYSIA</b>
PB – 260	PB - 5/51	PB-49	<b>MALAYSIA</b>
PB – 280	POLINIZACION LIBRE		<b>MALAYSIA</b>
PR – 300	PR – 226	PR-228	<b>JAVA</b>
RRIC - 100	RRIC – 52	PB-86	<b>SRILANKA</b>
RRIC - 101	CH – 26	RRIC-7	<b>SRILANKA</b>
RRIC - 121	PB - 28/59	IAN-873	<b>SRILANKA</b>
RRIC - 130	IAN – 710	RRIC-52	<b>SRILANKA</b>
RRIM - 600	TJIR – 1	PB-86	<b>MALAYSIA</b>
RRIM - 712	RRIM – 605	RRIM-71	<b>MALAYSIA</b>

Fuente: Chen, GR. 1996. Evaluación del comportamiento agronómico de 25 clones de del hule (*Hevea brasiliensis*)(3).

Los clones mencionados en el cuadro anterior fueron elegidos para este experimento, en base a que estos fueron evaluados en regiones diferentes a la zona atlántica, dando buenos resultados algunos en producción pero susceptibles a enfermedades, en follaje y panel de pica, bajo estas condiciones se cree necesario evaluar el comportamiento de ellos bajo las condiciones de esta región (3).



**Figura 1** Ubicación de la finca Navajoa, Gremial de Huleros de Guatemala. En el municipio de Morales, departamento de Izabal.

## 4.- OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL:

- ❖ Identificar los clones que reporten el mayor rendimiento, en kilogramos de hule coagulado por hectárea.

### 4.2 ESPECIFICOS:

- ❖ Determinar la producción de hule coagulado en kilogramos por hectárea y la rentabilidad para cada tratamiento.
- ❖ determinar para cada clon la longitud del panel de pica, diámetro del fuste y la altura.
- ❖ Realizar una correlación lineal simple de las variables longitud de panel, diámetro, y altura para determinar si hay relación con la producción.

## 5.- HIPOTESIS

- ❖ Al menos uno de los clones a evaluar reportara mayor rendimiento que los demás expresados en kilogramos de hule coagulado por hectárea.
- ❖ Existe correlación de la producción con las variables, longitud de panel, altura de los árboles y diámetro a un metro de altura de los 25 clones a evaluar.

## 6.- METODOLOGÍA

### 6.1 Tratamientos

Los tratamientos, son los materiales genéticos, que a continuación se presentan se identifican, con los códigos asignados, por las instituciones que los crearon.

**Cuadro 4.** Significado de los nombres de los clones utilizados en el experimento, y país de Procedencia.

CLON	SIGNIFICADO	PROCEDENCIA
FX	Ford Cross	Brazil
IAN	Instituto Agronómico do norte	Brazil
GT	Gondang Tapen	Java
GU	Guatemala	Guatemala
PB	Prang Besar	Malasia
PR	Proefstation V. Rubber	Java
RRIC	Rubber Research Institute of Ceilan	Sri Lanka
RRIM	Rubber Research Institute of Malasia	Malasia

**Cuadro 5.** Identificación y nombre de cada uno de los clones utilizados en el campo experimental en la finca Navajoa en Morales Izabal.

IDENTIFICACION	CLON
FX Ford Cross	FX 985, FX 2261, FX 3864,FX 3899,FX 4098
IAN Instituto agronómico del norte	IAN 710, IAN 713, IAN 873, IAN 3087 IAN6323, IAN 7388
GT Gondang Tapen	GT-1
GU Guatemala	GU 198
PB Prang Besar	PB 217, PB 254, PB 255, PB 260, PB 280
PR Proefstation V. Rubber	PR 300
RRIC Rubber Research Institute of Ceilan	RRIC100, RRIC 101, RRIC 121, RRIC130
RRIM Rubber Research Institute of Ceilan	RRIM 712,RRIM 600

Los diferentes tratamientos, fueron distribuidos en los 4 bloques del experimento, de forma aleatoria, y quedaron como lo muestra el (cuadro 5), a cada bloque se asigno un color, para diferenciar los resultados, el color de identificación quedo especificado en cada boleta de registro, para cada una de las variables que fueron medidas.

Al bloque 1 se asigno el color negro, al bloque 2 se asigno el color verde, al bloque 3 se asigno el color rojo, y al bloque 4 se asigno el color azul.

**Cuadro 6.** Ubicación de los tratamientos en el experimento por bloque y color.

BLOQUE 3 COLOR ROJO			BLOQUE 4 COLOR AZUL.	
PB 280	PR 300	RRIM 600	RRIM 712	IAN 7388
IAN 873	RRIC 121	FX 2261	PB 254	PB 280
RRIC 1001	FX 3899	RRIC 130	RRIC 130	FX 2261
GU 198	IAN 713	GT-1	FX 3864	PB 260
IAN 710	FX 985	IAN 3087	GT-1	IAN 6323
PB 255	FX 3864	PB 217	FX 3899	PB 255
PB 254	RRIC 100	RRIC 100	IAN 710	FX 4098
FX 4098	RRIM 712	IAN 3087	GU 198	FX 985
IAN 7388	IAN 3623	IAN 713	RRIC 121	IAN 873
PB 217	PB 260	RRIC 101	PR 300	RRIM 600
IAN 710	PB 255	PB 254	RRIM 712	FX 3899
IAN 6323	GU 198	FX 3864	PB 217	PR 300
FX 2261	RRIC 121	GT-1	RRIM 600	FX 2261
RRIM 600	FX 4098	IAN 7388	IAN 7388	PB 255
RRIC 101	IAN 713	FX 985	IAN 6323	FX 4098
RRIM 712	PB 260	RRIC 121	RRIC 101	RRIC 130
PB 280	IAN 873	IAN 710	FX 985	RRIC 100
RRIC 100	IAN 3087	IAN 3087	PB 280	PB 254
FX 3899	PB 217	PB 260	IAN 713	IAN 873
PR 300	RRIC 130	GU 198	FX 3864	GT-1

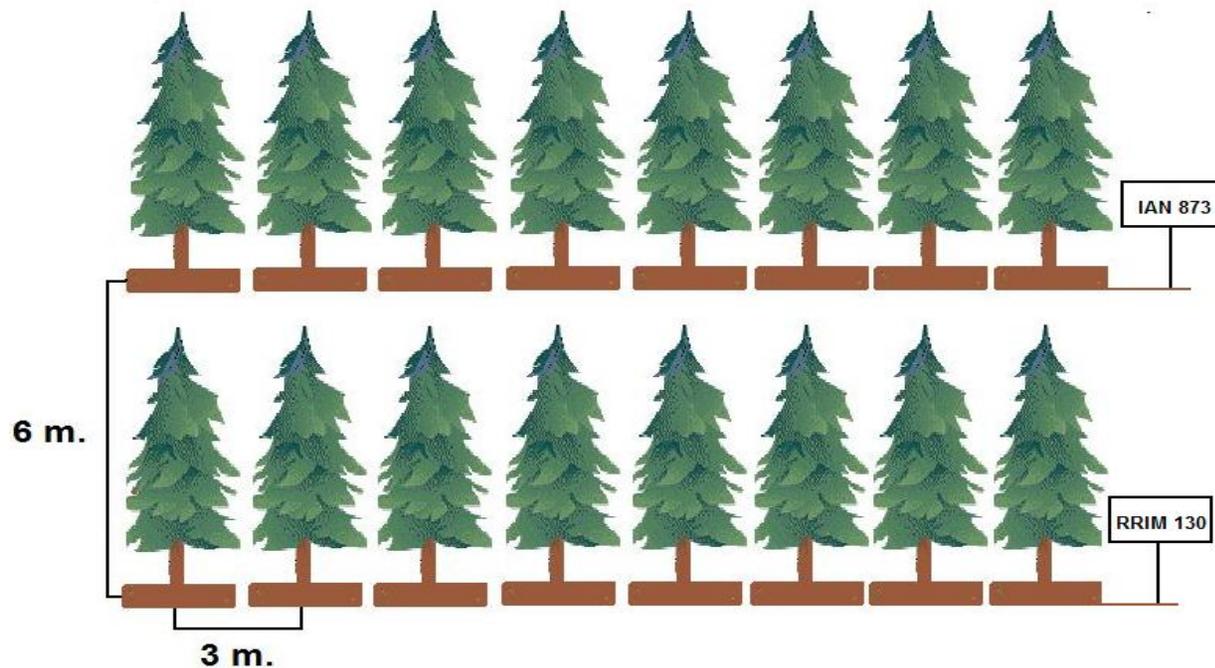
BLOQUE 2 COLOR VERDE

BLOQUE 1 DE COLOR NEGRO.

