

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTO DE LA LABOR DE PICA Y DE LA ESTIMULACIÓN EN LA
CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO INORGÁNICO, SACAROSA Y THIOLES, EN
EL LÁTEX DE *HEVEA BRASILIENSIS MUELL EUPHORBIACEAE*, EN
SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

**OSCAR EDUARDO CACEROS CELADA
CARNE: 200440824**

MAZATENANGO MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

“Efecto de la Labor de Pica y de la Estimulación con Etephon,
en la Concentración de Fósforo Inorgánico, Sacarosa y
Thioles, en el Látex de *Hevea brasiliensis* Muell
Euphorbiaceae, en Suchitepéquez, Guatemala”.

Oscar Eduardo Caceres Celada
Carné: 200440824

Asesor:
Ing. Agr. Msc. Jorge Rubén Sosof Vásquez

Asesor Adjunto:
Ing. Agr. Juan Carlos Sosof Vásquez

MAZATENANGO, mayo de 2012

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Rector

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Secretario

General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar

Presidente

Representantes Docentes

MSc. Alba Ruth Maldonado de León

Secretaria

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril

Vocal

Representante Graduados del CUNSUROC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos

Vocal

Representantes Estudiantiles

PC. Cristian Ernesto Castillo Sandoval

Vocal

PEM. Carlos Enrique Jalel de los Santos

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera Trabajo Social

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

Coordinador Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinadora Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera Agronomía Tropical

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio

Encargado Carrera Gestión Ambiental Local

MSc. Celso Morales González

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las Carreras de Pedagogía

Lic. Everardo Napoleón Rodas Ochoa

Encargada Carrera Periodista Profesional

Msc. Paola Marisol Rabanales

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por ser la luz en mi camino, e iluminarme todo el tiempo para tomar las decisiones acertadas. También por brindarme esta oportunidad de haber culminado mis estudios superiores.

MIS PADRES: Oscar Alfonso Caceros Alonso y Dinorah Heréndira Celada Gonzales de Caceros; gracias por darme sus muestras de apoyo absoluto, que fue vital para culminar una etapa más en mi vida.

HERMANOS: Dinorah y Mario, Dulce y Alejandro, por darme su cariño en todo momento, éxitos y bendiciones en su vida.

MIS DOCENTES: A quienes dieron sus mejores esfuerzos para brindarme el conocimiento necesario para finalizar mis estudios de grado.

A MIS COMPAÑEROS: Por haberme apoyado considerablemente en todo momento.

AGRADECIMIENTO

- A:** Dios, por brindarme la oportunidad de haber estudiado en esta casa de estudios, por haberme escuchado en los lapsos difíciles de la vida, y quien me ha dado la energía necesaria para culminar una de las etapas más importantes de mi vida.
- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala, que fue mi segundo hogar, fuente de sabiduría y conocimiento.
- A:** Gremial de Huleros de Guatemala (GREMHULE), por brindarme la oportunidad y apoyo para la redacción de este documento.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. NTRODUCCION.	1
II. HIPOTESIS.	2
III. OBJETIVOS.	3
IV. REVISION DE LITERATURA.	4
4.1. Marco conceptual.	4
4.1.1. Diagnóstico látex.	4
4.1.2. Sistema laticífero en el árbol de <i>H. brasiliensis</i> .	4
4.1.3. Composición química del látex.	7
4.1.4. Parámetros bioquímicos como indicadores de la salud del sistema laticífero (parámetros de diagnóstico de látex).	8
4.1.5. La estimulación.	12
4.2. Marco referencial.	14
4.2.1. Información general del lugar de investigación.	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.	20
5.1. Materiales.	20
5.2. Métodos.	21
5.2.1. Reconocimiento del área a muestrear.	21
5.2.2. Muestreo de campo.	21
5.2.3. Análisis de laboratorio .	22
5.2.4. Análisis e interpretación de resultados.	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	25
6.1. Influencia de la pica en la actividad metabólica del látex, que se describe por el contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 217.	26

6.1.1.	Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el látex del clon PB 217.	28
6.2.	Estimación de la concentración de sacarosa en el látex, del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , en el clon PB 217.	31
6.2.1.	Prueba de medias de T del contenido de sacarosa, en el látex del clon PB 217.	33
6.3.	Determinación de la concentración de de tioles (RSH) en el látex, del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 217.	36
6.3.1.	Prueba de Medias de T del contenido de tioles (RSH), en el látex del clon PB 217.	36
6.4.	Determinación de la concentración de fósforo inorgánico (Pi) en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 260 .	40
6.4.1.	Prueba de Medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el látex del clon PB 260.	41
6.5.	Influencia de la pica en el contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , en el clon PB 260.	45
6.5.1.	Prueba de Medias de T del contenido de sacarosa, en el látex del clon PB 260.	46
6.6.	Influencia de la pica en el contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 260.	49
6.6.1.	Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, del clon PB 260.	49
6.7.	Influencia de la pica en la actividad metabólica del látex, que se describe por el contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600.	53
6.7.1.	Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el látex del clon RRIM 600.	54
6.8.	Influencia de la pica en el contenido de sacarosa en el látex, del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600.	58

6.8.1. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600.	59
6.9. Influencia de la pica en el conendio de tioles (RSH), en el látex del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600.	62
6.9.1. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH), en el látex del clon RRIM 600.	62
6.10. Coeficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles), en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600), del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> .	64
7. CONCLUSIONES.	69
8. RECOMENDACIONES.	72
9. BIBLIOGRAFIA.	73
10. ANEXOS.	74

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
1	Porcentaje de látex, resina y albúmina en cinco géneros de plantas que contienen látex.	8
2	Escala de concentración de fósforo inorgánico (PI), sacarosa y tioles (RSH) para los clones PB 217, PB 260 y RRIM 600, del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> .	12
3	Número de estimulaciones y cantidad de Etephon por año según el metabolismo de los clones, las reservas de azúcar y la edad de los árboles.	13
4	Metabolismo y reservas de azúcar de los clones más cultivados en Guatemala.	16
5	Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (PI) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón PB 217.	28
6	Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón PB 217.	33
7	Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clon PB 217.	37

8	Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (PI) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón PB 260.	42
9	Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón PB 260.	46
10	Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón PB 260.	50
11	Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (PI) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón RRIM 600.	54
12	Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón RRIM 600.	59
13	Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> en el clón RRIM 600.	62
14	Coefficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos, en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600) del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , sin estimulación.	64
15.	Coefficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos, en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600) de cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , estimulados con etephon.	67

INDICE DE FIGURAS

No.		Página
1	Distribución del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 217, sin estimulación y con estimulación.	25
2	Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 217, sin estimulación (2a,2b) y con estimulación (2c,2d).	30
3	Distribución del contenido de tioles (RSH), en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 217, sin estimulación (3a,3b) y con estimulación (3c,3d).	35
4	Distribución del contenido de fósforo inorgánico en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 260., sin estimulación (4a,4b) y con estimulación (4c,4d).	39
5	Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 260, sin estimulación (5a,5b) y con estimulación (5c,5d).	44
6	Distribución del contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon PB 260 sin estimulación (6a, 6b) y con estimulación (6c, 6d).	48

7	Distribución del contenido de fósforo inorgánico en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600, sin estimulación (7a, 7b) y con estimulación (7c, 7d).	52
8	Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de <i>H. brasiliensis</i> , clon RRIM 600, sin estimulación (8a, 8b) y con estimulación (8c, 8d).	57
9	Distribución del contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de <i>Hevea brasiliensis</i> , clon RRIM 600, sin estimulación (9a, 9b) y con estimulación (9c, 9d).	61
10	Mapa de Guatemala, ubicando el departamento de Suchitepéquez.	75
11	Mapa del departamento de Suchitepéquez, ubicando el municipio de San Miguel Panán.	76
12	Mapa de la finca Santa Ana Mixpiyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.	77
13	Equipo utilizado en el muestreo de látex.	78
14	Tubo de hemólisis utilizado para la recolección de muestras de látex.	78
15	Recipientes numerados para el transporte de muestras de látex al laboratorio.	79
16	Medición del diámetro de los árboles a muestrear.	79

17	Trazado de líneas en donde irán los puntos de muestreos.	80
18	Orden de puntos muestreados.	80
19	Colocación de espítas en los puntos a muestrear.	81
20	Recolección de muestras de látex en tubo de hemólisis.	81

RESUMEN

En la finca Santa Ana Mixpiyá ubicada en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez y perteneciente a la Gremial de Huleros de Guatemala (GREMHULE), se estudió el efecto de la labor de pica y estimulación con etephon 10 SL en la concentración de Fósforo Inorgánico (Pi), Sacarosa y Thioles (RSH), en el látex de *H. brasiliensis* Muell *Euphorbiaceae*. Para dicha investigación se seleccionaron tres árboles de tres clones con diferentes metabolismo, PB 217 (metabolismo lento), PB 260 (metabolismo rápido) y RRIM 600 (metabolismo medio), todos utilizando un sistema de pica $\frac{1}{2}$ S d/4 para su explotación.

Para evaluar el efecto de la pica sobre la concentración de estos parámetros bioquímicos, los muestreos se hicieron antes y después de pica en árboles sin estimular y con estimulación. La obtención del látex para las muestras, se realizó mediante 36 perforaciones en diferentes puntos del tallo de cada árbol, 21 en el panel actual de pica (A) y 15 en el panel sin picar (B).

El análisis de las muestras se hizo mediante la técnica de Diagnostico Látex (DL), teniendo como resultado que si existió efecto de la pica sobre en el nivel de cada parámetro. El efecto que se pudo observar en los tres clones fue el aumento en dos de los tres parámetros evaluados (fosforo inorgánico (Pi) y thioles (RSH), caso contrario con la sacarosa debido a que este parámetro es la fuente de energía del árbol para la producción del látex y disminuyó por el efecto de la pica.

Entre los resultados obtenidos, se determinó que actualmente los clones de hule (*H. brasiliensis*) PB 217, PB 260 y RRIM 600 cultivados en la finca Santa Ana Mixpiyá están subexplotados, debido a que el fósforo inorgánico (Pi) que es el encargado de indicar la actividad metabólica del árbol, se encuentra en un nivel bajo y el contenido de sacarosa se encuentra alto. Así mismo se determino que el estado de salud de los tres clones anteriormente mencionados, es adecuado, debido al alto contenido de thioles (RSH) presentes en el látex.

I. INTRODUCCION

La presente investigación se llevó a cabo en la finca Santa Ana Mixpiyá que actualmente es utilizada como centro experimental por parte de la Gremial de Hulero de Guatemala (GREMHULE), se localiza en la costa sur de Guatemala, al noreste del municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez a 147.2 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de la pica y estimulación sobre la concentración de tres parámetros bioquímicos del látex de tres clones de *H. brasiliensis*, la cual es de suma importancia para determinar la condición actual de la plantación, en finca Santa Ana Mixpiyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

Para dicha investigación se aplicó la técnica de Diagnóstico Látex (DL) y se seleccionaron tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600) de los cuales se seleccionaron tres árboles con las mismas características (edad de pica, altura de panel de pica, diámetro del árbol, etc). Las muestras de látex se obtuvieron de 36 puntos de muestreos (21 en el panel A y 15 en el panel B) y se colocaron en recipientes debidamente enumerados para poder ser transportados hacia el laboratorio y realizarles su respectivo análisis para obtener la concentración de cada parámetro, las cuales fueron interpretadas para lograr determinar el estado actual de la plantación.

El diagnostico látex es importante para optimizar, las producciones. Es decir que, aún si las producciones no se incrementan de manera significativa, es beneficioso para la finca Santa Ana Mixpiyá, saber con seguridad que no está arriesgando la vida útil de su plantación a corto, mediano y largo plazo. Por lo que el resultado de la investigación proporcionará información básica para recomendar el sistema de pica a utilizar y si es necesaria la estimulación de los vasos laticíferos.

Por lo mencionado anteriormente, dicha investigación será útil para la finca Santa Ana Mixpiyá, para poder manejar su producción de una forma duradera y óptima. Mediante este diagnostico se podrá prever y eventualmente anticipar reducciones en la producción, que no forzosamente se evidenciarán en la producción.

II. HIPOTESIS

Ha1: El contenido de fósforo inorgánico en el látex de los clones evaluados de *H. brasiliensis*, es afectado por la actividad de pica y la estimulación con etephon.

Ha2: El contenido de sacarosa en el látex de los clones evaluados de *H. brasiliensis*, es afectado por la actividad de pica y la estimulación con etephon.

Ha3: El contenido de tioles (RSH) en el látex de los clones evaluados de *H. brasiliensis*, es afectado por la actividad de pica y la estimulación con etephon.

III. OBJETIVOS

1) **General**

Determinar el efecto de la labor de pica y de la estimulación con etephon, en la concentración de fósforo inorgánico (Pi), sacarosa y thioles (RSH), en el látex de *H. brasiliensis*.

2) **Específicos**

- 2.1. Determinar las concentraciones de fósforo inorgánico (Pi) en el látex de tres clones de *H. brasiliensis*.
- 2.2. Estimar las concentraciones de sacarosa en el látex, de tres clones de *H. brasiliensis*.
- 2.3. Determinar si la concentración de thioles en el látex de tres clones de *H. brasiliensis* es la adecuada.
- 2.4. Determinar el estado actual de la plantación de *H. brasiliensis* en base a los parámetros evaluados.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Marco conceptual.

4.1.1. Diagnóstico látex

Según GREMHULE (2010) el diagnóstico látex es una herramienta para todo aquel heveicultor, que requiere planificar la forma de explotación gracias a que determina el estado actual de salud de los mantos laticíferos; la maquinaria productiva de los arboles de hule.

Por medio del conocimiento de cuatro parámetros fisiológicos, así como de las condiciones particulares de producción, se puede determinar el potencial actual y futuro de nuestra plantación, logrando hacer recomendaciones precisas para la explotación óptima y perdurable, en otras palabras, hacer recomendaciones sobre el sistema de pica y el número de estimulaciones a implementarse para la campaña siguiente, sin poner en riesgos la plantación. (GREMHULE 2010)

Esta metodología es el producto de 25 años de investigación por parte de los científicos del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) por sus siglas en francés, que han logrado simplificar todo el conocimiento adquirido para su aplicación a nivel de plantaciones comerciales en cuatro criterios fisiológicos, fácilmente observables en el laboratorio, y que reflejan muy bien el estado de los árboles. Este análisis al látex determinará las concentraciones de azúcar (sacarosa), tioles, fósforo inorgánico y también el extracto seco. (GREMHULE 2010)

4.1.2. Sistema laticífero en el árbol de *H. brasiliensis*.

Según León J. (2000), los primeros informes por Scott (1882) han revelado el origen de los vasos laticíferos de *H. brasiliensis*. Hay tres tipos de

laticíferos que fueron identificados por Clavert (1887) y fueron nombrados como hipodérmica, principales y medulares.

Según León J. (2000), un estudio detallado de la estructura de la corteza del árbol del caucho fue realizado por Bryce y Cambell (1917), en la que se distinguen dos regiones, la zona interior suave cerca del cambium y la zona exterior dura. Ya que los laticíferos del floema secundario se originan a partir del anillo de cambium, que se producen en anillos concéntricos.

Según León J. (2000), los vasos de látex están presentes en todos los órganos excepto la madera. Hay dos tipos de laticíferos que se encuentran en varios tipos de plantas articuladas y no articuladas. Laticíferos articulados se originan de las filas, mientras que los laticíferos no articulados se han desarrollado a partir de células individuales. Los laticíferos articulados pueden ser ramificados como en *Cannabis sp.* o no ramificados como en *Euphorbia sp.*, *Ficus sp.* y *Nerium sp.*

- **Laticíferos articulados**

Según León J. (2000) los laticíferos articulados o simplásticos se caracterizan por estar formados por cadenas de células laticíferas que se conectan entre sí, ya sea por medio de plasmodesmos (como sucede en el género *Allium*) o mediante perforaciones en la pared común, asemejándose de este modo a un vaso del xilema (como ocurre en el género *Musa*). Los laticíferos articulados pueden ser no anastomosados o anastomosados, dependiendo de si las células laticíferas se funden o no entre sí originando una red tridimensional que atraviesa completamente la planta. Sin embargo, en algunas especies de *Jatropha* coexisten las dos variedades de laticíferos articulados.

- **Laticíferos no articulados**

Según León J. (2000) los laticíferos no articulados o apocíticos están compuestos por una única célula alargada que se extiende desde la raíz de la planta hasta las hojas (pudiendo llegar en algunas ocasiones hasta la cutícula, como en *Ficus sp.*) sin anastomosarse, mediante intrusión en los espacios intercelulares.