## 6.2 Unidad experimental

Cada unidad experimental, Consto de 8 árboles sembrados a una distancia de 6mts, entre surco y 3 m entre planta, por ejemplo en el bloque 2 color verde el tratamiento IAN 710 tenía un total de 8 árboles establecidos y estos 8 conforman la unidad experimental, lo que hace un total en área de 24 m, por cada unidad experimental, 5 unidades experimentales conformaban 1 surco que equivale a 720 m y el total de surcos era de 20 lo que hace un total de 14,400 metros cuadrados para el área total de experimento o 1.44 ha y con un total de 800 árboles.

Fig. 2 Ejemplo de dos unidades experimentales con sus dimensiones.



### 6.3 Diseño experimental

El experimento se encuentra, distribuido en un diseño, de bloques al azar con 25 tratamientos, y cuatro repeticiones o bloques, cada bloque consto de 25 unidades experimentales de 8 árboles cada una.

### 6.4 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

#### DONDE:

$Y_{ij}$  : Variable respuesta del  $i$ -esimo tratamiento en el  $j$ -esimo bloque.

$M$  : efecto de la media general

$T_i$  : efecto del  $i$ -esimo tratamiento.

$B_j$  : efecto del  $j$ -esimo bloque.

$E_{ij}$  : efecto del error experimental del  $i$ -esimo tratamiento en el  $j$ -esimo bloque.

## **6.5 Variables de respuesta**

### **6.5.1 Producción**

La labor de pica de los árboles se hacía cada 4 días estrictamente, por la mañana y se cosechaba cada tres días, un día antes de la siguiente pica. La coagulación la realizaba el trabajador de turno, aplicando ácido fórmico diluido a una concentración del 5 %, el material coagulado se colectaba en unas bolsas de plástico identificadas para cada clon, y los pesos se registraban en una boleta en (kg).

### **6.5.2 Diámetro del árbol tomado a un metro de altura**

Se realizó una sola medida, en los diez meses que duró la cosecha, se utilizó una cinta métrica, y se midió la circunferencia del tallo del árbol, tomando la medida desde el suelo, a donde el tallo alcanzara un metro de altura, los resultados que se obtuvieron, se anotaron en la boleta para diámetros, (Anexo 17) todos los datos se tomaron en metros (m).

### **6.5.3 Altura de la planta**

Se realizó una sola medida, en los diez meses que duró la cosecha esta se realizó con un clinómetro, aparato de uso forestal, para medir alturas de árboles, los resultados obtenidos se anotaron en la boleta (Anexo 17), para las alturas los datos se tomaron en metros (m).

### **6.5.4 Longitud del panel de pica**

El dato de esta variable, se tomó una sola vez, durante la cosecha de los 10 meses, la medición se hizo con una cinta métrica directamente sobre el panel de pica en el último corte, los datos se anotaron en la boleta de longitudes de panel de pica en metros (m). (Anexo 17).

### 6.5.5 Análisis económico

Para este caso, se tomaron en consideración, los costos fijos y los costos variables utilizados en la realización del experimento, se analizó la rentabilidad de los 21 tratamientos en evaluación, conociendo la producción de hule coagulado en kg/ha de cada uno de los clones, para determinar cual o cuales son los tratamiento mas rentable en este estudio los datos de la rentabilidad se muestran en el cuadro 21.

### 6.5.6 Manejo del experimento

Para el mantenimiento de los paneles de pica, se utilizó, Carvendasin, 2(-Metoxicarbomilamino)-benzimidazol, 60 – 100 gr / lts / agua, en el caso del producto aplicado directamente sobre el panel de pica 20 ml. de solución por panel de pica, una vez al mes durante la cosecha de 10 meses.

No se realizó ninguna fertilización, en el experimento, fue sembrada la planta leguminosa llamada (*Pueraria spp.*), Planta fijadora de Nitrógeno en el suelo.

Se realizaron dos limpiezas manuales para el control de las malezas, y de la (*Pueraria spp.*). Para mantener limpios los rótulos de identificación de los tratamientos.

## 7.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Producción de hule coagulado en kg / ha

El cuadro 7, presenta los pesos de la producción de hule coagulado obtenidos en la cosecha, y todos los resultados están expresados en kg / ha, para los 25 clones evaluados y sus 4 repeticiones.

Cuadro 7. Producción de hule coagulado en Kg/ha de cada uno de los clones evaluados, los datos fueron tomados para cada tratamiento con sus cuatro repeticiones.

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Kg/Ha
FX 2261	78.2	70.96	78.68	61.4	289.24
FX 3864	106.2	132.84	107.74	106.16	452.94
FX 3899	97.42	95.12	101.4	74.16	368.1
FX 4098	122	74.22	133.24	104.42	433.88
FX 985	50	63.64	50.84	68.08	232.56
GT-1	0	0	0	0	0
GU 198	76.96	62.38	70.84	46.76	256.94
IAN 3087	120.64	112.36	111.56	120	464.56
IAN 6323	86.6	70.7	93.18	95.56	346.04
IAN 710	76.62	75.8	75.42	77.12	304.96
IAN 713	74.02	60.34	83.08	75.62	293.06
RRIM 712	0	0	0	0	0
IAN 7388	34.38	30.52	15	31.56	111.46
IAN 873	99.02	122.9	109.84	105.42	437.18
PB 217	53.36	51.9	32.5	26.06	163.82
PB 254	0	0	0	0	0
PB 255	101.08	79.4	77.16	32.34	289.98
PB 260	64.84	35.16	42.3	19.62	161.92
PB 280	114.48	81.78	67	68	331.26
PR 300	0	0	0	0	0
RRIC 100	83.9	89.48	75.56	73.26	322.2
RRIC 101	59.78	38.38	131.12	32.32	261.6
RRIC 121	65.18	29.72	52.76	31.36	179.02
RRIC 130	124.64	146.1	136.32	155.82	562.88
RRIM 600	55.48	26.72	65.48	48.94	196.62

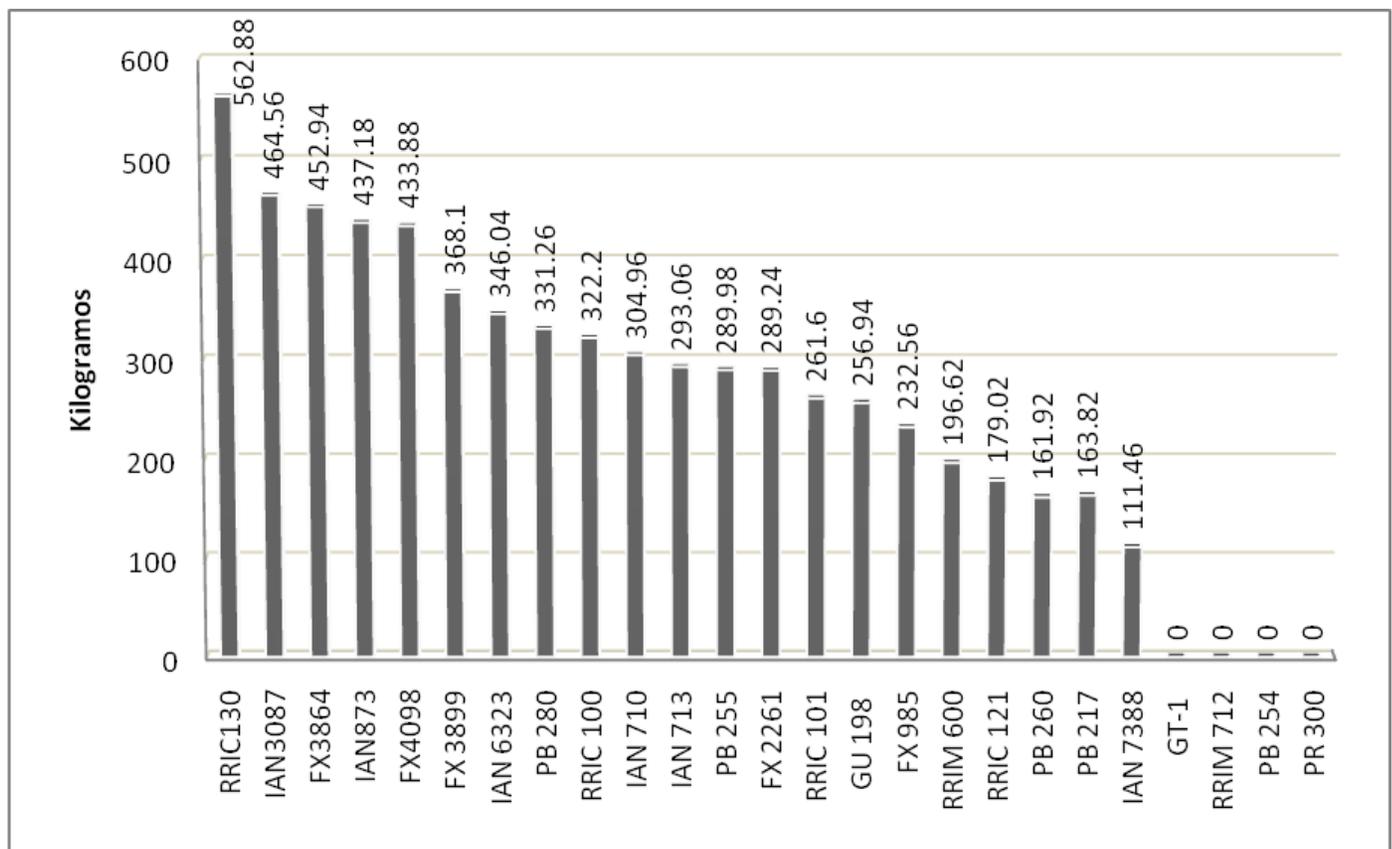
Fuente: Base de datos de la producción de hule coagulado.

En el cuadro 7 los tratamientos GT-1, RRIM 712, PB 254, PR 300, no alcanzaron un diámetro ideal para la pica, por consiguiente no produjeron hule coagulado. Estos clones No se desarrollaron, ni se adaptaron a las condiciones de siembra del experimento, de 6 metros entre surco y 3 metros entre planta, como lo presenta la figura 2. Estas dimensiones de siembra hacen que los árboles en evaluación compitan por agua, luz, y nutrientes en el suelo. Y los que se

adaptan, a estas condiciones adversas presentan los mejores genotipos y fenotipos que se manifiestan en los diámetro, alturas, y producción de hule coagulado para cada árbol de hule del experimento.

Los clones seleccionados en este experimento, pasaran a otra fase de experimentación llamada hulera comercial, la variación en esta fase es que los distanciamientos de siembra serán diferentes a los usados en los experimentos, se utilizaran 6 metros entre plantas y 6 metros entre surcos, en estas condiciones los árboles no compiten por los recursos como en un experimento y desarrollan mejor sus características.

Figura 3. Producción de hule coagulado en Kg / ha, para cada tratamiento ordenados de acuerdo al número de kilogramos producido.



En la figura 3, se puede apreciar como el clon **RRIC 130** supero los 500 kg con un total de 562.88 kg, colocándose en el primer lugar siendo el tratamiento de mayor producción, los clones **IAN**

**3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098**, se encuentran superando los 400 kg pero están por debajo de el tratamiento **RRIC 130**.

Los clones **FX 3899, PB 280, IAN 6323, RRIC 100, IAN 710, IAN 713, PB 255, FX 2261, RRIC 101, GU 198**, y el **FX 985** están produciendo entre 300 y 200 kg de hule, como lo muestra la figura 3, por lo que se consideran como buenos pero los primeros 5 los superan en la producción.

El siguiente grupo de clones no superó los 200 kg de hule coagulado estos son el **RRIM 600, RRIC 121, PB 260, PB 217**, y el **IAN 7388**, estos tratamientos se consideran los más bajos en cuanto a la variable evaluada. Los clones que no ingresaron a pica fueron el **PR300, RRIM 712, GT-1, PB254**, los arboles de estos tratamientos no dieron diámetro de pica por lo que no fueron banderilleados para abrirles su correspondiente panel de pica, y no produjeron hule coagulado durante el experimento.

#### **7.1.1 Prueba de Tukey para la producción de hule coagulado en kg / ha.**

El cuadro 8. Presenta los datos de la prueba de TUKEY, donde los clones **RRIC 130, IAN 3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098** son los mejores tratamientos de la evaluación, según la prueba de TUKEY son estadísticamente iguales y presentan el mayor rendimiento, en kilogramos de hule coagulado por hectárea de los 25 clones evaluados, este grupo es el que se recomienda para la siguiente fase de la experimentación llamada producción comercial de hule coagulado.

El siguiente grupo de clones **FX 3899, PB 280, IAN 6326, RRIC 100**, y el **IAN 710**, en la prueba de medias TUKEY, tiene una media de producción clasificada como buena pero igual se descartan, de la parcela comercial junto con el resto de los clones evaluados **FX 3899, PB280, IAN 6323, RRIC 100, IAN 710, IAN 713, PB 255, FX 2261, RRIC 101, GU 198, FX 985, RRIM 600, RRIC 121, PB 260, PB 217, IAN 7388**.

Los clones que no ingresaron a pica fueron el **PR300, RRIM 712, GT-1, PB254**, es el grupo de clones que presentan un dato de 0 gramos producido, no tienen panel de pica.

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey para la variable Producción de hule coagulado en kilogramos.

Clon	Medias								
RRIC130	70.36	A							
IAN3087	58.08	A							
FX3864	56.67	A							
IAN873	54.64	A							
FX4098	54.25	A							
FX3899	46.19		B						
PB280	43.78		B						
IAN6323	43.25		B						
RRIC100	40.27		B						
IAN710	38.11		B						
IAN713	36.63			C					
PB255	36.24				D				
FX2261	36.14				D				
RRIC101	32.69					E			
GU198	32.12					E			
FX985	29					E			
RRIM600	24.57						F		
RRIC121	22.38							G	
PB260	20.73							G	
PB217	20.72							G	
IAN7388	12.85								H
PR300	0								H
RRIM 712	0								H
GT-1	0								H
PB 254	0								H

Fuente: Elaboración propia en el paquete estadístico SAS.

### 7.2 Diámetro de los árboles a un metro de Altura en (Cm)

El cuadro 9, presenta los diámetros de los árboles a un metro de altura, para los 25 tratamientos y sus 4 repeticiones, en total se diametraron 672 árboles sin incluir al material de borda del clon **IAN 873** el resultado de la diametración de todos los árboles esta expresado en (Cm).

**Cuadro 9.** Diámetros de los clones de hule expresados en Cm, datos tomados a un metro de altura, para cada tratamiento con sus 4 repeticiones.