Según León J. (2000) generalmente, las células de los laticíferos no articulados son multinucleadas y albergan una o varias vacuolas, en la que se encuentran almacenado el látex, y además poseen un metabolismo activo que se mantiene mientras que los tejidos que las circundan permanezcan vivos.

Según León J. (2000) para que las células laticíferas sigan creciendo e invadiendo nuevos tejidos vegetales, se necesita que éstas estén vivas. Los laticíferos no articulados pueden ser clasificados a su vez en ramificados (como en *Nerium sp.*, *Ficus sp.* y *Euphorbia sp.*) y no ramificados (*Vinca sp.*, *Cannabis sp.* y *Urtica*).

Según León J. (2000) existe una variación clonal en el número de vasos de látex. Se ha encontrado que existe una relación lineal entre la edad del árbol y el número de vasos de látex. Los vasos de látex tienden a concentrarse en los primeros 4-5 mm en la corteza virgen, mientras que esta concentración va en el aumento hacia el cambium conforme aumenta la edad del árbol. Se define la densidad de los vasos de látex como el número de vasos laticíferos por la circunferencia de la unidad del árbol. También sugirieron que este rasgo tiene un peso significativo en la productividad del clon en particular.

4.1.3. Composición química del látex.

Según Infoagro (2011), el látex es una sustancia con una composición de gran complejidad, puesto que entre sus elementos constituyentes se encuentran gomas, aceites, azúcares, sales minerales, ácidos nucleicos, proteínas, alcaloides, terpenos, ceras, hidrocarburos, almidón, resinas, taninos y bálsamos. Pero lo cierto es que la cantidad de cada uno de estos compuestos varía moderadamente en función de una serie de factores, tales como la especie vegetal, la parte de la planta en la que se encuentra, la época del año, pues la composición no será la misma en verano que en invierno, o el tipo de suelo sobre el que crece el vegetal.

Según Infoagro (2011), cuando sale del árbol el látex presenta por norma general, un pH prácticamente neutro que oscila entre 7.0 y 7.2, aunque al entrar en contacto con el aire se vuelve ácido. Transcurridas entre doce y veinticuatro horas desde su extracción, el pH desciende a 5.0, sobreviniéndose la coagulación de la sustancia cuando se sitúa con un pH igual o inferior a 4.2.

Según Infoagro (2011), haciendo un análisis comparativo de la composición que el látex tiene en diversas especies vegetales, se puede comprobar que el de *Hevea brasiliensis* es aquel que contiene un porcentaje de látex más elevado, siendo por ello la especie idónea para ser cultivada para la producción comercial de este compuesto. En la siguiente tabla se detalla la composición porcentual de caucho, resina y albúmina de los géneros de mayor producción laticífera a nivel mundial.

Cuadro 1. Porcentaje de látex, resina y albúmina en cinco géneros de plantas que contienen látex.

Género	Porcentaje de látex	Porcentaje de resina	Porcentaje de albúmina
<i>Hevea</i>	94	2	1
<i>Manihot</i>	76	10	8
<i>Castilloa</i>	86	12	-
<i>Ficus</i>	84	11	-
<i>Landolphia</i>	80	6	-

Fuente: Infoagro (2011),

4.1.4. Parámetros bioquímicos como indicadores de la salud del sistema laticífero (parámetros de diagnóstico de látex).

Según Chrestin d´Auzac J. (1985), el análisis de la composición bioquímica del látex contribuye en gran medida al conocimiento del estado general del sistema laticífero en el cultivo de *H. brasiliensis*. Para la selección de tales parámetros, una norma puede ser fijada sobre la base de la correlación de estos parámetros con la producción bajo un conjunto dado de las condiciones posibles para fijar los parámetros vanos en los dos componentes principales, el flujo y la regeneración.

Según Chrestin d´Auzac J. (1985), esto lleva a un diagnóstico fisiológico o el diagnóstico de látex del estado del sistema de laticíferos en el tallo del árbol de *H. brasiliensis*.

Según Chrestin d'Auzac J. (1985), el látex recogido poco después de picar el árbol se utiliza para medir el contenido de sacarosa, fosforo inorgánico y thioles. Resarch R. (2003)

- **Sacarosa**

Según Resarch R. (2003), la sacarosa en el látex es citosólica y está involucrada en el metabolismo del árbol.

Se ha encontrado una reducción de sacarosa en los niveles de látex como consecuencia del aumento de la frecuencia de pica. Los resultados de sacarosa en el látex proviene de la variación en la actividad fotosintética y la variación en los cambios fisiológicos relacionados con el proceso de invernada. Los niveles de sacarosa en el látex aumentan debido al aumento de la insolación en época lluviosa. Los niveles de sacarosa en el látex aumentan notablemente durante la refoliación, esto debido a una movilización de sacáridos almacenados. (Resarch R.2003)

Se considera que un contenido de sacarosa muy alto en el látex también puede indicar una baja utilización metabólica de este azúcar y por tanto, la baja productividad. La estimulación intensifica la presencia de azúcar en los vasos laticíferos al inducir un efecto de sumidero. (Resarch R.2003)

La debilidad o ausencia de este efecto de sumidero después de la estimulación es una señal que indica probablemente una deficiencia grave en lo que respecta a la reserva de hidratos de carbono de los árboles y por tanto, en el proceso de regeneración en los vasos laticíferos. La explotación excesiva puede causar disminución en el contenido de azúcar. Si se continúa con la explotación excesiva, se

puede ocasionar sequedad de la corteza seguida por una acumulación de sacarosa debido al bajo índice de utilización. (Resarch R.2003)

Una reducción en la temperatura media, favorece el flujo del látex, pero la producción disminuye posiblemente debido a una menor tasa de síntesis de sacarosa. (Resarch R.2003)

El contenido de sacarosa en el látex depende de la variación estacional de la región en donde se encuentra el cultivo de *H. brasiliensis*. El contenido de sacarosa de látex disminuye cuando dos muestreos se hacen en el mismo día, esta reducción del nivel de sacarosa en el segundo muestreo se le atribuye a una importación preferencial de los azúcares procedentes de regiones remotas en el panel. (Resarch R.2003)

Existe una correlación positiva entre el contenido de sacarosa de látex antes de la estimulación y el efecto de la estimulación en la producción de clones de GTI y PF. 107.

Clones como PB 235 con niveles de sacarosa inferior tienen una menor respuesta a la estimulación. La intensidad de la respuesta a la estimulación está relacionada con un porcentaje de aumento en el contenido de azúcar de látex. La aplicación de estimulantes a largo plazo reduce la presencia de sacarosa en el látex, debido a una mayor producción de látex. (Resarch R.2003)

- **Fosforo inorgánico.**

El 60% del fósforo total en el látex es de origen inorgánico. El diario golpeteo o pica de los árboles, da lugar a una acumulación de fósforo

inorgánico en el látex, probablemente debido a una estimulación de la actividad metabólica en los vasos laticíferos. (Resarch R.2003)

El fósforo inorgánico contribuye a la síntesis de nucleótidos implicados en las transferencias de energía y también para la síntesis de isopreno en el que está involucrado en el alargamiento de la cadena poli-isopreno. Existe una correlación directa entre el contenido de fósforo inorgánico de látex y la producción en algunos clones. La estimulación, activa el metabolismo laticífero, también aumenta el contenido de fósforo inorgánico. (Resarch R.2003)

- **Thioles.**

El látex de *H. brasiliensis* contiene metionina y cisteína con grupos-SH clasificado como thioles, que tienen funciones específicas como protectores de las membranas celulares. Neutralizan tóxicos del oxígeno, que son subproductos del metabolismo y que son capaces de causar la destrucción de los vasos laticíferos, en particular a los lutoides, lo que limita el flujo y aumento de la producción con una alta intensidad de explotación por el estímulo o el aumento de la frecuencia de pica. (Resarch R.2003)

Son esenciales para la protección de la integridad celular. Los thioles son activadores potenciales de las enzimas clave en el látex, como la invertasa. Existe una correlación directa entre la concentración de thioles y la producción. (Resarch R.2003)

- **Lutoides.**

Los lutoides comprenden casi el 20% del volumen de látex, son organelos de membrana unitaria de 1 a 5 μm de diámetro. Constituyen

un vacuoma lisosomal disperso en un citoplasma especializado, que es el látex. (D'auzac 1982)

En el cuadro 2 se presenta una escala de concentración de fósforo inorgánico (Pi), sacarosa y tioles (RSH) para los clones PB 217, PB 260 y RRIM 600.

Cuadro 2. Escala de concentración de fósforo inorgánico (PI), sacarosa y tioles (RSH) para los clones PB 217, PB 260 y RRIM 600, del cultivo de hule (*H. brasiliensis*).

CLON	PARÁMETRO	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	Fósforo Inorgánico (PI)	< 12.9	13.0 - 15.6	15.7 - 25.9	26 - 30.1	> 30.2
PB 217	Sacarosa	< 3.8	3.9 - 4.9	5 - 9.1	9.2 - 11.6	> 11.7
	Tioles (RSH)	< 0.20	0.21 - 0.26	0.27 - 0.50	0.51 - 0.61	> 0.62
	Fósforo Inorgánico (PI)	< 14.7	14.8 - 19.3	19.4 - 27	27.1 - 30.8	> 30.9
PB 260	Sacarosa	< 3	3.1 - 3.9	4.0 - 7.5	7.6 - 10.7	> 10.8
	Tioles (RSH)	< 0.22	0.23 - 0.31	0.32 - 0.59	0.60 - 0.65	> 0.66
	Fósforo Inorgánico (PI)	< 12.2	12.3 - 16.6	16.7 - 25.1	25.2 - 30.5	> 30.6
RRIM 600	Sacarosa	< 3.7	3.8 - 5.0	5.1 - 9.4	9.5 - 13.2	> 13.3
	Tioles (RSH)	< 0.15	0.16 - 0.19	0.20 - 0.37	0.38 - 0.48	> 0.49

Fuente: GREMHULE (2011).

4.1.5. La estimulación.

Según Palencia C. (2000), la estimulación del cultivo de *H. brasiliensis* es un medio por el cual se puede mejorar la productividad del cultivo, mediante la extracción más eficiente de la producción, como efecto de la prolongación y facilitación de la circulación del látex y de la activación de los mecanismos de su regeneración.

Esto se logra mediante la aplicación de sustancias químicas en el área de corte de pica para hacerlas intervenir en los procesos físicos químicos de la producción de látex. El etephon (ácido 2cloro etil fosfónico) es la materia activa que induce la liberación de etileno en el sistema laticífero y que a su vez causa el efecto estimulante en el árbol. (Palencia C. 2000)

Lo que se pretende con la estimulación es alcanzar la plena capacidad de producción de los árboles, según el clon, la edad y el metabolismo de los mismos, reduciendo la frecuencia de pica con el objetivo de no sobre explotar los árboles. En caso de picas a cada tres días esto conlleva a una reducción del 33% de la mano de obra empleada en la explotación y en picas a cada cuatro días un 50% y por consiguiente a una reducción en el costo de producción. (Palencia C. 2000)

Otras de las ventajas de la estimulación son: la reducción en el consumo de corteza por el menor número de picas que se practican a cada árbol, la prolongación de la vida útil del árbol, menor número de árboles con corte seco, menor incidencia y severidad de enfermedades del panel de pica por mayor tiempo de cicatrización del corte y por lo tanto reducción en los gastos de contos fitosanitarios, mejor manejo del panel de pica y del aprovechamiento de la pica intensiva. (Palencia C. 2000)

- **Número de estimulaciones por año.**

Según Palencia C. (2000) el número de estimulaciones por año va íntimamente relacionado con el metabolismo de los clones (clasificados en rápido, medio o lento), las reservas de azúcar y la frecuencia de pica. En función del clon y de la edad de los árboles está el número de estimulaciones por año que se recomiendan para cada caso particular.

Cuadro 3. Número de estimulaciones y cantidad de Etephon por año según el metabolismo de los clones, las reservas de azúcar y la edad de los árboles.

		No. Estimulaciones e ingrediente activo /año según edad de pica.			
Reservas de Azúcar	Intensidad de Estimulación	Edad 1 a 4 años	Ingrediente activo/año	Edad 5 años a mas	Ingrediente activo /año
Bajas	Baja	0 - 2/Año	0 - 35 mg	2 - 4 /Año	40 - 80 mg
Media	Media	3 - 6/Año	52 - 104 mg	6 - 8 /Año	120 - 160 mg
Altas	Fuerte	8/Año	140 mg	10 / Año	200 mg

Fuente: Palencia C. (2000).

Cuando la frecuencia de pica es cada cuatro días (1/2 s d4) se pueden realizar dos estimulaciones más por año, con el fin de recuperar en cierta forma la producción perdida por un intervalo menor de pica. (Palencia C. 2000)

Del año 11 de pica en adelante, según el clon, en árboles a implementar pica ascendente (1/4S d/3) se pueden realizar ocho estimulaciones por año con Etephon al 5%. (Palencia C. 2000)

En el caso de plantaciones adultas con explotación sobre primera o segunda regeneración de corteza, se pueden hacer de seis a ocho estimulaciones por año en pica 1/2S d3 con Etephon 2.5%. Si se implementa la pica ascendente en estas plantaciones, se puede hacer igual número de estimulaciones por año aumentando la concentración del estimulante al 5% y aplicando 1 cc de mezcla estimulante por árbol. (Palencia C. 2000)

4.2. Marco referencial.

Según Dickenson (1965) citado por Resarch R. (2003), los análisis de la composición bioquímica del látex contribuyen enormemente al conocimiento de la salud general del sistema laticífero de Hevea. Para la selección de tales parámetros, una norma podría fijarse sobre la base de la correlación de los parámetros de producción bajo un conjunto determinado de condiciones. Esto nos lleva a un diagnóstico fisiológico o diagnóstico de látex (DL).

Según Bealing (1969) citado por Resarch R. (2003), mediante un diagnóstico de látex registró una variación estacional en el contenido de sacarosa en el látex. Él encontró que el contenido de sacarosa en el látex alcanzó un máximo durante los meses de junio-julio y un mínimo durante el mes de Marzo.

Según Low y Gómez (1982) citado por Resarch R. (2003), encontraron una reducción en el contenido de sacarosa de látex cuando dos perforaciones son hechas el mismo día. Se les atribuye la reducción en los niveles de sacarosa en la segunda perforación a una importación preferente de azúcares de las regiones más remotas en el panel.

Tupy (1973) citado por Resarch R. (2003), demostró que el contenido de sacarosa en el látex se agotó, por debajo y por encima del corte de pica, como consecuencia del proceso de regeneración del látex.

Silpi *et al.* (2001) citado por Resarch R. (2003), aplicó la técnica de Diagnóstico de látex (Eschbach et al, 1984;.. y Jacob et al, 1985, 1988a, 1988b, 1995) reportando que la ubicación de la zona de regeneración del látex en la corteza en la mayoría de veces se distribuyó 40 cm por debajo y por encima del corte de pica (panel A). El nivel basal del panel B (panel a explotar) parece confirmar que el aumento simultáneo de la actividad metabólica es causado por el látex en regeneración.

Chai *et al.* (1969) citado por Resarch R. (2003), encontraron que perforaciones diarias en los árboles dio lugar a una acumulación de fósforo inorgánico en látex, probablemente debido a un estímulo de la actividad metabólica en los laticíferos.

Lustinec y Resing (1965) citado por Resarch R. (2003), encontró, utilizando radio-isótopo marcado, que el área de flujo de un árbol de caucho abierto recientemente se distribuyó sobre 40-50 cm por encima y por debajo del corte de pica.

Según GREMHULE (2010) Etephon 10 SL mantiene abiertos los conductos laticíferos por más tiempo, por lo que la producción de hule se prolonga por más días en cada pica.

Eschbach *et al.* (1984) informó que la estimulación, activa el metabolismo de los vasos laticíferos, y a la vez también aumenta el contenido de fósforo inorgánico.

Jacob *et al.* (1984) sugirió que el fósforo inorgánico en el látex refleja el metabolismo del árbol, también afirmó que el contenido de fósforo durante el invierno tiende a disminuir con eficacia la producción de látex.

Según GREMHULE (2010) En Guatemala se cultivan “clones” de hule. Un clon es una planta reproducida en forma asexual, en el cultivo de hule mediante la injertación. Las características fisiológicas de un clon se determinan genéticamente. Cada clon tiene características propias que determinan su sensibilidad y capacidad de respuesta a la estimulación; esto es lo que se conoce como “metabolismo” y depende mayormente del sistema de explotación y estimulación a adoptar. El metabolismo de los clones puede ser rápido, medio o lento. Otro término que es indispensable conocer de los clones es lo que se refiera a las “reservas de azúcares”, el cual indica conjuntamente con el metabolismo, la intensidad de estimulación que soporta un clon determinado.