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Cm.
FX 2261	61.82	58.81	66	58.82	61
FX 3864	61.68	57.87	64.06	64.14	61
FX 3899	55.12	64.15	63.32	57.95	60
FX 4098	65.21	67.28	68.42	62.7	65
FX 985	63.75	57.75	64.14	64.57	62
GT-1	36.93	62.56	40.26	33.12	43
GU 198	58.91	61.61	57.8	52.22	57
IAN 3087	62.87	68.27	64.25	68.98	66
IAN 6323	60.38	67.11	66.01	63.68	64
IAN 710	72.51	70.62	65.8	62.82	67
IAN 713	67.86	68.14	67.73	67.75	67.
RRIM 712	38	38.41	31.5	40.87	37
IAN 7388	73.71	79.44	73.58	74.14	75
IAN 873	69	72.65	72.37	62.22	69
PB 217	44.45	57.33	44.81	48.12	48
PB 254	0	56.92	32.88	39.18	32
PB 255	53.25	62.33	57.02	42.2	53
PB 260	49.68	51.12	50.7	43.18	48
PB 280	58.85	65.42	62.12	52.48	59
PR 300	38.56	35.45	53.62	48.22	43
RRIC 100	66.83	65.28	62.83	64.26	64
RRIC 101	41.38	53.07	51.66	132.33	69
RRIC 121	43.68	58.71	58.37	41.41	50
RRIC 130	62	58.52	66.13	68.86	63
RRIM 600	45.5	50.41	54.87	51.75	50

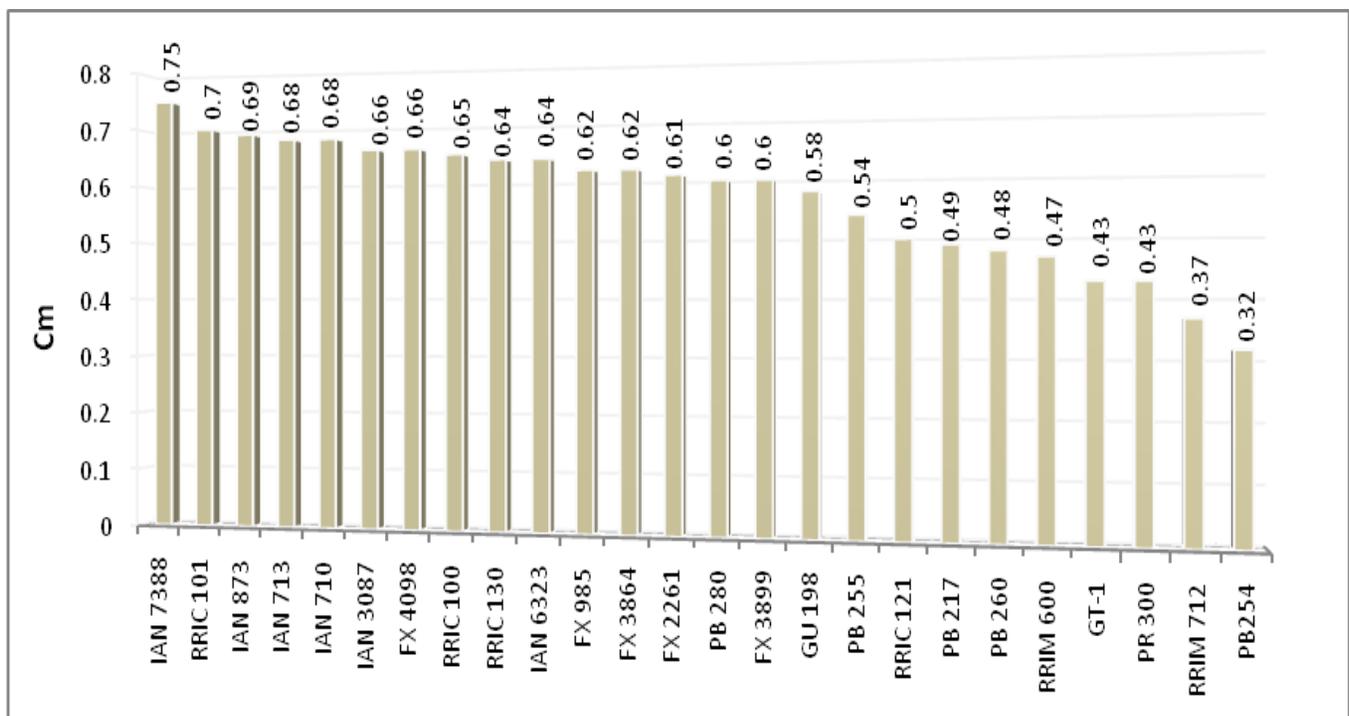
Fuente: Base de datos de los diámetros de los árboles a un metro de altura.

Los resultados obtenidos en la diametración de los árboles a un metro de altura, del cuadro 9, demuestran que los clones que presentan un diámetro entre 0.75 y 0.60 Cm. son el **IAN 7388**, **RRIC101**, **IAN873**, **IAN713**, **IAN710**, **IAN3087**, **FX4098**, **RRIC 100**, **RRIC 130**, **IAN6323**, **FX985**, **FX 3864**, **FX 2261**, **PB 280**, **FX 3899**, los tratamientos que se encuentran entre los rangos de 0.50 y 0.45 Cm, de diámetro son el, **GU 198**, **PB 255**, **RRIC 121**, **PB 217**, **PB 260**, **RRIM 600**. Y el siguiente grupo de clones **GT-1**, **PR300**, **RRIM 712**, **PB 254**, presentan un dato de diametración no mayor de 0.45 cm, por esto no entraron a la fase de producción, en el cuadro 7 este grupo de clones presenta un dato de 0 kg, de hule coagulado, la razón es que no tienen un panel de pica abierto.

En el **cuadro 8**, la prueba de tukey presenta un grupo de 5 clones que manifiestan los más altos rendimientos en la producción de hule coagulado, estos clones también se encuentran entre los tratamientos que tienen diámetros muy buenos y están en el primer grupo tukey de diámetros del **cuadro 10**. Gráficamente los diámetros de los fustes de los árboles de hule se ordenaron de mayor a menor en la **figura 5**, para observar que tratamientos tienen los mejores diámetros de los 25 evaluados.

En los fustes de los árboles se ralla un panel de pica, o banderilleado del panel, este indica el área de desgaste mensual de la corteza de un árbol la condición para rallar un panel de pica en un clon de hule es tener un diámetro mayor a 45 cm, esta es la importancia de tener rodales de árboles de hule que manifiesten al menor tiempo diámetros mayores a 45 Cm.

Figura 4. Diámetros de los arboles evaluados en el experimento, ordenados de mayor a menor para cada tratamiento, todos los datos están en Cm.



### 7.2.1 Prueba de Tukey para los Diámetros de los árboles a un metro de altura en (Cm.)

El cuadro 10, presenta los resultados de la prueba de medias Tukey, donde se determina que hay 2 grupos definidos, el grupo de clones con un diámetro mayor a los 0.45 Cm. Y el otro con un diámetro menor a 0.45 Cm, el primer grupo lo integran los tratamientos, **IAN 7388, RRIC101, IAN873, IAN713, IAN710, IAN3087, FX4098, RRIC 100, RRIC 130, IAN6323, FX985, FX 3864,**

**FX 2261, PB 280, FX 3899, , GU 198, PB 255, RRIC 121, PB 217, PB 260, RRIM 600**, en esta prueba todos los tratamientos son estadísticamente iguales no hay una diferencia muy notoria en esta característica, los clones **GT-1, PR 300, RRIM 712, PB 254**, no tienen un diámetro apto para realizarles el banderilleado ya que es menor a los 0.45 Cm.

Como dato importante los clones **RRIC 130, IAN 3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098** reportan los mejores resultados en cuanto a la producción de hule coagulado, cuadro 8 en cuanto a la variable diámetro estos clones se encuentra ubicado en el grupo que supero los 45 Cm, requisito para que los clones tengan un panel banderilleado que indique el desgaste que se realiza al momento de realizar la pica para cosechar el látex coagulado de hule.