En Guatemala el clon mas cultivado es RRIM 600 que tiene un metabolismo medio y posee un nivel de reservas medio, actualmente se están introduciendo nuevos clones con diferentes tipos de metabolismo y reservas de azúcar.

Cuadro 4. Niveles de metabolismo y nivele de reservas de azúcar de los clones más cultivado en Guatemala.

RESERVA DE AZUCAR		METABOLIMO DE LOS CLONES		
		LENTO	MEDIO	RAPIDO
BAJA	AV 2037			
MEDIA	PB 86	RRIM 600, GT 1, RRIC 100	PB 235, PB 260, PB 255	
ALTA	PB 217, IRCA 19			IRCA 230

Fuente: GREMHULE (2010).

Según GREMHULE (2010), el clon RRIM 600 clon secundario desarrollado por el Instituto de Investigación del Caucho de Malasia - RRIM, cuyos padres son los principales clones Tjir 1 y CP 86. Sus árboles son altos, con tallos verticales y de rápido crecimiento cuando son jóvenes. Las ramas aparecen más tarde y la forma bifurcaciones de espesor que llevan a la gran peso a la base de las plantas y, en caso de problemas con el viento, se rompe y puede causar la aparición de brechas en la plantación. (GREMHULE 2010)

En São Paulo, este clon se considera susceptible al viento. La corona se estrecha y escasa vegetación, con pequeñas hojas de color verde pálido. La fuerza, mediante la comparación de antes y después de la entrada en la sangría se considera promedio. La corteza delgada, ya que hace un poco delicado para la práctica de la sangría, en compensación, la renovación es buena. El punto culminante de su producción se destaca. (GREMHULE 2010)

Las plantaciones comerciales en Malasia, su producción promedio en los primeros cinco años de pica fue 1540 kg ha⁻¹ año⁻¹ en el 1/2S d / 2, Costa de Marfil, de 1732 kg ha⁻¹ año⁻¹ del sistema 1/2S d / 3 6d / 7 con cuatro estímulos al año sobre la base de etephon, mientras que la India, la producción fue 1185 kg ha⁻¹ año⁻¹, también en el 1/2S d / 2. El clon muestra una tendencia de aumento de la producción. En general, la producción inicial es el promedio, pero los siguientes son muy altos. La producción durante la etapa de senescencia es también alta. En el oeste de São Paulo se observó que el 1/2S d / 3 y 2,5% / 8 y fue superior en un 47% en comparación con 1/2S d / 2. (GREMHULE 2010)

Este clon muestra tolerancia a la sequía del panel, excepto cuando se somete a un sangrado intenso. Es muy susceptible al cáncer del tronco (*Phytophthora* spp.) Costa de Marfil y se considera una baja tolerancia al frío en China. Es el clon más cultivado en la región de la meseta de São Paulo, debido a su buen desempeño con respecto al rendimiento y vigor. (GREMHULE 2010)

4.2.1. Información general del lugar de investigación:

- **Nombre**

Finca Santa Ana Mixpiyá - Centro experimental de la Gremial de Huleros de Guatemala GREMHULE

- **Localización**

La finca se localiza en la costa sur de Guatemala, al noreste del municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez a 147.2 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Ver anexo (figura 11)

- **Vías de acceso**

Sobre la carretera CA-2 que conduce hacia al océano Pacífico, en el kilometro 136 se encuentra el cruce que conduce hacia el municipio de Chicacao, Such.; 10 kilómetros hacia el norte siguiendo la carretera asfaltada hasta llegar a un sitio denominado guardianía, aquí se vira hacia la izquierda y se sigue la carretera adoquinada que conduce hacia la finca Santa Ana Mixpiyá (0.63 km).

- **Ubicación geográfica:**

Las coordenadas geográficas de la finca Santa Ana Mixpiyá son: 14° 31' 32.14" latitud Norte y 91° 20' 21.15" longitud Oeste, con respecto del meridiano de Greenwich, a una altura de 390 msnm.

- **Zonas de vida y clima:**

La finca se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido, con una precipitación anual de 3,245 mm, siendo los meses de lluvia de abril a noviembre.

La temperatura media anual es de 25°C y existe una humedad relativa del 70%, con vientos provenientes del noreste a sureste.

- **Suelos:**

La fertilidad según análisis físico-químico de estos suelos es media, saturación de bases baja y alto de CIC; calcio adecuado, fósforo bajo, magnesio bajo en clases I, V, VI y adecuado en las clases IV y VII. La finca presenta un relieve ondulado a inclinado, con áreas planas y partes quebradas, pendientes de 5% en el área de almácigos y jardín clonal y 50% en campo clonal y comercial.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

- ✓ 108 espitas.
- ✓ 2592 tubos de hemolisis.
- ✓ 2592 tubos de hemólisis.
- ✓ Una banderola.
- ✓ Una pipeta.
- ✓ Un punzón.
- ✓ Un metro.
- ✓ Una hielera.
- ✓ Un espectrofotómetro.
- ✓ Una computadora.
- ✓ Tres trabajadores de campo.
- ✓ Libreta de campo y lápiz.

5.2. Métodos.

5.2.1. Reconocimiento del área a muestrear.

Mediante un caminamiento con personal que labora dentro en el centro de investigación de la Gremial de huleros de Guatemala (GREMHULE), se reconoció el área y los árboles de *H. brasiliensis* a muestrear. Para dicha investigación se contempló evaluar la cantidad de parámetros bioquímicos del látex de tres diferentes clones que presentaban diferente metabolismo RRIM 600 (medio), PB 217 (medio) y PB 260 (rápido).

5.2.2. Muestreo de campo.

- ✓ Se seleccionaron tres árboles por clon (PB 260, RRIM 600 y PB 217) con diferentes metabolismos (rápido, medio, lento) y niveles de sacarosa (alto, medio y bajo), que tuvieran las mismas características (grosor de tallo, altura de apertura de panel, sistema de pica y edad de pica).
- ✓ En los tres clones, se muestrearon árboles sin estimular y estimulados con Etephon 10 SL (dos estimulaciones por clon).
- ✓ Con una cinta métrica se midió el diámetro del árbol y se dividió en dos paneles (A y B). (Ver anexo, figura 16)
- ✓ Con una banderola se marcaron las líneas de donde se iban a colocar las espítas para la recolección de látex. (Ver anexo, figura 17)
- ✓ Se realizó un diagrama para determinar la ubicación de los 36 puntos a muestrear en cada árbol. (Ver anexo, figura 18)

- ✓ Con un lápiz se marcaron 36 puntos para el muestreo de látex, 21 en el panel actual de pica (A) y 15 en el panel sin picar (B), seguidamente se insertaron las espítas en los puntos marcados.
- ✓ En cada uno de los puntos marcados, con la ayuda de un punzón se perforaron pequeños agujeros con una profundidad aproximada de 5 mm.
- ✓ Luego de la perforación de los puntos de muestreo, se esperó a que el látex escurriera por la espita y en el extremo de esta se colocó un tubo de hemólisis con la finalidad de obtener 2 ml. de muestra de látex.
- ✓ Con una pipeta se extrajo 2 ml de látex de cada tubo de hemólisis y se colocó un ml en un recipiente de vidrio previamente numerado con capacidad para 15 ml, el cual contenía 9 ml de ácido tricloro acético (TCA). El látex restante se colocó dentro de otro recipiente de vidrio previamente etiquetado con el mismo aforo, completamente seco.
- ✓ Los tres árboles se muestrearon sin estimulación y con estimulación (2 estimulaciones) con la finalidad de ver el efecto del estimulante sobre los parámetros bioquímicos evaluados.

5.2.3. Análisis de laboratorio

- ✓ Las muestras obtenidas en el campo, fueron enviadas dentro de una hielera al laboratorio, luego fueron fijadas en una solución para su conservación y posteriormente se hizo el análisis por personal que labora en el laboratorio de la Gremial de Huleros.
- ✓ El hule natural se removió del resto del serum (suero), del cual se obtuvieron las concentraciones de azúcares, fósforo inorgánico y

thioles, por medio de reacciones químicas que pusieron en evidencia las diferentes tonalidades según su concentración.

- ✓ Se determinaron en el espectrofotómetro, los niveles para estos parámetros, que indicaron el estado de salud de la plantación. (Ver figura 7)
- ✓ El tiempo de análisis del serum y la obtención de resultados fue de aproximadamente 24 horas.

5.2.4. Análisis e interpretación de resultados

- ✓ Mediante una base de datos elaborada en Excel, se introdujeron los resultados proporcionados por el personal de laboratorio.
- ✓ Para la elaboración de las figuras, se promediaron los resultados de los diferentes puntos muestreados en árboles sin estimulación y con estimulación antes y después de pica y comparados con la escala utilizada por GREMHULE.
- ✓ Al obtener el nivel en que se encuentran los niveles de fósforo inorgánico (Pi), sacarosa y thioles, se estudió punto por punto, para determinar el o los factores que intervinieron en el nivel de los parámetros analizados y así poder establecer si el panel de pica se encuentra subexplotado y sobreexplotados.
- ✓ En una hoja de cálculo, haciendo uso de la herramienta análisis de datos, se realizó una prueba de medias de T, para lo cual se tomaron en cuenta el promedio de las concentraciones de los parámetros evaluados, para los tratamientos antes y después de pica, con y sin

estimulación, para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos antes de pica y después de pica.

- ✓ Con toda esta base de datos y conociendo el metabolismo del clon, los resultados son necesarios para recomendar el tipo de sistema de explotación y el número de estimulaciones que más conviene para asegurar una producción duradera y óptima, sin arriesgar la plantación.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el figura 1 se observa en forma general el comportamiento que obtuvo el fósforo inorgánico (Pi) dentro los árboles de *H. brasiliensis*, clon PB 217, de metabolismo lento, sin estimular antes y después de la pica.

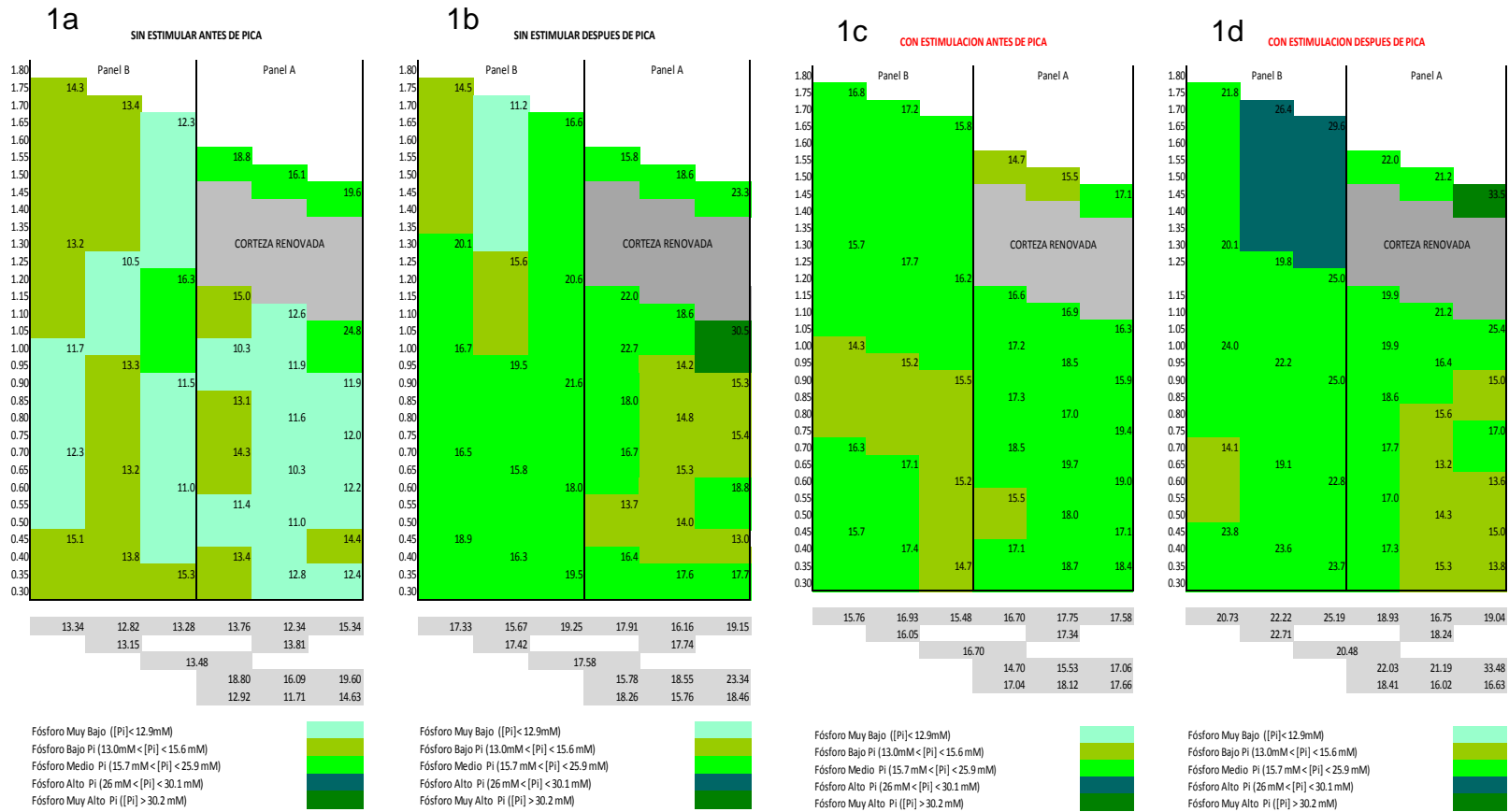


Figura 1. Distribución del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 217, sin estimulación (1a,1b) y con estimulación (1c,1d).

6.1. Influencia de la pica en la actividad metabólica del látex, que se describe por el contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el cultivo de *H. brasiliensis* clon PB 217, de metabolismo lento.

En la figura 1a y 1b se puede observar que el promedio total de los valores de fosforo inorgánico (Pi) fueron 13.48 mili moles (mM.L^{-1}) y 17.58 mili moles (mM.L^{-1}) en los tratamientos sin estimular antes de pica y después de pica, siendo el tratamiento después de pica el que posee una mayor cantidad de fósforo inorgánico debido a la actividad de pica. Los niveles de fosforo inorgánico (Pi) en el tratamiento antes de pica sin estimular, se encuentran bajos según la escala utilizada por GREMHULE y el tratamiento después de pica se encuentran en un nivel medio.

En el tratamiento después de pica sin estimular, se observa que los niveles de fósforo inorgánico fueron altos, lo que indica un metabolismo más alto en el área del panel explotado (A) en comparación con la observada en el panel sin explotar (B), debido a la activación metabólica de látex causada por la pica de manera regular, dicho tratamiento parece mantener el mismo comportamiento, a partir de 0.80 m por debajo del corte de pica y también en el área basal del panel sin explotar (B), tal y como se muestra en la figura 1.

En promedio en el tratamiento antes de pica, al igual que el tratamiento después de pica el metabolismo es mayor en el panel explotado (A), tomando en cuenta los niveles de fósforo inorgánico (Pi), con un promedio de 13.81 mM.L^{-1} que en el panel sin explotar (B) con un promedio de 13.15 mM.L^{-1} .

Tomando en cuenta lo anterior, los niveles de fósforo inorgánico (Pi) se ven influenciados por la actividad de pica y por lo tanto el contenido de este parámetro bioquímico será mayor en el panel explotado (A) que en el panel sin explotar (B), debido a que el panel (B) no se encuentra explotado.

Estos resultados coinciden con lo que indica GREMHULE (2010), ya que este clon tiene un metabolismo medio, de acuerdo al contenido de fósforo inorgánico (Pi) presente en el látex.

Así también en la figura 1c y 1d, se puede observar que los promedios del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el clon PB 217 estimulado con Etephon, fueron de 16.70 mM.L¹ para el tratamiento antes de pica y 20.48 mM.L⁻¹ para el tratamiento después de la pica. Tal y como ocurrió en los árboles sin estimular, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) fue más alto en el tratamiento después de la pica que en el tratamiento antes de la pica, sin embargo, a diferencia de los árboles sin estimulación, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) antes de la pica se considera como normal o medio.

Cabe resaltar que el nivel que dicho parámetro no aumentó en base a la escala utilizada por GREMHULE, debido a que el contenido de fósforo inorgánico (Pi) se mantienen en un nivel medio con una concentración de 16.70 mM.L⁻¹ en el tratamiento antes de pica y 20.48 mM.L⁻¹ en el tratamiento después de pica.

Al momento de hacer una comparación entre el panel explotado (A) y el panel sin explotar (B) del tratamiento antes de pica con estimulación (figura 1c), el contenido de este parámetro bioquímico en el panel explotado (A) es mayor al del panel sin explotar (B), sobre todo en los puntos muestreados abajo del corte de pica, esto debido a la activación del metabolismo laticífero mediante el uso del estimulante, lo que provocó el aumento de dicho parámetro.

En los tratamientos estimulados, es importante indicar que la aplicación de Etephon, produjo un aumento en el contenido de fósforo inorgánico, tanto antes de la pica como después de la pica, debido a que dicho producto mantiene abierto los conductos laticíferos por más tiempo, aumentando la actividad metabólica del árbol.

6.1.1. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el látex del clon PB 217.

En el cuadro cuatro se presenta la concentración promedio del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el clon PB 217, tanto en el tratamiento antes de pica como en el tratamiento después de pica, así también el valor de probabilidad de T, para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de ambos tratamientos.

Cuadro 5. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico en el látex, en el cultivo *H. brasiliensis* en el clon PB 217.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	16.38	20.53	2.71E-09*	12.83	18.66	9.90E-16*
Muestreo 2	15.86	21.02	5.11E-06*	14.26	16.33	0.03*

Fuente: el autor (2011)

Como se observa en el cuadro cuatro, en el clon PB 217, en el muestreo uno, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) aumento de 16.38, antes de pica a 20.53 mili moles (mM.L^{-1}), después de pica. De similar manera en el muestreo dos, se produjo un aumento en la concentración de fósforo inorgánico (Pi) de 15.86 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica a 21.04 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica. En ambos casos, la prueba de medias de T indica que si existe diferencia significativa entre la concentración de fósforo inorgánico entre los tratamientos antes y después de pica.

La estimulación del clon PB 217 produjo similares resultados en la concentración de fósforo inorgánico, aumentando de 12.83 mili moles (mM.L^{-1}) a 18.66 mili moles (mM.L^{-1}) en el primer muestreo, mientras que en el segundo muestreo aumentó de 14.26 mili moles (mM.L^{-1}) a 16.33 mili moles (mM.L^{-1}). En ambos muestreos, la prueba de medias de T indicó que si

existe diferencia significativa en la concentración de fósforo inorgánico (Pi), entre los tratamientos antes y después de pica.

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de fósforo inorgánico (Pi) en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación, en ambos muestreos, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Esto confirma la teoría de *Chai et al.* (1969) que indica que perforaciones diarias en los árboles da lugar a una acumulación de fósforo inorgánico en látex, probablemente debido a un estímulo de la actividad metabólica en los vasos laticíferos.

En la siguiente figura se describe el contenido de sacarosa presente en árboles de *H. brasiliensis*, clon PB 217, de metabolismo lento, sin estimulación y con estimulación, que fueron muestreados antes y después de pica.

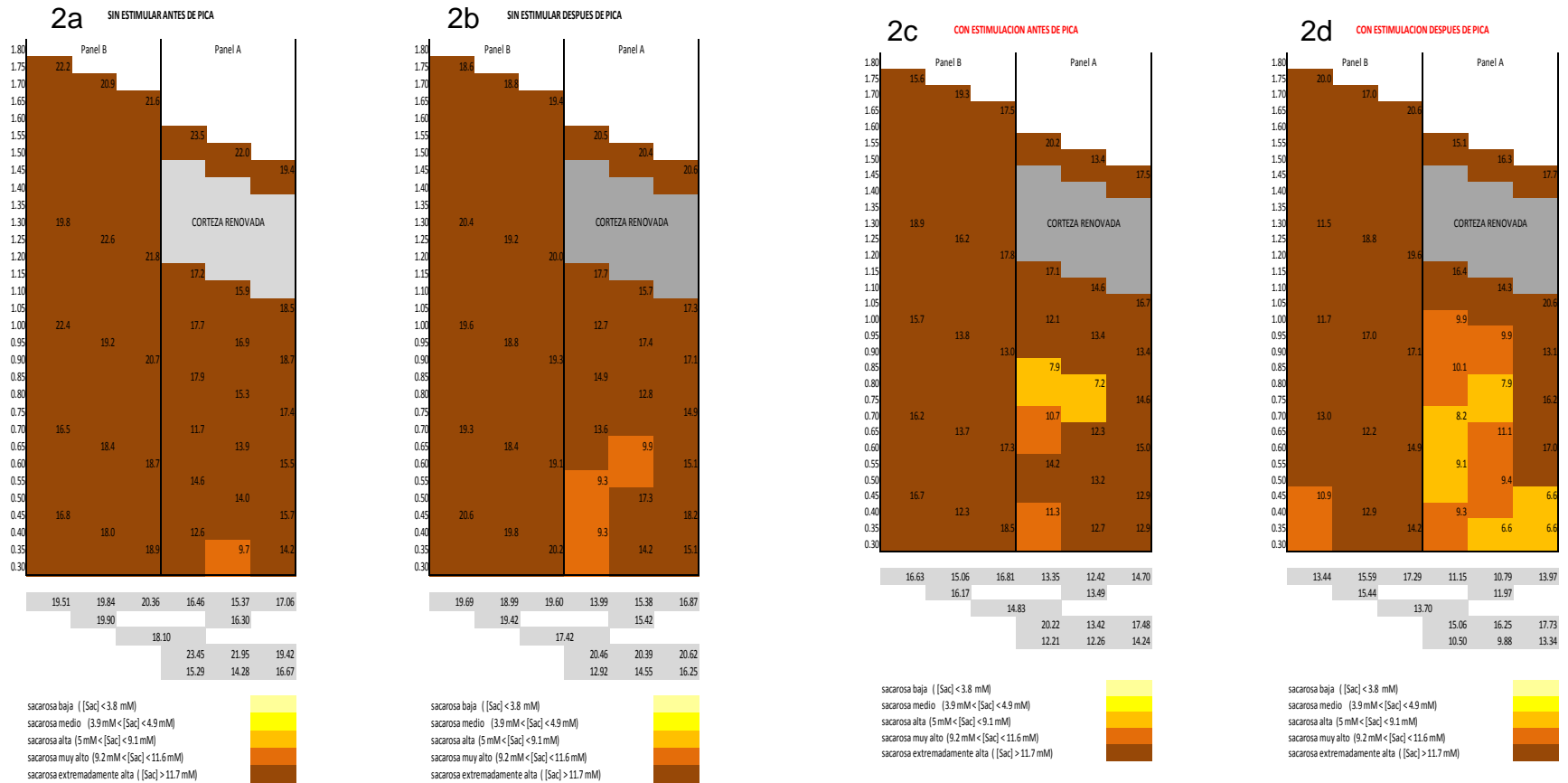


Figura 2. Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 217, sin estimulación (2a,2b) y con estimulación (2c,2d).

6.2. Estimación de la concentración de sacarosa en el látex en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 217, metabolismo lento.

Debido a la actividad de pica, en el tratamiento sin estimular después de pica (figura 2b) se puede observar un descenso en el nivel de las reservas energéticas (sacarosa) con un promedio de 18.10 mM.L^{-1} en comparación con el tratamiento antes de pica (figura 2a), que tuvo un promedio de 14.43 mM.L^{-1} .

Dentro de la zona situada debajo del corte de pica (panel A), descrita como una zona de mediana actividad metabólica del árbol, el contenido de sacarosa que se describe como el contenido de reservas energéticas, muestra para el tratamiento después de pica sin estimulación, una gradiente de concentración descendente, en la zona baja del corte como se observa en la gráfica 2b, debido a que se le ocasionó un estrés a través de la pica, lo que provocó que se activara el metabolismo del árbol y consumiera las reservas de energía.

El tratamiento sin estimular antes de pica presenta en el panel (A) los niveles más bajos a una distancia de 0.40 m debajo del corte, con valores que oscilan entre 7 y 10 mM.L^{-1} . Los niveles más bajos de sacarosa en el tratamiento después de pica en el panel (A), se encuentran en la región de la corteza a 0.95 m por debajo del corte, con valores que oscilan entre 11 a 13 mM.L^{-1} , lo que confirma trabajos anteriores (Tupy, 1973) que indican que el contenido de sacarosa en las partes bajas del corte disminuyen como consecuencia de la regeneración del látex.

Caso contrario se puede observar, por encima del corte de ambos tratamientos, valores de 20 mM.L^{-1} . Estas áreas que acumulan sacarosa no parecen ser capaces de participar en el proceso de regeneración de látex, debido a que su contenido de sacarosa se mantiene en un nivel extremadamente alto (20 mM.L^{-1}) en los tratamientos sin estimular, antes y después de pica.

En general el contenido de sacarosa se considera extremadamente alto, tanto antes como después de la pica, esto debido a que el contenido de fósforo inorgánico (Pi) que

está relacionado con el metabolismo del árbol se encuentra en un nivel medio, lo que indica que el árbol está siendo sub explotado y que no es capaz de consumir los altos niveles de sacarosa que es la fuente de energía del árbol. En base a lo anterior, es importante aumentar el número de estimulaciones, para aumentar los niveles de fósforo inorgánico (Pi) y activar el metabolismo del árbol, debido a que los niveles de sacarosa en los árboles sin estimular son extremadamente altos

Como se puede observar en las figuras 2c y 2d, en aquellos árboles que se aplicó estimulación con Etephon, el nivel de sacarosa en el látex tuvo un descenso promedio de 3.73 mM.L^{-1} en comparación con el tratamiento no estimulado, pero al igual que en el tratamiento sin estimular, este tuvo un descenso en los niveles de sacarosa después de la pica, principalmente a una distancia de 0.60 mt debajo del corte con valores que oscilan entre 6.6 y 9.3 mM.L^{-1} .

Sin embargo, en promedio los niveles de sacarosa se mantienen extremadamente alto, debido a que la cantidad de fosforo inorgánico (Pi) presente en el árbol aun estando estimulado, se encuentra en un nivel medio. Por lo que para poder reducir la cantidad de sacarosa es necesario incrementar el metabolismo del árbol mediante estimulaciones o mayor frecuencia de pica, debido a que genéticamente el metabolismo de este clon según GREMHULE es bajo.

El contenido de sacarosa, está relacionado con los niveles de fósforo inorgánico (Pi) de la siguiente manera, a menor cantidad de fósforo inorgánico mayor va ser la presencia de sacarosa en el árbol y menor la producción de látex. Esta disminución de la producción de látex es debido a que el metabolismo actual del árbol no es capaz de consumir la cantidad de sacarosa presente.

Tomando en cuenta el contenido de fósforo inorgánico (Pi), sacarosa y el metabolismo bajo de este clon, es importante intensificar la estimulación en estos clones, para activar el metabolismo de este clon y disminuir los niveles de sacarosa presentes en este clon, con lo que aumentará la producción de látex.

6.2.1. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, del clon PB 217.

El cuadro 5, describe el promedio de la concentración de sacarosa en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis* en el clon PB 217 para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación. También describe la probabilidad de T para determinar existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Cuadro 6. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis*, en el clon PB 217.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	18.17	16.23	0.017*	17.68	12.91	9.98E-08*
Muestreo 2	19.04	16.47	0.0009*	13.91	11.53	0.007*

Fuente: el autor (2011).

En el muestreo uno, la concentración de sacarosa, en el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 18.1730 mili moles (mM.L^{-1}) y en el tratamiento después de pica tuvo un promedio de 16.2339 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 19.0491 mili moles (mM.L^{-1}) y en el tratamiento después de pica sin estimulación, tuvo un promedio de 16.4751 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de sacarosa para ambos muestreos osciló entre 2.987 mili moles (mM.L^{-1}) y 25.121 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica, sin embargo el rango para el tratamiento después de pica osciló entre 2.198 mili moles (mM.L^{-1}) y 25.361 mili moles (mM.L^{-1}).

La concentración de sacarosa, para los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, tuvieron un promedio de 17.6842 mili moles (mM.L^{-1}) y 12.9139 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, el

tratamiento antes de pica con estimulación, presentó un promedio de 13.9173 mili moles (mM.L^{-1}) y 11.5322 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica con estimulación. El rango de la concentración de sacarosa para los tratamientos antes de pica en ambos muestreos osciló entre 2.759 mili moles (mM.L^{-1}) y 25.310 mili moles (mM.L^{-1}), en el tratamiento después de pica, el rango osciló entre 2.359 mili moles (mM.L^{-1}) y 24.644 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de sacarosa en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación, en ambos muestreos, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Esto indica que la actividad de pica si reduce significativamente la concentración de este parámetro bioquímico, que sirve como reserva energética, con lo que se deduce que al aumentar la concentración de fósforo inorgánico (Pi), disminuye la concentración de sacarosa.

En la figura 3 se presenta el contenido de tioles en los arboles sin estimulación y con estimulación, muestreados antes y después de la pica, dichos parámetros bioquímicos indican el estado de salud del árbol.

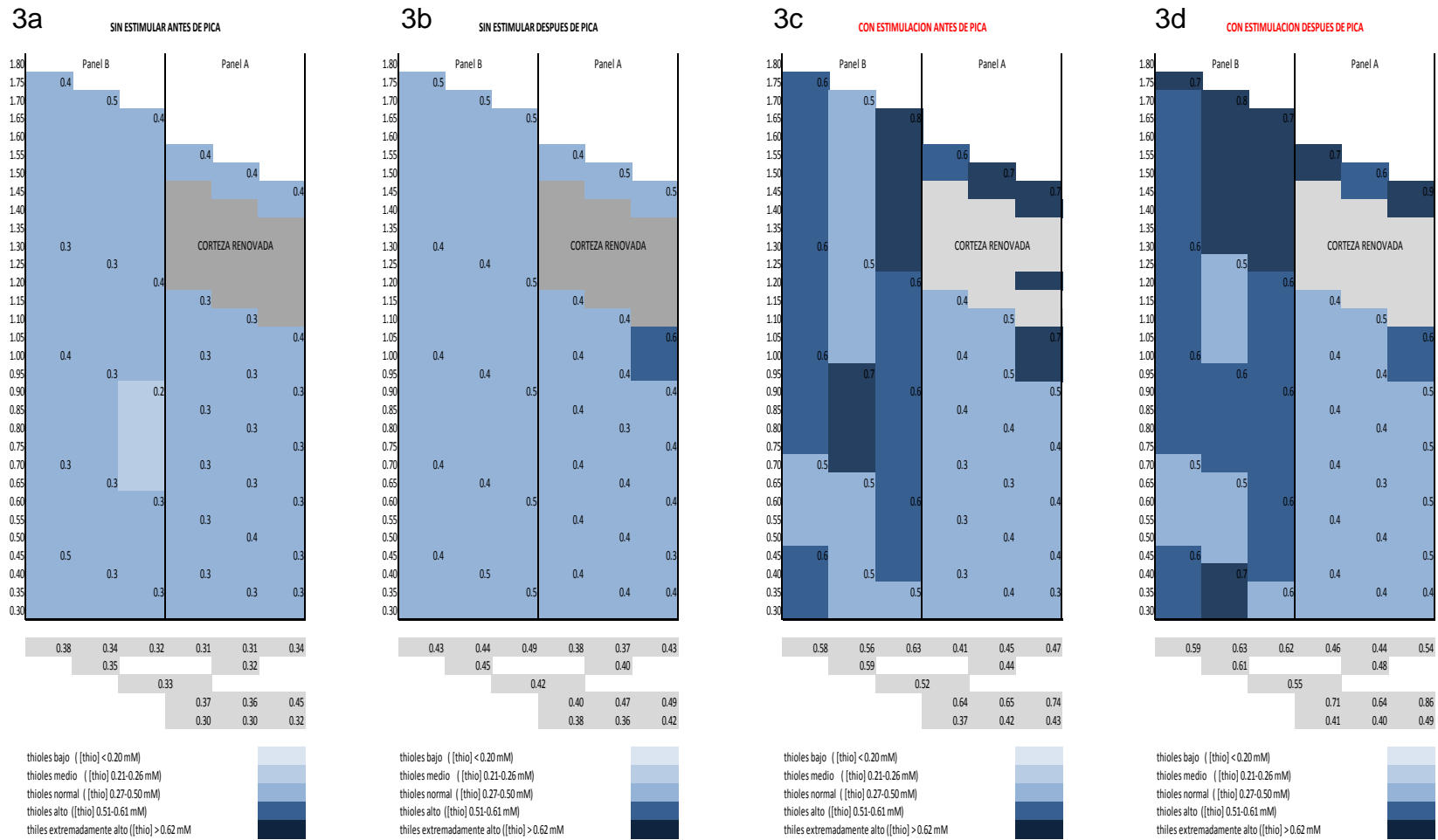


Figura 3. Distribución del contenido de tioles (RSH), en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 217, sin estimulación (3a,3b) y con estimulación (3c,3d).