**Cuadro 10.** Prueba de medias tukey para la variable diámetro.

Clon	Media			
IAN873	75.22	A		
RRIC101	69.61	A	B	
IAN7388	69.06	A	B	
IAN710	67.94	A	B	
IAN713	67.87	A	B	
IAN3087	66.09	A	B	
FX4098	65.9	A	B	
RRIC100	64.8	A	B	
IAN6323	64.29	A	B	
RRIC130	63.87	A	B	
FX985	62.55	A	B	
FX3864	61.37	A	B	
FX2261	61.36	A	B	
FX3899	60.14	A	B	
PB280	59.72	A	B	
GU198	57.64	A	B	
PB255	53.7	A	B	
RRIC121	50.54	A	B	
PB217	48.68	A	B	
PB260	48.67	A	B	
RRIM600	47.38	A	B	
GT-1	43.33	A	B	C
PR 300	43.21	A	B	C
RRIM 712	37.12	A	B	C
PB254	32.40	A	B	c

FUENTE: Elaboración propia en el paquete estadístico SAS.

### 7.3 Altura de los árboles en (m.)

Altura de los árboles de hule para los 25 tratamientos y sus 4 repeticiones, el resultado esta expresado en mts como lo muestra el cuadro 11.

**Cuadro 11.** Altura de los árboles de hule de los 25 clones evaluados con sus cuatro repeticiones todos los resultados están en metros.

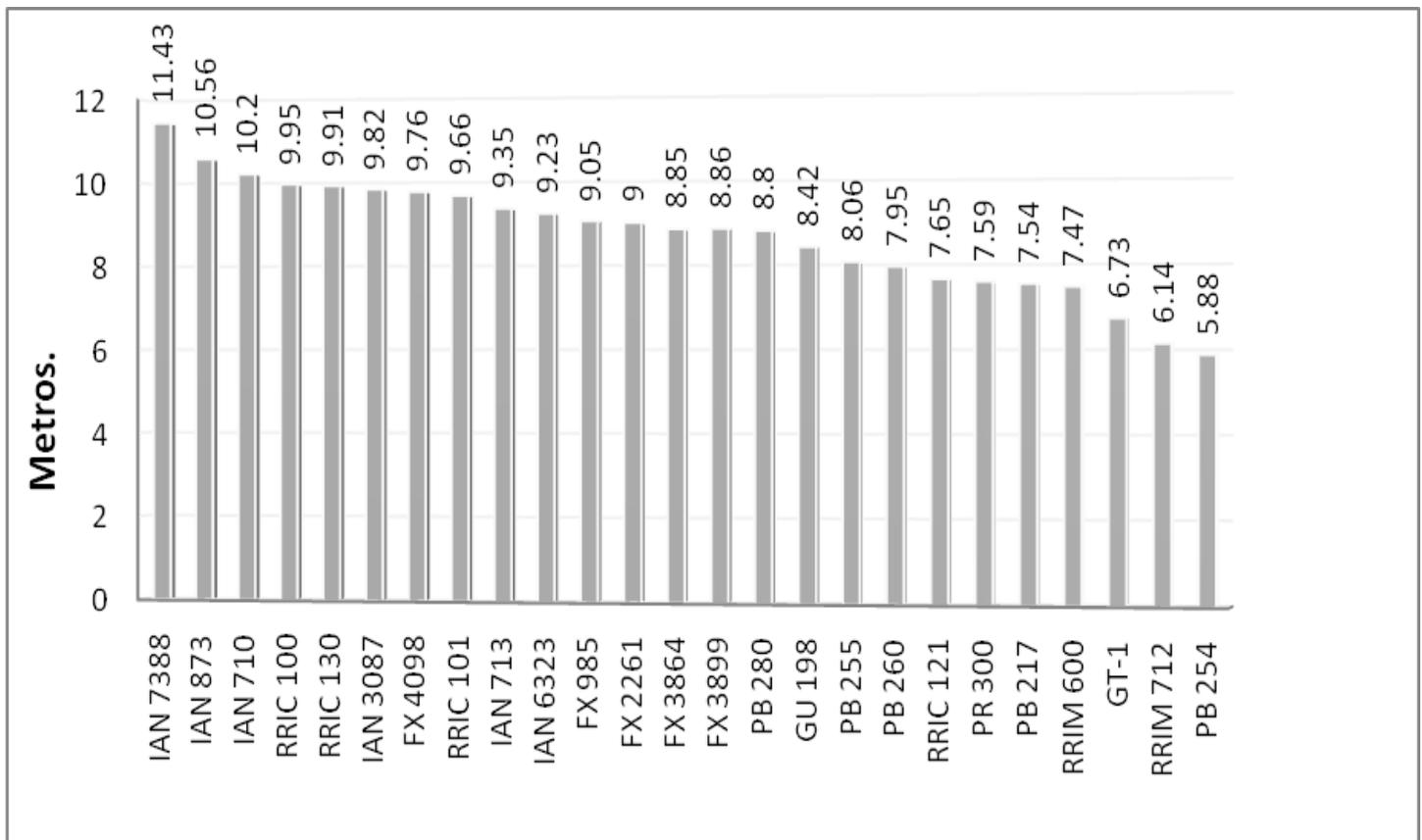
Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Promedio m.
FX 2261	9.1	8.95	9.24	8.86	9
FX 3864	8.86	7.86	9.34	9.35	8.85
FX 3899	8.36	9.36	9.23	8.49	8.86
FX 4098	9.28	10.18	10.36	9.23	9.76
FX 985	8.51	8.66	9.41	9.65	9.05
GT-1	6.31	8.86	6.51	5.26	6.73
GU 198	8.73	8.81	8.32	7.83	8.42
IAN 3087	9.49	10.03	9.75	10.03	9.82
IAN 6323	8.56	9.61	9.45	9.32	9.23
IAN 710	11.12	11.66	9.56	8.46	10.2
IAN 713	9.38	9.45	9.33	9.26	9.35
RRIM 712	6.12	6.33	5.63	6.51	6.14
IAN 7388	11.22	12.21	11.08	11.2	11.43
IAN 873	11.51	11.56	10.33	8.86	10.56
PB 217	7.24	8.76	7.26	6.89	7.54
PB 254	0	8.56	8.45	6.5	5.88
PB 255	8.39	9.12	8.16	6.58	8.06
PB 260	8.26	8.45	8.36	6.76	7.95
PB 280	8.85	9.1	8.92	8.33	8.8
PR 300	6.46	7.42	8.63	7.85	7.59
RRIC 100	10.48	10.26	9.56	9.52	9.95
RRIC 101	6.46	8.31	8.26	15.63	9.66
RRIC 121	7.1	8.56	8.45	6.5	7.65
RRIC 130	9.24	8.49	10.56	11.35	9.91
RRIM 600	6.66	8.45	8.26	6.51	7.47

FUENTE: Datos de altura de los arboles en el experimento finca Navajoa Morales Izabal.

El cuadro 11, nos muestra la altura de los tratamientos, para identificar los clones más altos el primer grupo va desde los 11 a los 8 metros, **el IAN 7388, IAN 873, IAN 710, RRIC 100, RRIC 130, IAN 3087, FX 4098, RRIC 101, IAN 713, IAN 6323, FX 985, FX 2261, FX 3864, FX 3899, PB 280, GU 198, PB 255, PB 260,** otro grupo está entre los 5 y 7 metros y son los siguientes

tratamientos, **RRIC 121, PR 300, PB 217, RRIM 600, GT-1, RRIM 712, PB 254**, en la **figura 5** se muestran las alturas de los clones evaluados.

**Figura 5.** Altura de los arboles de hule evaluados, todos los datos están expresados en metros y están ordenados desde el clon más alto al más bajo.