6.3. Determinación de la concentración de tioles (RSH) en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 217, metabolismo lento.

El nivel de tioles (RSH) en el tratamiento después de pica, es superior al tratamiento antes de pica, debido a la activación de estos por parte del árbol como un mecanismo de defensa. Sin embargo el nivel de tioles (RSH) en ambos tratamientos es normal.

Según la figura 3, el área explotada (panel A) está reaccionando de forma normal al estrés provocado por el efecto de la labor de pica, esto se debe a la sub explotación de este clon, el cual se demuestra por un nivel medio en el contenido de fósforo inorgánico y en un nivel extremadamente alto en el contenido de sacarosa.

La figura 6 demuestra que el nivel de tioles (RSH) tuvo un aumento en base a los parámetros utilizados en esta investigación en ambos tratamientos por efectos de la estimulación, lo que significa que el árbol utilizó sus defensas para evitar la presencia de corte seco.

Sin embargo el motivo de que los tioles (RSH) se encuentren en un nivel alto no significa que la plantación este siendo sobreexplotada. Dicho aumento también se le puede atribuir al estrés provocado por el constante muestreo de látex.

6.3.1. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, del clon PB 217.

El cuadro 7, describe el promedio de la concentración de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis* en el clon PB 217 para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación. También describe la probabilidad de T para determinar existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Cuadro 7. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo *H. brasiliensis* en el clón PB 217.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	0.51	0.57	0.049*	0.33	0.43	7.625E-12*
Muestreo 2	0.48	0.5	0.414 n.s.	0.32	0.4	8.208E-07*

Fuente: el autor (2011).

Los niveles de concentración de tioles (RSH), en el muestreo uno, para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación fueron de 0.5169 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.5760 mili moles (mM.L^{-1}). Los tratamientos antes y después de pica sin estimulación en el muestreo dos, presentaron un promedio de 0.4808 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.5040 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en ambos muestreos para el tratamiento antes de pica sin estimulación fueron de 0.164 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.382 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica en ambos muestreos, el rango osciló en 0.261 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.171 mili moles (mM.L^{-1}).

Los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, presentaron un promedio de 0.3332 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.4334 mili moles (mM.L^{-1}), en el muestreo dos, los tratamientos anteriormente mencionados presentaron un promedio de 0.3292 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.4066 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en el tratamiento antes de pica con estimulación, osciló entre 0.1635 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.8188 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica con estimulación, el rango osciló entre 0.1347 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.8290 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa, en el muestreo uno, entre los

tratamientos antes y después de pica sin estimulación, por lo que se acepta la hipótesis alterna, totalmente lo contrario ocurrió en el muestreo dos, debido a que la actividad de pica no influyó significativamente en la concentración de tioles (RSH), en los tratamientos antes y después de pica sin estimulación, por lo que se rechaza la hipótesis alterna. En los tratamientos antes y después de pica con estimulación, se acepta la hipótesis alterna, debido a que la actividad de pica si influyó significativamente en la concentración de tioles (RSH) en ambos muestreos, por lo que se puede interpretar que el incremento de dicho parámetro bioquímico se debe a que el árbol si está utilizando sus defensas al momento de realizar la actividad de pica.

En la figura 4 se presentan los niveles de fósforo inorgánico (Pi) del clon PB 260, de metabolismo rápido, en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación.

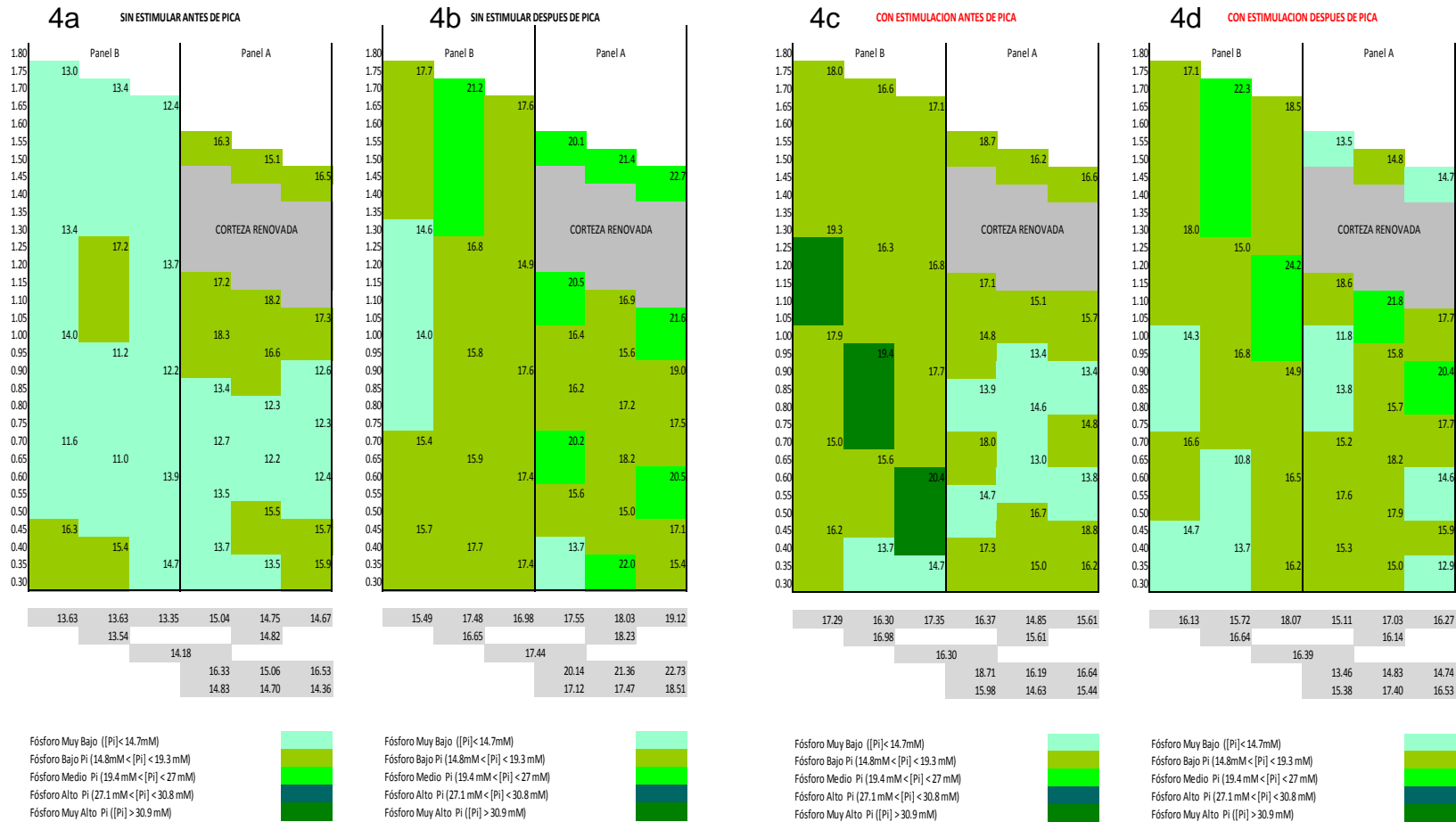


Figura 4. Distribución del contenido de fósforo inorgánico en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260., sin estimulación (4a,4b) y con estimulación (4c,4d).

6.4. Determinación de la concentración de fósforo inorgánico en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260, metabolismo rápido.

Como se observa en la figura 4a y 4b, El promedio total de los valores de fósforo inorgánico (Pi) son, respectivamente, 14.18 mM.L⁻¹ y 17.44 mM.L⁻¹ en los tratamientos sin estimular antes de pica y después de pica. Tal y como sucedió en el clon PB 217, el tratamiento sin estimular después de pica el que posee una mayor cantidad de fósforo inorgánico debido a la actividad de pica.

Por lo anteriormente descrito, los niveles de fósforo inorgánico (Pi) el tratamiento antes de pica se encuentra en un nivel muy bajo, el tratamiento después de pica se encuentra en un nivel bajo, esto se debe a una baja explotación del cultivo.

En el tratamiento después de pica, se observa un metabolismo de látex más alto en el área del panel explotado (A) en comparación con la observada en el panel sin explotar (B), debido a la activación metabólica de látex causada por pica de manera regular (figura 4b).

En el tratamiento antes de pica, al igual que el tratamiento después de pica el metabolismo es mayor en el panel explotado (A), teniendo un promedio de 14.82 mM.L⁻¹ que en el panel sin explotar (B) con un promedio de 13.54 mM.L⁻¹.

De forma general se puede decir que los niveles de fósforo inorgánico (Pi) no son los esperados, debido a que según GREMHULE, el clon PB 260 posee un metabolismo alto, por lo que para aumentar su actividad metabólica de este clon, es necesario estimular o aumentar la frecuencia de pica.

Los promedios del contenido de fosforo inorgánico (Pi) dentro del clon PB 260 (con estimulación) fueron de 16.30 mM.L⁻¹ para los árboles muestreados antes de pica (figura 4c) y 16.39 mM.L⁻¹ para los árboles muestreados después de la pica (ver figura 4d). Tal y como en los arboles sin estimular, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) obtuvo un incremento de acuerdo a los parámetros fisiológicos utilizados para esta

investigación en el tratamiento después de pica que en los árboles muestreados antes de la pica.

Cabe resaltar que dicho aumento no es significativo en base a los parámetros comparativos utilizados en esta investigación, debido a que el contenido de fósforo inorgánico (Pi) se mantiene en un nivel bajo tanto en los árboles muestreados antes de pica como en los árboles muestreados después de pica.

Al momento de hacer una comparación entre el panel explotado (A) y el panel sin explotar (B) en el tratamiento antes de pica, podemos decir que el contenido de este parámetro bioquímico en el panel (A) es mayor al del panel (B), sobre todo en los puntos muestreados abajo del corte de pica, esto debido a la activación del metabolismo laticífero mediante el uso del estimulante y la explotación de dicho panel, lo que provocó el aumento de este parámetro.

En el tratamiento después de pica, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) fue menor en el panel explotado (A) que en el panel sin explotar (B), sin embargo el promedio de estos dos paneles se mantuvieron en el mismo nivel (bajo) al igual que el tratamiento antes de pica por lo que no existe un aumento significativo.

6.4.1. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el látex, del clon PB 260.

En el cuadro 7 se presenta la concentración promedio del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el clon PB 260, para los tratamientos antes de pica y después de pica, ambos sin estimulación y con estimulación, así también el valor de probabilidad de T, para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de ambos tratamientos.

Cuadro 8. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (PI) en el látex, en el cultivo *H. brasiliensis*, en el clón PB 260.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	11.33	15.19	0.0000162*	15.28	17.18	0.0168*
Muestreo 2	17.55	19.55	0.000498*	15.91	16.68	0.333 n.s.

Fuente: el autor (2011).

El tratamiento antes de pica sin estimulación, en el muestreo uno, presentó un promedio de 11.333 mili moles (mM.L^{-1}), en la concentración de fósforo inorgánico, y en el tratamiento después de pica sin estimulación presentó un promedio de 15.192 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, los promedios de la concentración de fósforo inorgánico fueron de 17.553 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica sin estimulación y 19.552 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica sin estimulación. La concentración de fósforo inorgánico (Pi) en ambos muestreos, osciló en un rango de 3.961 mili moles (mM.L^{-1}) y 44.118 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica sin estimulación, para el tratamiento después de pica sin estimulación la concentración osciló entre 4.744 mili moles (mM.L^{-1}) y 40.877 mili moles (mM.L^{-1}).

En el muestreo uno, para los tratamientos con estimulación antes y después de pica los promedios en la concentración de fósforo inorgánico (Pi) fueron de 15.276 mili moles (mM.L^{-1}) y 17.183 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, los promedios para ambos tratamientos con estimulación fueron de 15.914 para el tratamiento antes de pica y 16.684 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica. El rango de la concentración de fósforo inorgánico (Pi) en ambos muestreos con estimulación, en los tratamientos antes de pica, osciló entre en 7.219 mili moles (mM.L^{-1}) y 45.189 mili moles (mM.L^{-1}), en los tratamientos después de pica, el rango de la concentración de fósforo inorgánico (Pi) osciló entre 5.970 mili moles (mM.L^{-1}) y 40.525 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de fósforo inorgánico (Pi) en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación, en el muestreo uno y muestreo dos, lo que indica que la actividad de pica si influye en un aumento significativo en la concentración de fósforo inorgánico, por lo que se acepta la hipótesis alterna, esto significa que el metabolismo del árbol aumenta después de la actividad de pica. En los tratamientos antes y después de pica con estimulación, se acepta la hipótesis alterna, debido a que solo existió diferencia significativa para el muestreo uno, mientras que en el muestreo dos se rechaza la hipótesis alterna debido a que la actividad de pica no influyó significativamente en la concentración de fósforo inorgánico (Pi).

A continuación se presenta en la siguiente figura, el contenido de sacarosa presente en arboles de *Hevea brasiliensis*, clon PB 260, metabolismo rápido, sin estimulación y con estimulación, que fueron muestreados antes y después de pica.

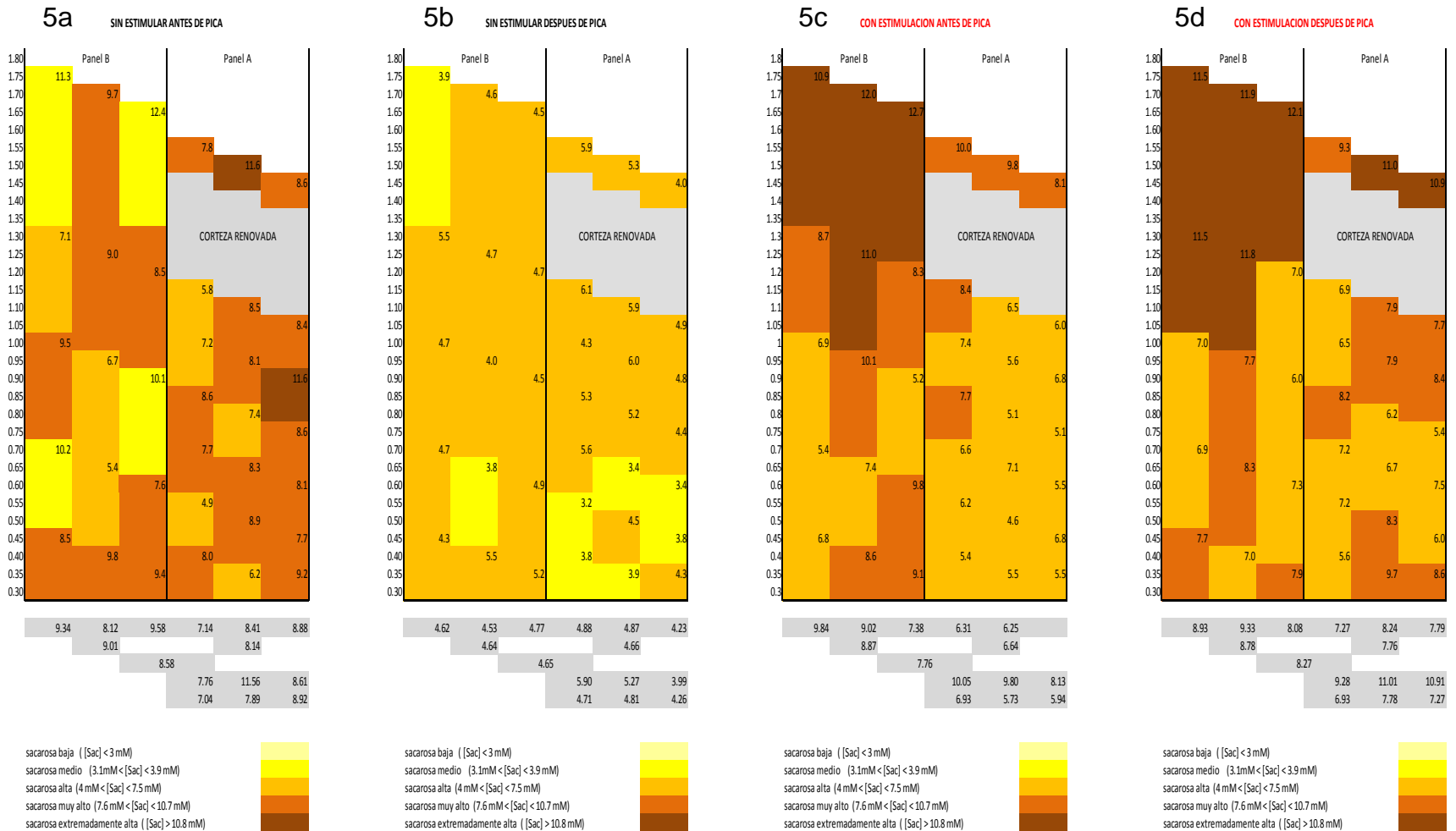


Figura 5 Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260, sin estimulación (5a,5b) y con estimulación (5c,5d)

6.5. Influencia de la pica en el contenido de sacarosa en el látex en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260, metabolismo rápido.

De acuerdo a la figura 5b el contenido de sacarosa en el látex para el tratamiento sin estimulación después de pica, muestra una gradiente de concentración descendente, en la zona baja del corte. Totalmente lo contrario ocurre en el tratamiento antes de pica (figura 5a), debido a que a este tratamiento no se le ha ocasionado un estrés para activar su metabolismo y que este consuma las reservas de energía que posee el árbol.

En la figura 5a, los niveles más bajos de sacarosa se encuentran a una distancia de 0.60 m debajo del corte, con valores que oscilaron entre 5 y 8 mM.L⁻¹. Los niveles más bajos de sacarosa en el panel (A), según la figura 5b, se encontraron en la región de la corteza a 0.70 m por debajo del corte, con valores que oscilan entre 5 a 7 mM.L⁻¹, esto indica que el contenido de sacarosa en las partes bajas del corte disminuyen por motivo de la regeneración del látex.

Caso contrario se puede observar, por encima del corte en ambas figuras, con valores que oscilan entre 9 y 1a mM.L⁻¹ en la figura 5a y de 8 a 10 mM.L⁻¹ en la figura 5b. Estas áreas que acumulan sacarosa no parecen ser capaces de participar en el proceso de regeneración de látex, debido a que su contenido de sacarosa se mantiene en un nivel alto, en ambos tratamientos.

El promedio general en los niveles de concentración fue menor en el tratamiento después de pica sin estimulación (7.76 mM.L⁻¹) en comparación con el promedio del tratamiento sin estimular antes de pica (8.27 mM.L⁻¹), debido al efecto de la pica, sin embargo el contenido de sacarosa se encuentran en un nivel de concentración muy alto.

Las figura 5c y 5d, demuestran que en promedio los niveles de de sacarosa dentro del árbol se mantienen muy altos para el tratamiento antes de pica, con valores de 8.58

mM.L⁻¹ y altos para el tratamiento después de pica 4.65 mM.L⁻¹, lo que indica que la actividad de pica si tuvo efecto en el contenido de sacarosa dentro del árbol.

A pesar que genéticamente el clon PB 260 es de metabolismo alto, no ha podido consumir la alta cantidad de sacarosa, por lo que podemos decir que para poder reducir la cantidad de sacarosa es necesario activar el metabolismo (niveles de Pi) del árbol mediante estimulaciones.

Debido a que el consumo de sacarosa, está relacionado con los niveles de fósforo inorgánico (Pi), se puede deducir lo siguiente: a menor cantidad de fósforo inorgánico mayor va ser la presencia de sacarosa en el árbol y menor va ser la producción de látex, debido a que no se está aprovechando el alto nivel energético que este posee.

6.5.1. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, del clon PB 260.

El cuadro 8, describe el promedio de la concentración de sacarosa en el látex, en el cultivo de hule (*H. brasiliensis*) en el clon PB 260 para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación. También describe la probabilidad de T para determinar existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Cuadro 9. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo *H. brasiliensis*, en el clon PB 260.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	6.78	3.04	3.749E-23*	10.74	8.34	0.000328*
Muestreo 2	10.01	6.48	3.380E-08*	6.69	5.93	3.380E-08*

Fuente: el autor (2011).

La concentración de sacarosa, en el muestreo uno, en el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 6.777 mili moles (mM.L^{-1}) y en el tratamiento después de pica tuvo un promedio de 3.038 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 10.005 mili moles (mM.L^{-1}) y 6.484 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica sin estimulación. El rango de la concentración de sacarosa para ambos muestreos osciló entre 2.242 mili moles (mM.L^{-1}) y 21.435 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica, sin embargo el rango para el tratamiento después de pica osciló entre 1.382 mili moles (mM.L^{-1}) y 21.224 mili moles (mM.L^{-1}).

La concentración de sacarosa, para los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, tuvieron un promedio de 10.743 mili moles (mM.L^{-1}) y 8.335 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, el promedio para el tratamiento antes de pica con estimulación fue de 6.690 mili moles (mM.L^{-1}) y 5.933 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica con estimulación. El rango de la concentración de sacarosa para los tratamientos antes de pica en ambos muestreos osciló entre 2.321 mili moles (mM.L^{-1}) y 22.164 mili moles (mM.L^{-1}), en el tratamiento después de pica, el rango osciló entre 2.096 mili moles (mM.L^{-1}) y 20.485 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de sacarosa en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación, en ambos muestreos realizados en el clon PB 260, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Esto indica que la actividad de pica si reduce significativamente la concentración de sacarosa, que sirve como reserva energética, con lo que se deduce que al aumentar la concentración de fósforo inorgánico (Pi), disminuye la concentración de sacarosa.

La siguiente figura, demuestra el contenido de tioles (RSH) dentro de los árboles sin estimulación y con estimulación muestreados antes y después de la pica en el clon PB 260, metabolismo rápido.

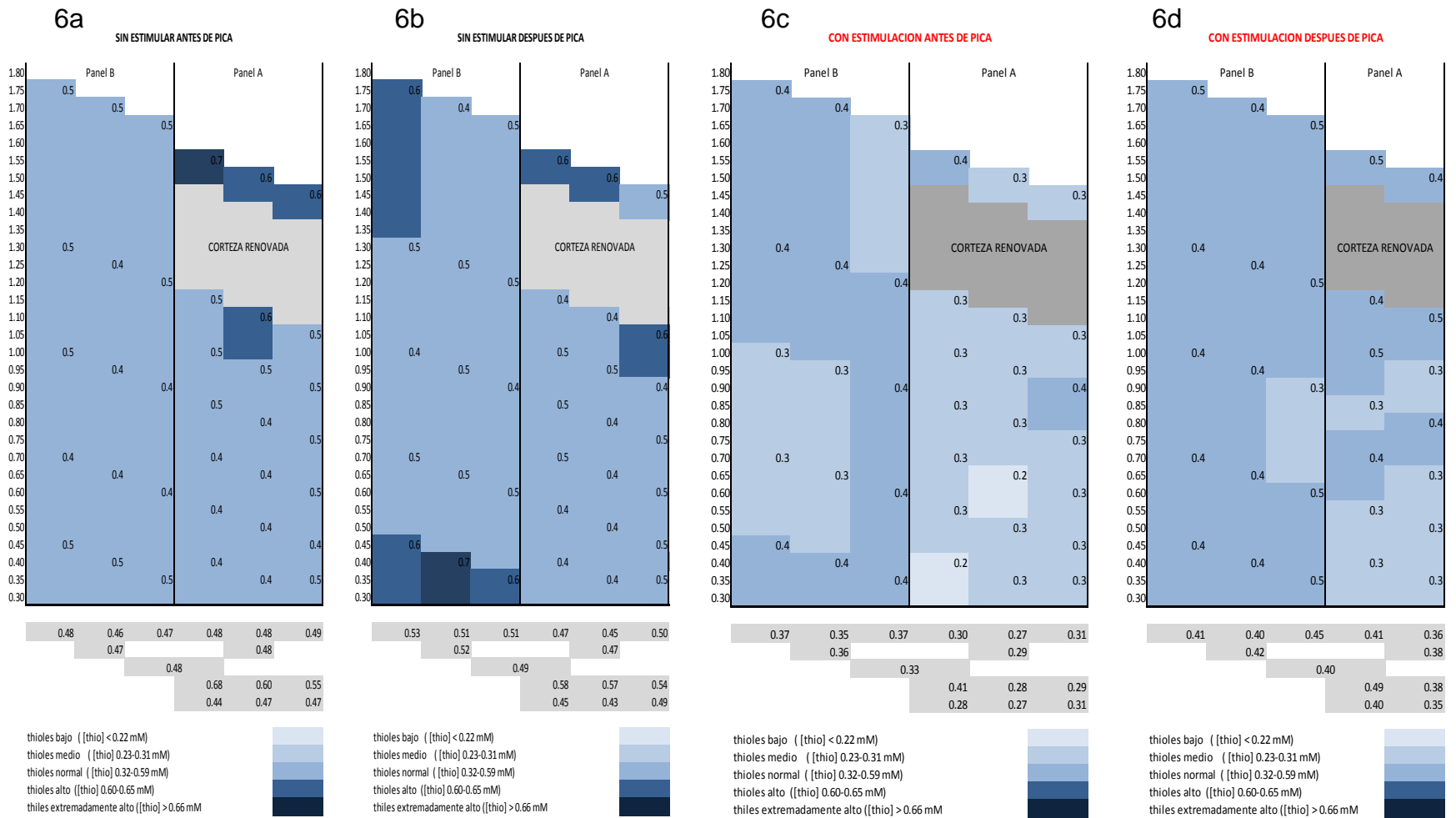


Figura 6. Distribución del contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260 sin estimulación (6a, 6b) y con estimulación (6c, 6d).

6.6. Influencia de la pica en el contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260, metabolismo rápido.

La figura 6 demuestra que el nivel de tioles (RSH) en el tratamiento después de pica, es superior al tratamiento antes de pica, lo que indica el árbol emplea sus tioles como mecanismo de defensa de forma normal. Sin embargo el nivel de tioles (RSH) en ambos tratamientos es normal.

Según las figura 6a y 6b, el área explotada (panel A) está reaccionando de forma normal al estrés provocado por el efecto de la labor de pica, esto se debe a la sub explotación del clon respecto a la pica.

En los arboles estimulados, el tratamiento después de pica, es superior al tratamiento antes de pica, lo que indica que al igual que el tratamiento sin estimulación, el árbol emplea sus tioles como mecanismo de defensa de forma normal.

Según la grafica 6c y 6d, el área explotada (panel A) está reaccionando de forma normal al estrés provocado por el efecto de la labor de pica y estimulación, con lo que indica que la estimulación no ocasionó ningún efecto sobre la concentración de tioles.

6.6.1. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, del clon PB 260.

En el cuadro 10 se describe la concentración de tioles (RSH), el en látex, del cultivo de *H. brasiliensis*, clon PB 260, para los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación.

Cuadro 10. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de hule (*H. brasiliensis*) en el clón PB 260.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	0.37	0.44	0.000023*	0.23	0.43	8.894E-23*
Muestreo 2	0.52	0.59	0.00210*	0.36	0.4	0.013*

Fuente: el autor (2011).

Los niveles de concentración de tioles (RSH), en el muestreo uno, para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación fueron de 0.37 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.44 mili moles (mM.L^{-1}). Los tratamientos antes y después de pica sin estimulación en el muestreo dos, presentaron un promedio de 0.52 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.59 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en ambos muestreos para el tratamiento antes de pica sin estimulación fueron de 0.20 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.10 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica en ambos muestreos, el rango osciló en 0.21 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.29 mili moles (mM.L^{-1}).

Los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, presentaron un promedio de 0.23 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.43 mili moles (mM.L^{-1}), en el muestreo dos, los tratamientos anteriormente mencionados presentaron un promedio de 0.36 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.40 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en el tratamiento antes de pica con estimulación, osciló entre 0.153 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.072 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica con estimulación, el rango osciló entre 0.18 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.05 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa, en ambos muestreos, entre los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación, por lo que se acepta la hipótesis alterna para ambos tratamientos. Dicha

diferencia significativa en el incremento de la concentración de tioles (RSH), en los tratamientos después de pica, en ambos muestreos, se debe a que el árbol si está utilizando sus defensas al momento de realizar la actividad de pica.

En la presente gráfica se muestra el contenido de fósforo inorgánico (Pi), presente en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, metabolismo medio.

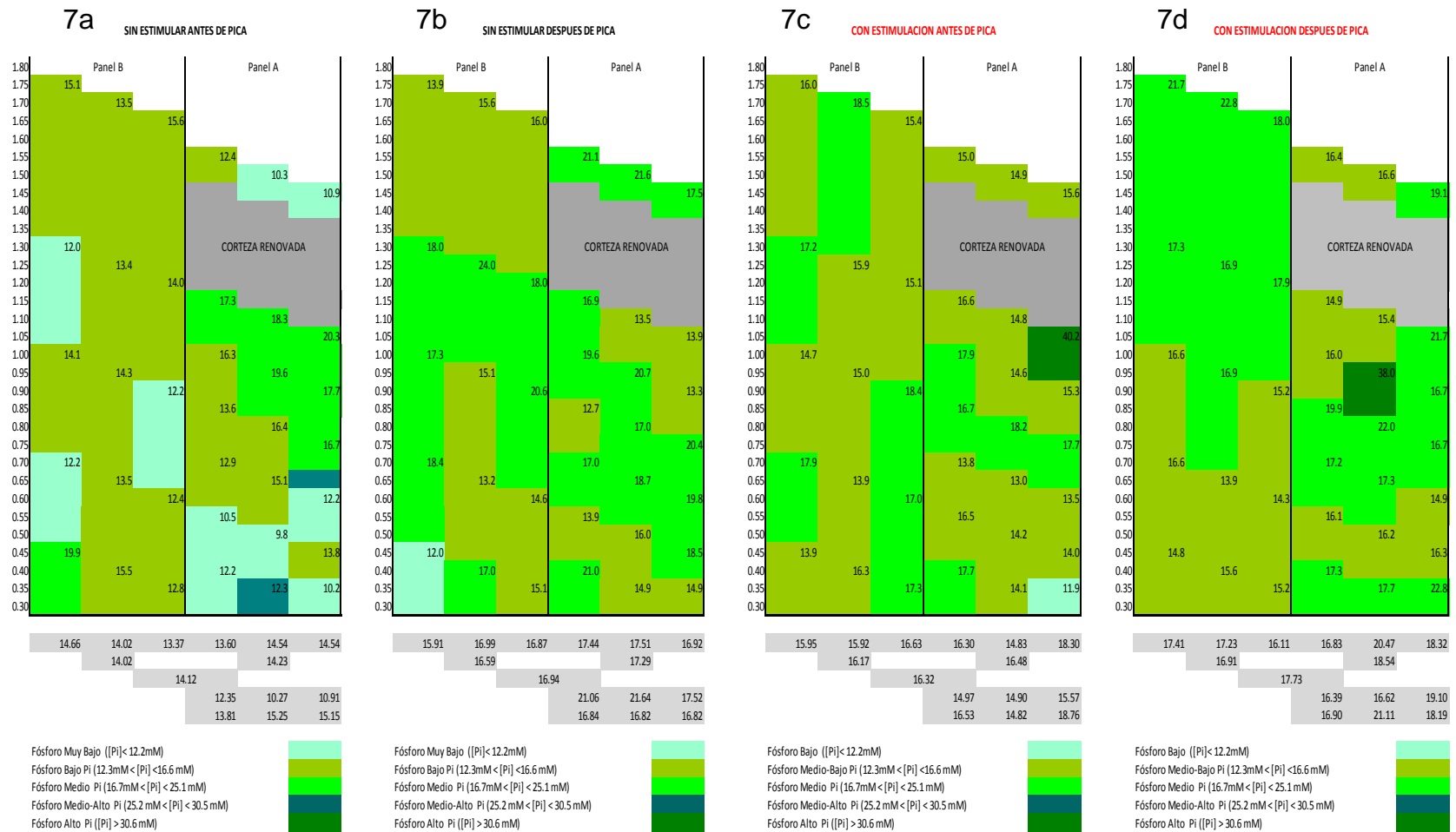


Figura 7. Distribución del contenido de fósforo inorgánico en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, sin estimulación (7a, 7b) y con estimulación (7c, 7d).

6.7. Influencia de la pica en la actividad metabólica del látex, que se describe por el contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, metabolismo medio.

Los promedios del contenido de fósforo inorgánico (Pi) dentro del clon RRIM 600 sin estimulación, fueron de 14.12 mM.L⁻¹ para el tratamiento antes de pica y 16.94 mM.L⁻¹ para el tratamiento después de la pica. Tal y como en los anteriores clones, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) fue mayor en el tratamiento después de la pica que en el tratamiento antes de la pica, por lo que se puede decir que la actividad de pica si ocasiona un aumento en el metabolismo del árbol que se describe por el contenido de fósforo inorgánico (Pi).

Cabe resaltar que dicho aumento es significativo debido a que el contenido de fosforo inorgánico (Pi) pasó de un nivel bajo en el tratamiento antes de pica a un nivel medio en el tratamiento después de pica.