### 7.3.1 Prueba de Tukey de la altura de los árboles en (m.)

Con respecto a la altura de los árboles, la prueba de medias nos indico que todos estos tratamientos son homogéneos él, **IAN 873, RRIC 100, IAN 710, IAN 7388, RRIC 130, IAN 3087, FX 4098, RRIC 101, IAN 713, IAN 6323, FX 985, FX 2261, FX 3899, FX 3864, PB 280, GU 198, PB 255, PB 260, RRIC 121, PR 300, PB 217, RRIM 600**, otro grupo es el de los clones que se consideran con poca altura él, **GT-1, RRIM 712, PB 254** estos clones son los que en todos las variables evaluadas presentan los resultados menos satisfactorios para el productor de hule de la zona heveicultora de Morales Izabal.

**Cuadro 12.** Prueba de medias de Tukey para la variable altura de los árboles en metros.

CLON	MEDIA			
IAN 873	11.43	A		
RRIC 100	10.57	A		
IAN 710	10.2	A		
IAN 7388	9.96	A		
RRIC 130	9.91	A		
IAN 3087	9.83	A		
FX 4098	9.76	A		
RRIC 101	9.67	A		
IAN 713	9.36	A		
IAN 6323	9.24	A		
FX 985	9.06	A		
FX 2261	9.04	A		
FX 3899	8.86	A		
FX 3864	8.85	A		
PB 280	8.8	A		
GU 198	8.42	A		
PB 255	8.42	A		
PB 260	7.96	A		
RRIC 121	7.65		B	
PR 300	7.5		B	
PB 217	7.54		B	
RRIM 600	7.47		B	
GT-1	6.37		B	C
RRIM 712	6.32		B	C
PB 254	5.21		B	C

FUENTE: Elaboración propia en el paquete estadístico SAS.

Los clones que presentan los mayores datos de producción están entre los clones que presentan las mejores alturas en el experimento, (cuadro 7) **RRIC 130, IAN 3087, FX 3864, IAN 873, FX 4098.**

#### 7.4 Longitud de panel de Pica en Cm.

El cuadro 13. Presenta los datos de la, longitud de panel de pica para los 25 tratamientos y sus 4 repeticiones, el total de árboles en producción fue de 672 árboles sin incluir al material de borda, del clon **IAN 873** el resultado de las longitudes del panel de pica esta expresado en cm.

**Cuadro 13.** Longitud de panel de pica de los 25 clones evaluados, todos los resultados están expresados en cm.

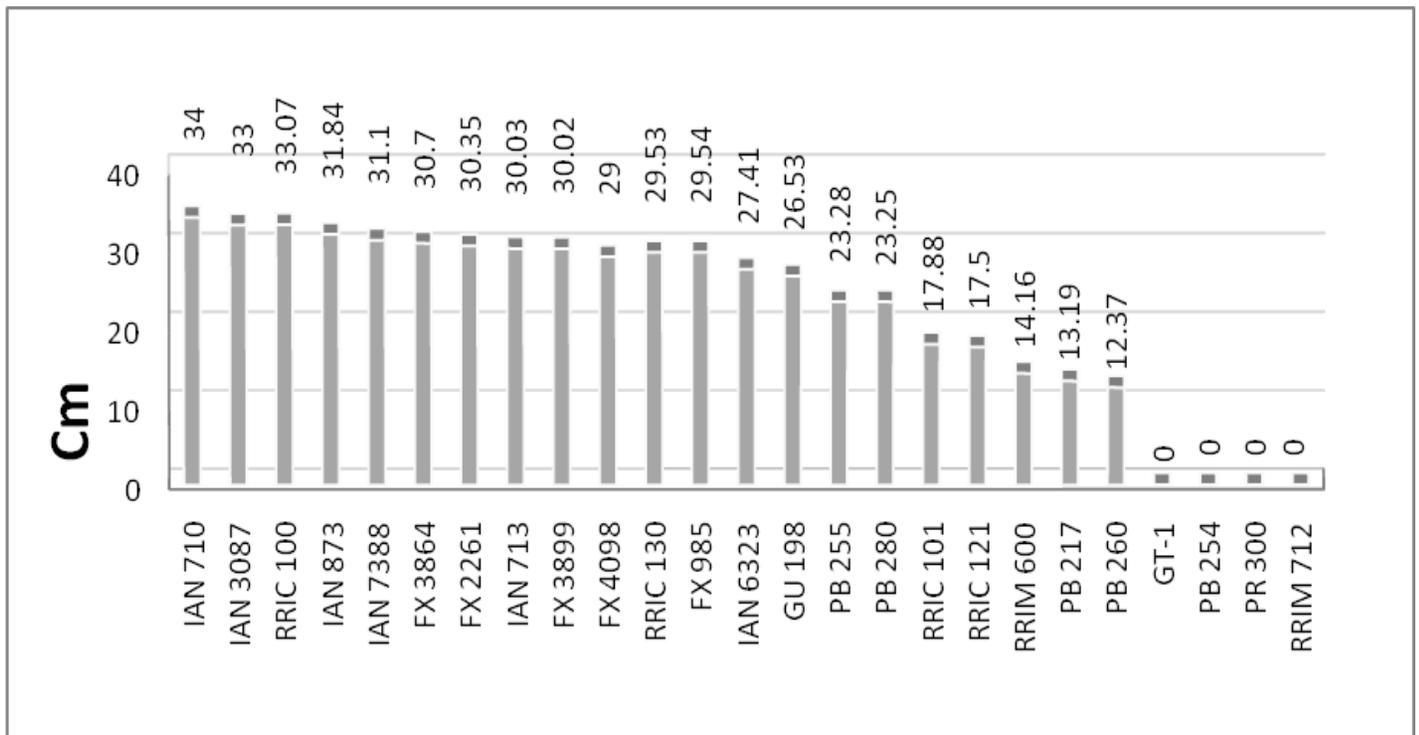
Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Promedio Cm.
FX 2261	25.27	34.25	35.75	26.13	30.35
FX 3864	26.13	32.5	34.5	29.5	30.65
FX 3899	34.13	26.88	33.6	25.5	30.02
FX 4098	26.5	23.25	36.13	30.13	29.00
FX 985	26.5	32	31.63	25.88	29.00
GT-1	0	0	0	0	0
GU 198	23.63	31.25	30.87	20.38	26.53
IAN 3087	34.13	31.38	34.5	34.25	33.56
IAN 6323	28.88	22	32.63	26.13	27.41
IAN 710	35.38	40	33.38	29.88	34.66
IAN 713	23.25	33.88	32.75	30.25	30.03
RRIM 712	34.13	31.63	26.5	32.13	31.09
IAN 7388	35	32.25	31.63	28.5	31.84
IAN 873	38.25	31	34.13	30.28	33.41
PB 217	0	0	0	0	0
PB 254	30	28.75	31.25	31.13	30.28
PB 255	22.13	8.75	18.63	0	12.37
PB 260	15.38	27.38	33.88	26.25	25.72
PB 280	0	0	0	0	0
PR 300	32.75	31.75	34.5	33.28	33.07
RRIC 100	29.88	23.38	24.75	31.05	27.26
RRIC 101	26.25	9.88	27.25	6.63	17.50
RRIC 121	26.25	24.36	33.13	34.38	29.53
RRIC 130	30.63	35.2	34.25	37.5	34.39
RRIM 600	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia.

El cuadro 13 muestra los resultados de la medición de la longitud de panel de pica en cm, de todos los tratamientos pero los clones: **GT-1, PB 254, PR 300, RRIM 712**, presentan un dato de 0 para esta variable y para la producción de hule coagulado, estos árboles no tiene un diámetro mayor a los 45 cm, por lo tanto no tiene un panel de pica, y para este experimento son improductivos.

El resto de todos los tratamientos tiene un panel de pica abierto y se encuentran en la etapa de producción. La figura 9 nos muestra el ordenamiento de los tratamientos de acuerdo a su longitud de panel de pica.

Figura 6. Longitud de panel de pica de los tratamientos ordenados del mayor al menor en centímetros.