Al momento de hacer una comparación entre el panel (A) y el panel (B) de los árboles en el tratamiento antes de pica sin estimular, el contenido de este parámetro bioquímico en el panel (A) es mayor al del panel (B), sobre todo en los puntos muestreados abajo del corte de pica, esto debido a que el panel (A) es el que actualmente se está explotando, lo que provocó el aumento de dicho parámetro.

En el tratamiento después de pica sin estimular, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) fue menor en el panel (B) que en el panel (A), pasando de un nivel bajo a un nivel medio.

Los promedios del contenido de fósforo inorgánico (Pi) dentro del clon RRIM 600 (con estimulación) fueron de 16.32 mM.L⁻¹ para el tratamiento antes de pica y 17.73 mM.L⁻¹ para el tratamiento después de la pica. Tal y como en el los árboles sin estimular, el contenido de fosforo inorgánico (Pi) fue mayor en el tratamiento después de la pica.

Al igual que en el tratamiento sin estimular, el aumento de fósforo inorgánico (Pi) es significativo debido a que el contenido de fosforo inorgánico (Pi) pasó de un nivel bajo en el tratamiento antes de pica a un nivel medio en el tratamiento después de pica.

En el tratamiento antes de pica con estimulación, el contenido de fósforo inorgánico en el panel (A) es mayor al del panel (B), sobre todo en los puntos muestreados abajo del corte de pica, debido a la activación del metabolismo laticífero mediante el uso del estimulante, lo que provocó el aumento de dicho parámetro,

En el tratamiento después de pica, el contenido de fósforo inorgánico (Pi) fue mayor en el panel (A) que en el panel (B), sin embargo el promedio de estos dos paneles se mantienen en el mismo nivel (Medio).

6.7.1. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico (Pi) en el látex, del clon RRIM 600.

En el cuadro 10 se presenta la concentración promedio del contenido de fósforo inorgánico (Pi), en el clon RRIM 600, para los tratamientos antes y después de pica, así también el valor de probabilidad de T, para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de ambos tratamientos.

Cuadro 11. Prueba de medias de T del contenido de fósforo inorgánico en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis*, en el clon RRIM 600.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	14.00	22.11	9.186E-11*	19.33	21.12	0.366n.s
Muestreo 2	11.89	14.27	0.000930*	12.88	15.02	0.000634*

Fuente: el autor (2011).

El tratamiento antes de pica sin estimulación, en el muestreo uno, presentó un promedio de 14.003 mili moles (mM.L^{-1}), en la concentración de fósforo inorgánico, y en el tratamiento después de pica sin estimulación presentó un

promedio de 22.111 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, los promedios de la concentración de fósforo inorgánico fueron de 11.887 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica sin estimulación y 14.274 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica sin estimulación. La concentración de fósforo inorgánico (Pi) en ambos muestreos, osciló en un rango de 4.283 mili moles (mM.L^{-1}) y 37.161 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica sin estimulación, para el tratamiento después de pica sin estimulación la concentración osciló entre 4.433 mili moles (mM.L^{-1}) y 45.604 mili moles (mM.L^{-1}).

En el muestreo uno, para los tratamientos con estimulación antes y después de pica los promedios en la concentración de fósforo inorgánico (Pi) fueron de 19.333 mili moles (mM.L^{-1}) y 21.115 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, los promedios para ambos tratamientos con estimulación fueron de 12.877 para el tratamiento antes de pica y 15.020 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica. El rango de la concentración de fósforo inorgánico (Pi) en ambos muestreos con estimulación, en los tratamientos antes de pica, osciló entre en 1.000 mili moles (mM.L^{-1}) y 28.792 mili moles (mM.L^{-1}), en los tratamientos después de pica, el rango de la concentración de fósforo inorgánico (Pi) osciló entre 8.187 mili moles (mM.L^{-1}) y 36.224 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de fósforo inorgánico (Pi) en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación, en el muestreo uno y muestreo dos, lo que indica que la actividad de pica si influye en un aumento significativo en la concentración de fósforo inorgánico, esto significa que el metabolismo del árbol aumenta después de la actividad de pica por lo que se acepta la hipótesis alterna. En los tratamientos antes y después de pica con estimulación, solo existió diferencia significativa entre los tratamientos antes y después de pica, en el muestreo dos, por lo que se

acepta la hipótesis alterna, mientras que en el muestreo uno se rechaza la hipótesis alterna, debido a que la actividad de pica no influyó significativamente en la concentración de fósforo inorgánico (Pi).

La siguiente figura, muestra el contenido de sacarosa en los árboles sin estimulación y con estimulación, antes y después de pica, en el clon RRIM 600, metabolismo medio.

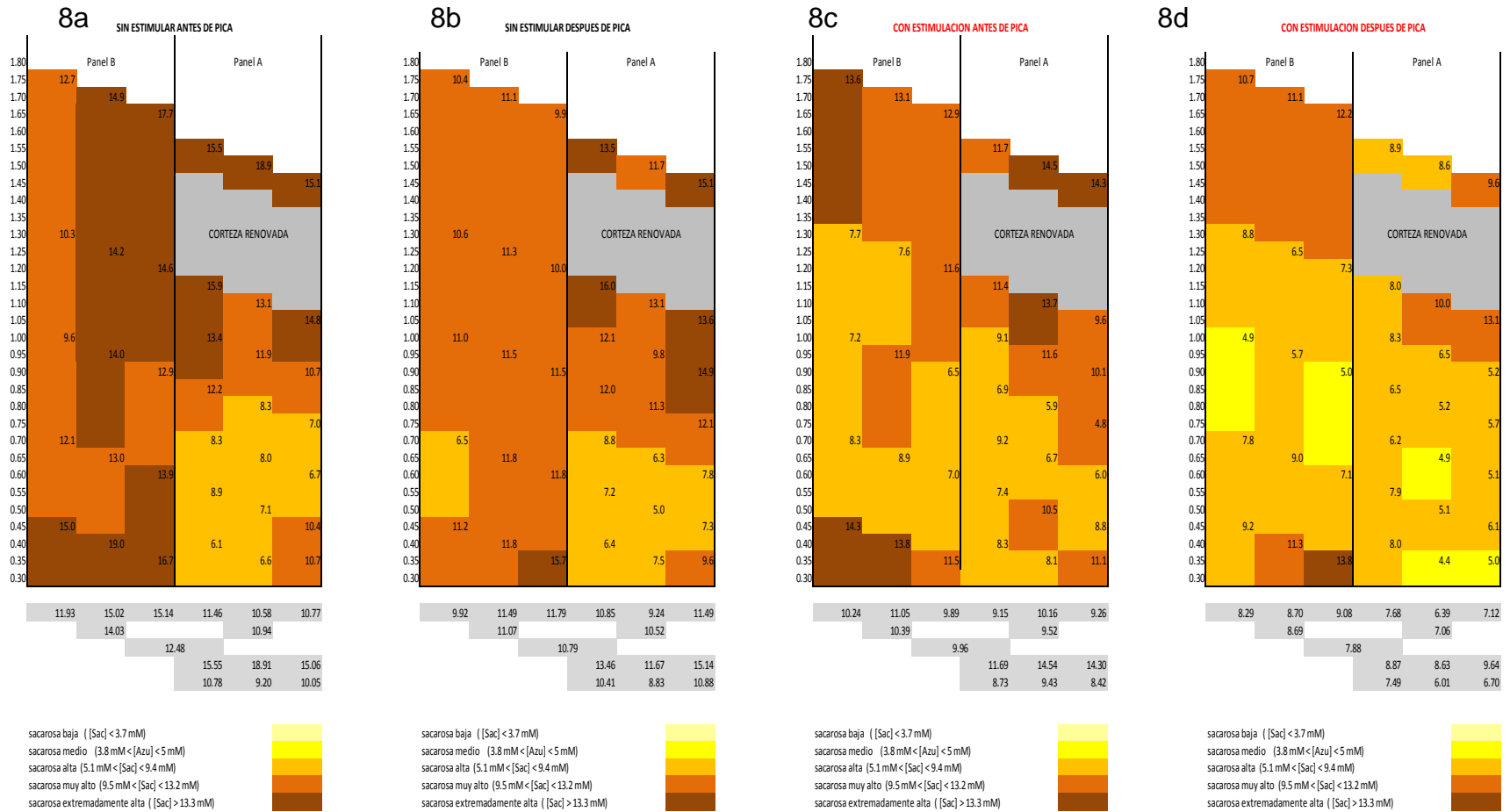


Figura 8. Distribución del contenido de sacarosa en el cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, sin estimulación (8a, 8b) y con estimulación (8c, 8d).

6.8. Influencia de la pica en el contenido de sacarosa en el látex en el cultivo *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, metabolismo medio.

Al igual que en los clones anteriores (PB 217, PB 26), el contenido de sacarosa en el látex del tratamiento sin estimulación después de pica, posee una gradiente de concentración descendente, en la zona baja del corte como se observa en las figuras 8a y 8b. Totalmente lo contrario ocurre en el tratamiento antes de pica, debido a que a este tratamiento no se le ha ocasionado un estrés para activar su metabolismo y que este consume las reservas de energía que posee el árbol.

La figura 8a presenta en el panel (A) los niveles más bajos a una distancia de 0.80 mt debajo del corte, con valores que oscilan entre 6 y 10 mM.L⁻¹. En la figura 5n los niveles más bajos de sacarosa en el panel (A), se encuentran a 0.60 mt por debajo del corte, con valores que oscilan entre 5 y 7 mM.L⁻¹, lo que confirma al igual que los clones PB 217 y PB 260, que el contenido de sacarosa en las partes bajas del corte disminuyen como consecuencia de la regeneración del látex.

Caso contrario se puede observar, por encima del corte de ambos tratamientos, valores que oscilan entre 15 y 19 mM.L⁻¹ en el tratamiento antes de pica y 10 y 15 mM.L⁻¹ en el tratamiento después de pica. Debido al contenido muy alto de sacarosa en ambos tratamientos, estas áreas no parecen ser capaces de participar en el proceso de regeneración de látex,

El promedio general en los niveles de concentración fue menor en el tratamiento después de pica (10.79 mM.L⁻¹) que en el tratamiento antes de pica (12.48 mM.L⁻¹) debido al consumo de sacarosa por parte del clon, sin embargo ambos promedios se encuentran en un nivel de concentración alto, de acuerdo a la escala de GREMHULE.

Las figuras 8c y 8d, demuestran que en promedio los niveles de de sacarosa dentro del árbol se mantiene altos, en el tratamiento antes de pica con un valor de 9.96 mM.L⁻¹,

sin embargo para el tratamiento después de pica hubo un descenso significativo con un valor de 7.88 mM.L⁻¹ para el tratamiento después de pica.

De una mejor manera podemos decir que el efecto de pica influyó para que el nivel de sacarosa descendiera de un nivel muy alto a un nivel alto, esto debido a que el metabolismo del árbol también tuvo un ascenso de un nivel bajo a un nivel medio al momento de la estimulación.

6.8.1. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, del clon RRIM 600.

El cuadro 11, describe el promedio de la concentración de sacarosa en el látex, en el cultivo de hule (*H. brasiliensis*) en el clon RRIM 600 para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación. También describe la probabilidad de T para determinar existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Cuadro 12. Prueba de medias de T del contenido de sacarosa en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis*, en el clon RRIM 600.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	12.91	9.81	0.00128*	10.51	8.75	0.0150*
Muestreo 2	14.64	8.59	1.135E-14*	9.85	6.14	2.212E-08*

Fuente: el autor (2011).

La concentración de sacarosa, en el muestreo uno, en el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 12.912 mili moles (mM.L⁻¹) y en el tratamiento después de pica tuvo un promedio de 9.814 mili moles (mM.L⁻¹). En el muestreo dos, el tratamiento antes de pica sin estimulación tuvo un promedio de 14.638 mili moles (mM.L⁻¹) y 8.587 mili moles (mM.L⁻¹) en el tratamiento después de pica sin estimulación. El rango de la concentración

de sacarosa para ambos muestreos osciló entre 3.047 mili moles (mM.L^{-1}) y 39.054 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica, sin embargo el rango para el tratamiento después de pica osciló entre 2.180 mili moles (mM.L^{-1}) y 23.009 mili moles (mM.L^{-1}).

La concentración de sacarosa, para los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, tuvieron un promedio de 10.509 mili moles (mM.L^{-1}) y 8.748 mili moles (mM.L^{-1}). En el muestreo dos, el promedio para el tratamiento antes de pica con estimulación fue de 9.854 mili moles (mM.L^{-1}) y 6.139 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica con estimulación. El rango de la concentración de sacarosa para los tratamientos antes de pica en ambos muestreos osciló entre 3.035 mili moles (mM.L^{-1}) y 23.009 mili moles (mM.L^{-1}), en el tratamiento después de pica, el rango osciló entre 2.071 mili moles (mM.L^{-1}) y 23.009 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa en el contenido de sacarosa en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación, en ambos muestreos realizados en el clon RRIM 600, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Esto indica que la actividad de pica si reduce significativamente la concentración de sacarosa, que sirve como reserva energética, con lo que se deduce que al aumentar la concentración de fósforo inorgánico (Pi), disminuye la concentración de sacarosa.

La siguiente figura, demuestra el contenido de thioles en los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación, en el clon RRIM 600, metabolismo medio.

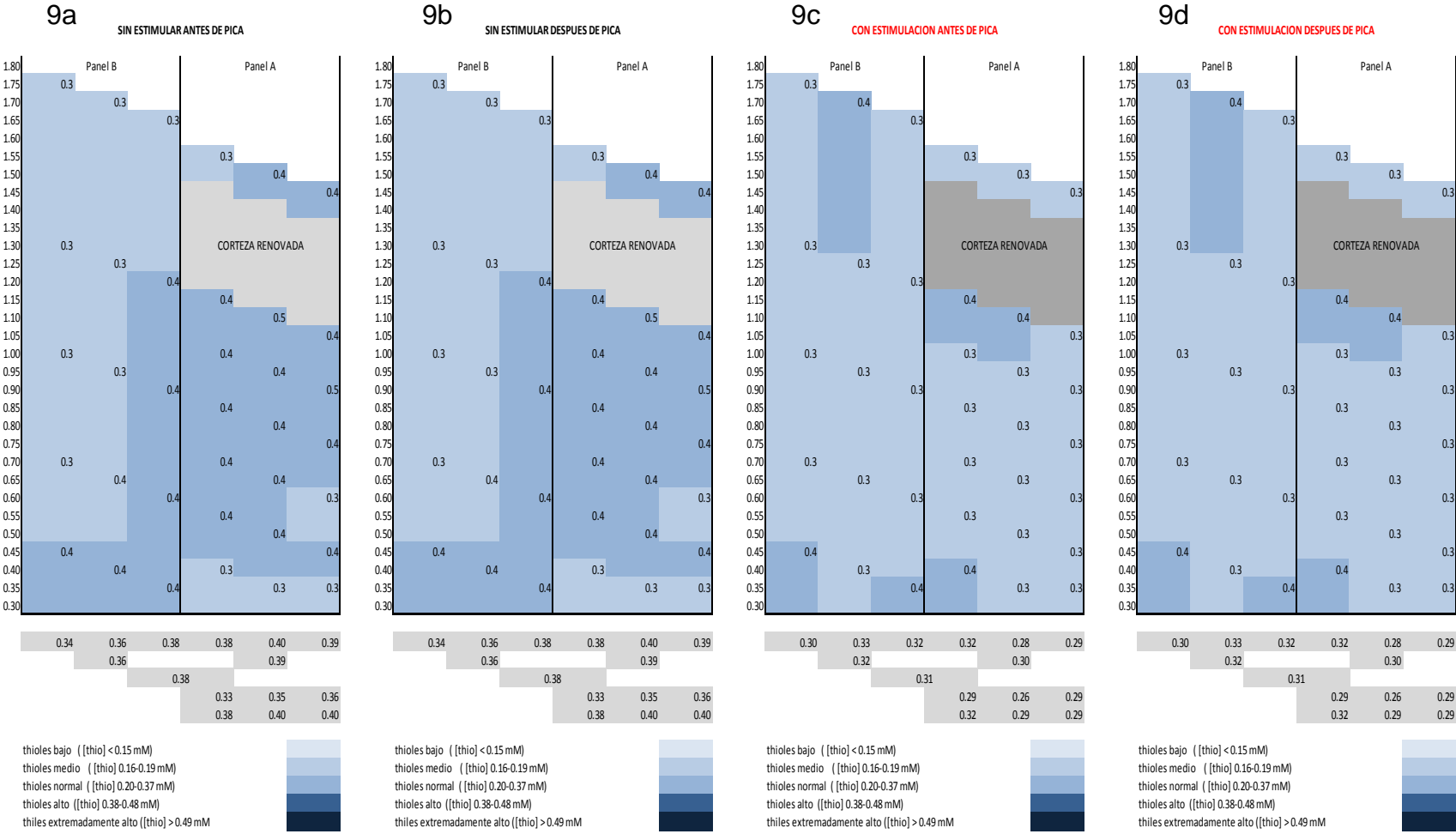


Figura 9. Distribución del contenido de thioles (RSH) en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, sin estimulación (9a, 9b) y con estimulación (9c, 9d).