#### 7.4.1 Prueba de tukey de la longitud de panel de pica en cm.

La prueba de medias nos indica una media homogénea, como lo muestra el cuadro 14, y describe 3 grupos definidos primer grupo de clones, **RRIC 130, IAN 710, IAN 3087, IAN 873, IAN 713, IAN 7388, FX 3864, FX 2261, RRIC 100, FX 3899, FX 985, FX 4098, IAN 6323, GU 198, PB 255, PB 280, RRIC 101**, segundo grupo de clones **RRIC 121, RRIM 600, PB 217, PB 260** hay una diferencia muy marcada entre ellos pero ninguno tienen una media superior a los 20 cm y la menor de sus medias es de 12. El último grupo lo integran los clones **RRIM 600, PB 280, PB 217, GT-1**, no presentan dato de panel de pica estos clones no tienen abierto el panel por no dar diámetro de explotación de pica.

**Cuadro 14** Prueba de medias Tukey para la variable longitud de panel de pica.

CLON	MEDIA						
RRIC 130	34.55	A					
IAN 710	34.66	A					
IAN 3087	33.57	A					
IAN 873	31.85	A					
IAN 713	33.07	A					
IAN 7388	31.1	A					
FX 3864	30.66	A					
FX 2261	30.35	A					
RRIC 100	30.03	A					
FX 3899	30.03	A					
FX 985	29	A					
FX 4098	29	A					
IAN 6323	27.41	A					
GU 198	26.53	A					
PB 255	23.28	A					
PB 280	23.22	A					
RRIC 101	17.88		B				
RRIC 121	17.5			C			
RRIM 600	14.16				D		
PB 217	13.19					E	
PB 260	12.38						F
GT-1	0						G
PB 217	0						G
PB 280	0						G
RRIM 600	0						G

FUENTE: Elaboración propia en el paquete estadístico SAS.

## 7.5 Correlación lineal

Este análisis nos permite conocer la relación que existe entre la producción de hule coagulado en kg/ha, y las demás variables.

**Cuadro 15.** Variables a correlacionar para determinar su relación con la producción.

<b>Variables a correlacionar.</b>		
• <b>Producción</b>	<b>Vrs.</b>	<b>longitud de panel (cms.)</b>
• <b>Producción</b>	<b>Vrs.</b>	<b>Altura de los árboles (mts)</b>
• <b>Producción</b>	<b>Vrs.</b>	<b>diámetro a un metro de altura (cms)</b>

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de la correlación lineal entre variables, muestra que la producción de hule coagulado en kg/ha y la longitud de panel de pica presentan una muy buena relación según la matriz de datos cuadro 14, el resultado es 0.78, es un dato muy cercano a la unidad que es el parámetro que se establece en la correlación lineal para medir las relaciones entre variables.

Por lo tanto a mayor longitud de panel de pica habrá una mayor producción de hule coagulado en kg/ha.

El dato de la correlación entre la producción de hule coagulado en kg/ha, y la altura de los árboles en mts, indica que hay relación entre las dos variables, el resultado es de 0.45 dato que no es despreciable por no acercarse a la unidad, a mayor desarrollo de el árbol, habrá una mayor producción de hule coagulado, la altura de los árboles es la responsable de la cantidad de follaje expuesto a la luz solar que es vital para los procesos fotosintéticos, aquí se producen sustancias como la sacarosa que es la materia prima que utilizan las células laticíferas para la elaboración del latex en los árboles de (Hevea b.).

El dato de la correlación entre las variables producción de hule coagulado en kg / ha y el diámetro expresa que existe relación, si el árbol se desarrolla correctamente y presenta un tallo bien engrosado, habrá una buena producción, esto debido a que todo el proceso de explotación de las plantaciones huleras se lleva a cabo en el tallo de los árboles de allí su importancia en cuanto a su relación con la producción.

El resultado de la correlación entre estas dos variables es de 0.45 indicando relación entre las dos. Cabe mencionar que el criterio utilizado por el departamento de investigación de la gremial de huleros, para abrir los árboles en este experimento fue de 45 cms. Todo árbol que cumpliera con esta característica le fue abierto panel de pica.

**Cuadro 16.** Matriz de datos para la correlación lineal de las variables analizadas

	Producción	Diámetro	Altura	Longitud
Producción	1.000	0.45	0.45	0.78
Diámetro	0.45	1.000	0.94	0.61
Alturas	0.45	0.94	1.000	0.62
longitud	0.78	0.61	0.62	1.000

## 7.6 Rentabilidad de los tratamientos

La Rentabilidad es una relación entre quetzales ganados versus quetzales invertidos, cuando se hacen análisis de este tipo no siempre se encuentran resultados de máximas ganancias, este es el caso para este experimento, donde encontramos que para los 25 tratamientos evaluados, en el campo de clones en pequeña escala de la finca Navajoa, el clon **RRIC 130** es el tratamiento que presenta el mayor margen de ganancia, el resultado del cuadro 12, nos expresa que por cada Q 100 quetzales invertidos tenemos una ganancia de Q 200.00 lo cual indica que este tratamiento es el mas rentable de todos.

Otro tratamiento que presenta rentabilidad pero no como el **RRIC 130** es el clon **IAN 3087**, este tratamiento según el cuadro 12, presenta una rentabilidad de 24.00 quetzales, esto indica que por cada 100.00 quetzales de inversión tenemos un margen de ganancia de Q 24.00, se considera entonces a este clon como el segundo más rentable de los evaluados.

El tratamiento FX3864 presenta como resultado 0 rentabilidad esto nos indica que no hay ganancia alguna por lo cual este tratamiento como los tratamientos que presentan rentabilidad negativa no son considerados, los resultados negativos expresan perdidas en la inversión ,cuadros 12 y 13.

Este análisis fue realizado en el campo de clones en pequeña escala establecidos en la finca Navajoa en Morales Izabal, estos datos no se pueden generalizar para una plantación comercial, donde las condiciones de establecimiento son completamente diferentes, a las de un campo de clones en pequeña escala por esto se recomienda continuar con la segunda fase de este experimento que es un campo a gran escala o plantación comercial, con los clones que presentan las mejores características de la evaluación.

**Cuadro 17.** Rentabilidad de los tratamientos evaluados en el experimento.

<b>Tratamientos</b>	<b>RRIC 130</b>	<b>IAN 3087</b>	<b>FX 3864</b>	<b>IAN 873</b>	<b>FX 4098</b>	<b>FX 3899</b>	<b>PB 280</b>	<b>IAN 6323</b>	<b>RRIC 100</b>
<b>Costos fijos</b>									
Mano de obra	490	490	490	490	490	490	490	490	490
<b>Costos var.</b>									
Fungicidas	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Equipo de pica	66	66	66	66	66	66	66	66	66
Total	619	619	619	619	619	619	619	619	619
Cantidad de hule coagulado	155.14	128.06	124.98	120.5	119.62	101.84	96.56	95.39	88.82
Rentabilidad	<b>2</b>	<b>0.24</b>	<b>0</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.23</b>	<b>-1.41</b>	<b>-1.73</b>	<b>-1.8</b>	<b>-2.19</b>

FUENTE: Elaboración propia.

## 8. CONCLUSIONES

- ❖ Los clones que produjeron más Kg/Ha de hule coagulado en el experimento: fueron el **RRIC130, IAN 873, IAN 3087, FX3864, FX4098**.
- ❖ En cuanto a la rentabilidad de los tratamientos el **RRIC 130** es el más rentable por cada quetzal de inversión reporta una ganancia de 2, el clon **IAN 3087**, por cada quetzal invertido reporta 24 centavos de ganancia, el clon **FX 3864** reporta que por cada quetzal invertido no hay ganancia ni perdida el resto de los clones evaluados reportan perdidas totales.
- ❖ Los clones **RRIC130, IAN 873, IAN 3087, FX3864, FX4098**, presentan las mejores características genéticas de diámetro, altura, longitud de panel de pica y producción de los 25 tratamientos evaluados.
- ❖ La correlación lineal demuestra que existe relación directa de la producción, con todas las variables evaluadas.

## 9. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda establecer una plantación comercial con los siguientes clones: **RRIC 130**, **IAN 3087**, **IAN 873**, **FX 3864**, **FX 4098**, estos poseen las mejores características, de los 25 tratamientos evaluados.
- ❖ De los 5 materiales genéticos detectados en esta investigación se seleccionará uno en la fase de plantación comercial y este material se liberará en el mercado como un clon de alta productividad cerrando el ciclo de 20 años de investigación tiempo prudencial para liberar un clon al mercado.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Aguirre, CE. 1992. Apuntes sobre clasificación botánica, polinización artificial y mejoramiento genético en el cultivo de hule Hevea en la Estación de Fomento Los Brillantes. Guatemala, MAGA. 13 p.
2. Alvarado, JC. 1997. Las enfermedades del cultivo de hule (Hevea brasiliensis) en Guatemala. Guatemala, Gremial de Huleros de Guatemala. 54 p.
3. Chen, GR. 1996. Evaluación del comportamiento agronómico de 25 clones de hule (Hevea brasiliensis) en pequeña escala en la zona norte de Guatemala Estación de Fomento Navajoa, Morales, Izabal. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 1-23.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Estrada, LR. 1979. Análisis agro económico del cultivo de hule (Hevea brasiliensis) en Guatemala y sus perspectivas para el desarrollo agrícola en la zona norte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.
6. DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas, GT). 1995. Estación de Fomento Agrícola Navajoa, Morales, Izabal. Guatemala. 32 p.
7. García, AM. 1979. Patología vegetal practica. México, Limusa. p. 79.
8. GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala GT). 1991. Informe estadístico correspondiente al año 1995. Guatemala. s.p.
9. \_\_\_\_\_. 1998. Inventario clonal de Guatemala. Guatemala. s.p.
10. Guerra, EO. 1999. Evaluación de la resistencia a (Microcyclus ulei), en el crecimiento de 25 clones de hule (Hevea brasiliensis Muell), en el primer año de establecido en el campo en la finca Santa Ana Mixpilla, San Miguel Panan, Suchitepéquez. EPSA Investigación Inferencial, Guatemala, USAC. p. 33-42.
11. León, JL. 1997. Informe de misión en Guatemala, fisiología del látex del Hevea y su influencia en los sistemas de explotación. Guatemala. 55 p.
12. Obiols Del Cid, R. 1980. Mapa de zonas de vida, basado en las zonas de vida de Holdridge, Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:6000,000. Color.
13. Ovalle, CA. 1975. Manual general del cultivo de hule Hevea en Guatemala. Guatemala, DIGESA. 20 p.

14. Ovalle, CS. 1996. El cultivo del hule (Hevea brasiliensis). Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas, Centro Experimental Los Brillantes. 65 p.
15. Palencia, CV. 2000. Manual general del cultivo del hule (Hevea brasiliensis ). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
16. Pérez, MO. 1998. Evaluación del crecimiento de 25 clones de hele (Hevea brasiliensis Muell) en su establecimiento en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
17. Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
18. Sitúm, AM. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Información Agro Socioeconómica. Boletín Informativo. 12 p.
19. Solares, HG. 2001. Evaluación de la resistencia de 25 clones de hule (Hevea brasiliensis Muell) a Microcyclus ulei y su comportamiento agronómico en el segundo año establecido bajo las condiciones de la finca Santa Ana Mixtilla, San Miguel Panan, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 10-14.
20. Tello, GV. 1993. Evaluación de cuatro concentraciones de acido z-cloroetilfosfonico en cuatro intensidades de pica sobre la producción de hule (Hevea brasiliensis). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 67 p.

# ANEXOS

**CUADRO 18.** Análisis financiero de la rentabilidad de 17 tratamientos en el campo de clones a pequeña escala establecido en la finca Navajoa, Morales, Izabal.

Clones	IAN 710	RRIC 100	IAN 713	PB 255	FX 2261	RRIC 101	GU 198	FX 985	RRIM 600	RRIC 121	PB 260	PB 217	IAN 7388	PR 300	PB 254	GT 1	RRIM 712
<b>Costos fijos</b>																	
<b>M de obra</b>	490.00	490.0	490.0	490.00	490.0	490.00	490.00	490.00	490.0	490.00	490.00	490.00	490.0	490.0	490.00	490.00	<b>490.0</b>
<b>C. variables</b>																	
<b>Fungicidas</b>	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	<b>65.00</b>
<b>E. de pica</b>	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	<b>64.00</b>
<b>Total</b>	619.00	619.0	619.0	619.00	619.	619.00	619.00	619.00	619.0	619.00	619.00	619.00	619.0	619.0	619.00	619.00	<b>619.0</b>
<b>Cantidad de hule coagulado</b>	84.05	88.82	80.79	79.93	79.71	72.10	70.8	63.95	54.20	49.35	45.73	45.71	28.36	21.43	4.27	4.15	<b>2.73</b>
<b>Rentabilidad</b>	<b>-2.51</b>	<b>-2.19</b>	<b>-2.74</b>	<b>-2.83</b>	<b>-2.74</b>	<b>-3.29</b>	<b>-3.37</b>	<b>-3.85</b>	<b>-4.39</b>	<b>-4.71</b>	<b>-4.94</b>	<b>-4.95</b>	<b>-6.04</b>	<b>-6.43</b>	<b>-7.53</b>	<b>-7.61</b>	<b>-7.69</b>

**Χυαδρο 16 Α.** Ανδεπα παρα λα παριαβλε προδυχι  $\square$ ν δε ηυλε χοαγυλαδο ο χηπα εν Κγ/ηα.

Φς	ΓΛ	ΣΧ	ΧΜ	ΦΧ	ΦΤ
ΒΛΟΘΥΕΣ	24	36633321597	1528888400		
ΤΡΑΤΑΜΙΕΝΤΟΣ	3	655164429	57655818	26.52	23.99
ΕΡΡΟΡ	72	4151218871	218388143		
ΤΟΤΑΛ	99	4199704897	1383277260		

**Χυαδρο 17 Α.** ΑΝΔΕςΑΣ, Ανδεπα παρα λα παριαβλε δι  $\square$ μετρος δε λος  $\square$ ρβολεσ α υν μετρο δε αλτυρα εν (χμσ).

Φς	ΓΛ	ΣΧ	ΧΜ	ΦΧ	ΦΤ
ΒΛΟΘΥΕΣ	24	11241.34821	468.38951	3.99	3.74
ΤΡΑΤΑΜΙΕΝΤΟΣ	3	628.1626	117.40997		
ΕΡΡΟΡ	72	8453.51795	209.38753		
ΤΟΤΑΛ	99	20323.02876	439.61151		

**Χυαδρο 18 Α.** Ανδεπα παρα λα παριαβλε αλτυρα δε λος  $\square$ ρβολεσ εν (μτσ).

Φς	ΓΛ	ΣΧ	ΧΜ	ΦΧ	ΦΤ
ΒΛΟΘΥΕΣ	24	180.4443	7.5185143	4.05	3.84
ΤΡΑΤΑΜΙΕΝΤΟΣ	3	12.115632	1.8566607		
ΕΡΡΟΡ	72	133.679568	4.038544		
ΤΟΤΑΛ	99	326.239544	7.131851		

**Χυαδρο 19 Α.** Ανδεπα παρα λα παριαβλε λογιτυδ δε λος πανελεσ δε πιχα εν (χμσ).

Φς	ΓΛ	ΣΧ	ΧΜ	ΦΧ	ΦΤ
ΒΛΟΘΥΕΣ	24	13129.79728	547.07489	20.13	18.75
ΤΡΑΤΑΜΙΕΝΤΟΣ	3	632.09012	27.18308		
ΕΡΡΟΡ	72	1957.18166	210.69671		
ΤΟΤΑΛ	99	15719.06905	509.69953		