6.9. Influencia de la pica en el contenido de tioles (RSH) en el látex del cultivo de *H. brasiliensis*, clon RRIM 600, metabolismo medio.

Según la gráfica 9 el contenido de los tioles (RSH) en los tratamientos sin estimular después de pica es alto, lo cual indica que el árbol está empleando sus defensas con la finalidad de evitar el corte seco. La probabilidad de que ocurra corte seco es muy baja, debido al bajo nivel de fósforo inorgánico (Pi) y el alto contenido de azúcar.

El nivel de tioles (RSH) en el tratamiento después de pica, no es superior al tratamiento antes de pica, lo que indica el árbol no empleo sus tioles como mecanismo de defensa. Sin embargo el nivel de tioles (RSH) en ambos tratamientos es normal.

El mismo comportamiento se pudo observar en los tratamientos antes y después de pica con estimulación, con la salvedad de que estos tuvieron un descenso en su promedio, sin embargo este descenso no es significativo según la escala de GREMHULE, debido a que el contenido de tioles es normal.

6.9.1. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, del clon RRIM 600

En el cuadro 12 se describe la concentración de tioles (RSH), el en látex, para los tratamientos antes y después de pica, sin estimulación y con estimulación.

Cuadro 13. Prueba de medias de T del contenido de tioles (RSH) en el látex, en el cultivo de *H. brasiliensis*, en el clon RRIM 600.

	SIN ESTIMULACIÓN			CON ESTIMULACION		
	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T	Antes de Pica	Despues de Pica	Prob. T
Muestreo 1	0.31	0.44	1.576E-09*	0.35	0.38	0.0684 n.s.
Muestreo 2	0.39	0.42	0.0094793*	0.26	0.41	1.080E-32*

Fuente: el autor (2011).

En el muestreo uno, el promedio de los niveles de concentración de tioles (RSH), para los tratamientos antes y después de pica sin estimulación fueron de 0.309 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.439 mili moles (mM.L^{-1}). Los tratamientos antes y después de pica sin estimulación en el muestreo dos, presentaron un promedio de 0.387 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.420 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en ambos muestreos para el tratamiento antes de pica sin estimulación fueron de 0.121 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.832 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica en ambos muestreos, el rango osciló en 0.115 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.995 mili moles (mM.L^{-1}).

Los tratamientos antes y después de pica con estimulación, en el muestreo uno, presentaron un promedio de 0.354 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.378 mili moles (mM.L^{-1}), en el muestreo dos, los tratamientos anteriormente mencionados presentaron un promedio de 0.256 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.410 mili moles (mM.L^{-1}). El rango de la concentración de tioles (RSH) en el tratamiento antes de pica con estimulación, osciló entre 0.221 mili moles (mM.L^{-1}) y 1.051 mili moles (mM.L^{-1}), para el tratamiento después de pica con estimulación, el rango osciló entre 0.272 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.611 mili moles (mM.L^{-1}).

Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, se puede observar que si existe diferencia significativa, en el muestreo uno, entre los tratamientos antes y después de pica sin estimulación y con estimulación, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Dicha diferencia significativa en el incremento de la concentración de tioles (RSH), en los tratamientos después de pica, en el muestreo uno, se debe a que el árbol si está utilizando sus defensas al momento de realizar la actividad de pica. En los tratamientos antes y después de pica con estimulación, únicamente se acepta la hipótesis alterna en el muestreo dos, debido a que existe si diferencia significativa en ambos tratamientos, por lo que se puede deducir

que al actividad de pica no influyó significativamente en la concentración de tioles (RSH) en el muestreo uno.

6.10. Coeficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles), en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600), del cultivo de *H. brasiliensis*, sin estimulación y con estimulación.

Para determinar si existe o no algún tipo de relación entre los parámetros evaluados, se llevo a cabo un análisis de correlación lineal, para lo cual se determinó el coeficiente de correlación entre los parámetros evaluados. En el siguiente cuadro se presenta los coeficientes de correlación de tres parámetros bioquímicos (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles), presentes en el látex de tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600) de *H. brasiliensis*, sin estimulación y con estimulación.

En el cuadro 14 se describe el coeficiente de correlación de los parámetros evaluados (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles), en los clones PB 217 (metabolismo bajo), PB 260 (metabolismo rápido) y RRIM 600 (metabolismo medio), sin estimulación.

Cuadro 14. Coeficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos, en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600), en el cultivo de *H. brasiliensis*, sin estimulación.

CLON	PARAMETRO	Fósforo Inorgánico (Pi)	Sacarosa	Thioles (RSH)
	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
PB 217 Met. Bajo	Sacarosa	0.1576	1	
	Thioles (RSH)	0.2515	0.3460	1
	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
PB 260 Met. Alto	Sacarosa	0.1317	1	
	Thioles (RSH)	0.3039	0.2504	1

	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
RRIM 600	Sacarosa	0.1011	1	
Met. Medio	Thioles (RSH)	0.2846	0.0976	1

Fuente: el autor (2011)

Estadísticamente y con un nivel de significancia de 5%, se puede decir que existe una débil correlación entre los tres parámetros bioquímicos evaluados, debido a que según Rodas I. (1998), el coeficiente de correlación lineal, se puede interpretar en base a los siguientes casos.

Si $R=0.10$ es una correlación débil.

Si $R=0.50$ es una correlación moderada.

Si $R=0.95$ es una correlación fuerte.

En el clon PB 217 existe una correlación débil (0.2515) entre el fósforo inorgánico (Pi) y thioles (RSH), así también entre la sacarosa y thioles (RSH), que presentaron un coeficiente de correlación de 0.3460. Sin embargo el coeficiente de correlación entre el fósforo inorgánico y la sacarosa, es más débil que los anteriormente mencionados, teniendo un valor de 0.1576.

En el clon PB 260 existe una débil correlación (0.1317) entre el fósforo inorgánico (Pi) y la sacarosa, de la misma manera entre el fósforo inorgánico (Pi) y thioles (RSH) que mostraron un coeficiente de correlación de 0.3039 y entre la sacarosa y thioles (RSH) que tuvieron un coeficiente de correlación de 0.2504.

Al igual que en el clon PB 260, el clon RRIM 600 presenta una débil correlación entre el fósforo inorgánico (Pi) y la sacarosa, así mismo entre el

fósforo inorgánico (Pi) y los tioles (RSH). La correlación de entre la sacarosa y los tioles (RSH), presentaron un valor de 0.0976, por lo que se puede decir que la correlación es muy débil o no existe correlación.

En el cuadro 15 se describe el coeficiente de correlación de los parámetros evaluados (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles), en los clones PB 217 (metabolismo bajo), PB 260 (metabolismo rápido) y RRIM 600 (metabolismo medio), estimulados con etephon 10 SL.

Cuadro 15. Coeficiente de correlación de tres parámetros bioquímicos, en los tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600), del cultivo de *H. brasiliensis*, estimulados con etephon.

CLON	PARAMETRO	Fósforo Inorgánico (Pi)	Sacarosa	Thioles (RSH)
	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
PB 217 Met. Bajo	Sacarosa	0.0418	1	
	Thioles (RSH)	0.2712	0.1251	1
	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
PB 260 Met. Alto	Sacarosa	0.3301	1	
	Thioles (RSH)	0.2704	0.4461	1
	Fósforo Inorgánico (Pi)	1		
RRIM 600 Met. Medio	Sacarosa	0.1182	1	
	Thioles (RSH)	0.0326	0.1842	1

Fuente: el autor (2011)

Estadísticamente y con un nivel de significancia de 5%, se puede decir que existe una débil correlación entre los tres parámetros bioquímicos evaluados, debido a que según Rodas I. (1998), el coeficiente de correlación lineal, se puede interpretar en base a los siguientes casos.

Si $R=0.10$ es una correlación débil.

Si $R=0.50$ es una correlación moderada.

Si $R=0.95$ es una correlación fuerte.

En el clon PB 217 no existe correlación entre el fósforo inorgánico y la sacarosa, debido a que presentaron un coeficiente de 0.0418, sin embargo al igual que en el tratamiento sin estimulación, existe una baja correlación entre el fósforo inorgánico y los tioles (RSH), debido a que presentaron un coeficiente de 0.2712 de igual manera entre la sacarosa y los tioles (RSH) que presentaron un obtuvieron un coeficiente de 0.1251

En el clon PB 260 el fósforo inorgánico tuvo una correlación débil con la sacarosa presentando un coeficiente de 0.3301 y con los tioles (RSH) obteniendo un coeficiente de 0.2704. De igual forma, la correlación entre la sacarosa y los tioles (RSH) fue débil, debido a que obtuvo un coeficiente de 0.4461.

En el clon RRIM 600 existe una débil correlación entre el fósforo inorgánico y la sacarosa con un coeficiente de 0.1182 y también entre la sacarosa y los tioles (RSH) con un coeficiente de 0.1842, sin embargo entre el fósforo inorgánico y los tioles (RSH) no existe correlación debido a que su coeficiente es de 0.0326.

VII. CONCLUSIONES.

- En el clon PB 217 sin estimulación, la pica produjo un aumento significativo en el nivel de fósforo inorgánico (Pi), con un valor de 16.12 8.748 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica y 20.77 8.748 mili moles (mM.L^{-1}) después, por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La actividad de pica, produjo un descenso significativo en la concentración de sacarosa, pasando de 18.60 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica a 16.35 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Al igual que el fósforo inorgánico, los tioles (RSH) presentaron un aumento significativo debido a la actividad de pica, con un valor de 0.49 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica y 0.53 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna.
- En el clon PB 217 con estimulación, la actividad de pica produjo un aumento significativo en el contenido de fósforo inorgánico (Pi), presentando valores de 13.54 mili moles (mM.L^{-1}) y 17.49 mili moles (mM.L^{-1}) para los tratamientos antes y después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. La concentración de sacarosa tuvo un descenso significativo debido a la actividad de pica, presentando valores de 15.79 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica y 12.22 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. La concentración de tioles (RSH) aumentó significativamente por el efecto de pica, pasando de 0.32 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica a 0.41 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna.
- En el clon PB 260 sin estimulación, la concentración de fósforo inorgánico (Pi) tuvo un incremento significativo, pasando de 14.44 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica a 17.37 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. En el contenido de sacarosa también se acepta la hipótesis alterna, debido a que el nivel de este parámetro bioquímico descendió significativamente de 8.39 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica a 4.76 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después

de pica. De igual manera que en los parámetros bioquímicos anteriormente mencionados, la concentración de tioles (RSH) tuvo un aumento significativo, debido a la actividad de pica, pasando de 0.44 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica a 0.51 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica.

- En los tratamientos con estimulación, en el clon PB 260, la actividad de pica si influyó significativamente en la concentración de fósforo inorgánico (Pi), sacarosa y tioles (RSH). La concentración del fósforo inorgánico en el tratamiento antes de pica fue de 15.59 mili moles (mM.L^{-1}) y 16.93 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica. La concentración de sacarosa presentó un descenso significativo, pasado de 8.71 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica a 7.13 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. De igual manera que en los parámetros anteriormente mencionados, se acepta la hipótesis alterna, debido a que la actividad de pica produjo un aumento significativo en la concentración de tioles (RSH), mostrando valores de 0.29 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica y 0.41 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica.
- De igual forma que en los clones PB 217 y PB 260, en el clon RRIM 600, el efecto de pica influyó significativamente en la concentración de los tres parámetros bioquímicos evaluados (fósforo inorgánico, sacarosa y tioles). La concentración de fósforo inorgánico (Pi) incrementó significativamente con valores de 12.94 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento antes de pica y 18.19 mili moles (mM.L^{-1}) para el tratamiento después de pica por lo que se acepta la hipótesis alterna. La concentración de sacarosa disminuyó significativamente de 13.77 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica a 9.20 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. Al igual que el fósforo inorgánico (Pi), la concentración de tioles (RSH) tuvo un aumento significativos con valores de 0.35 mili moles (mM.L^{-1}) antes de pica y 0.43 mili moles (mM.L^{-1}) después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna.

- En el clon RRIM 600, en los tratamientos con estimulación, la actividad de pica influyó significativamente al igual que en los tratamientos sin estimular, teniendo como resultados un aumento significativo en la concentración de fósforo inorgánico (Pi) y thioles (RSH). El fósforo inorgánico presentó una concentración de 16.10 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica y 18.08 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. La concentración de thioles (RSH) en el tratamiento antes de pica fue de 0.30 mili moles (mM.L^{-1}) y 0.39 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna. De igual manera que en los demás clones la sacarosa tuvo un descenso significativo influenciado por la actividad de pica, teniendo una concentración de 18.10 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento antes de pica y 0.39 mili moles (mM.L^{-1}) en el tratamiento después de pica, por lo que se acepta la hipótesis alterna.
- Actualmente los clones *H. brasiliensis* PB 217, PB 260 y RRIM 600 cultivados en la finca Santa Ana Mixpiyá están subexplotados, debido a que el fósforo inorgánico (Pi) que es el encargado de indicar la actividad metabólica del árbol, se encuentra en un nivel bajo y el contenido de sacarosa se encuentra alto.
- El estado de salud de los tres clones evaluados en la finca Santa Ana Mixpiyá es adecuado, debido al alto contenido de thioles (RSH) presente en el látex.

VIII. RECOMENDACIONES.

- Para el clon PB 217 se recomienda realizar 10 estimulaciones con Etephon al 5% por año, debido a que su metabolismo es lento y posee un bajo contenido de fósforo inorgánico, lo que indica que esta clon está siendo subexplotado y se ve reflejado en un alto contenido de sacarosa.
- Caso contrario al clon PB 217, el metabolismo del clon PB 260 es rápido, por lo que se recomienda realizar 2 estimulaciones por año y para aumentar el contenido de fósforo inorgánico se recomienda aumentar la frecuencia de pica a S/2 d/3, con lo que también se logrará disminuir el contenido de sacarosa presente en el látex.
- Para el clon RRIM 600, se recomienda realizar cinco estimulaciones por año debido a que su metabolismo es medio, su contenido de fósforo inorgánico actualmente es bajo y posee un alto contenido de sacarosa, a la vez se recomienda seguir con la misma frecuencia de pica S/2 d/4.
- Seguir evaluando el comportamiento de estos tres clones (PB 217, PB 260 y RRIM 600), después de haber realizado las estimulaciones para determinar si el comportamiento fue el mismo o si hubo una variación en el nivel de estos parámetros bioquímicos.
- Realizar la misma evaluación en diferentes localidades, para determinar si el comportamiento de estos tres parámetros bioquímicos varía dependiendo de la zona de vida en donde se encuentre la plantación.

IX. BIBLIOGRAFIA

- 1) Eschbach, J.M. et al. 1984. Relación entre el rendimiento clonal y las características fisiológicas del látex (*Hebea brasiliensis*). México, D.F. Edit. UNAM. 334p.
- 2) GREMHULE (Gremial de Huleros) 2010. Manual técnico del cultivo de hule. Guatemala, Gt. 126p.
- 3) Infoagro (Información del Agricultor). Cultivo del hule (en línea). Consultado el 06/03/2011. Disponible en: www.infoagro.com.
- 4) Jacob, J.L. et. al. 1985. Bases fisiológicas para el diagnóstico de látex, funcionamiento del sistema de laticíferos de arboles de (*Hevea brasiliensis*). México, D.F. Edit. UNAM. p 43-65.
- 5) León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales (en línea). gt. Consultado el 06/03/2011. Disponible en: www.books.google.com.gt.
- 6) Mapas de Guatemala. 2010. (en línea). gt. Consultado el 15/02/2011. Disponible en: www.deguate.com.
- 7) Palencia, C. 2000. Manual general del cultivo de hule (*H. brasiliensis*). Guatemala, Gt. GREMHULE. 100p.
- 8) Resarch R. 2003. Factores bioquímicos que influyen en el flujo de látex durante los periodos de estrés. México, D.F. Edit. UNAM. 253p.
- 9) Rodas Santizo, I.C. 1998. Estadística, Guatemala, Gt. 145p.

Vo.Bo. _____
Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria.

X. ANEXOS

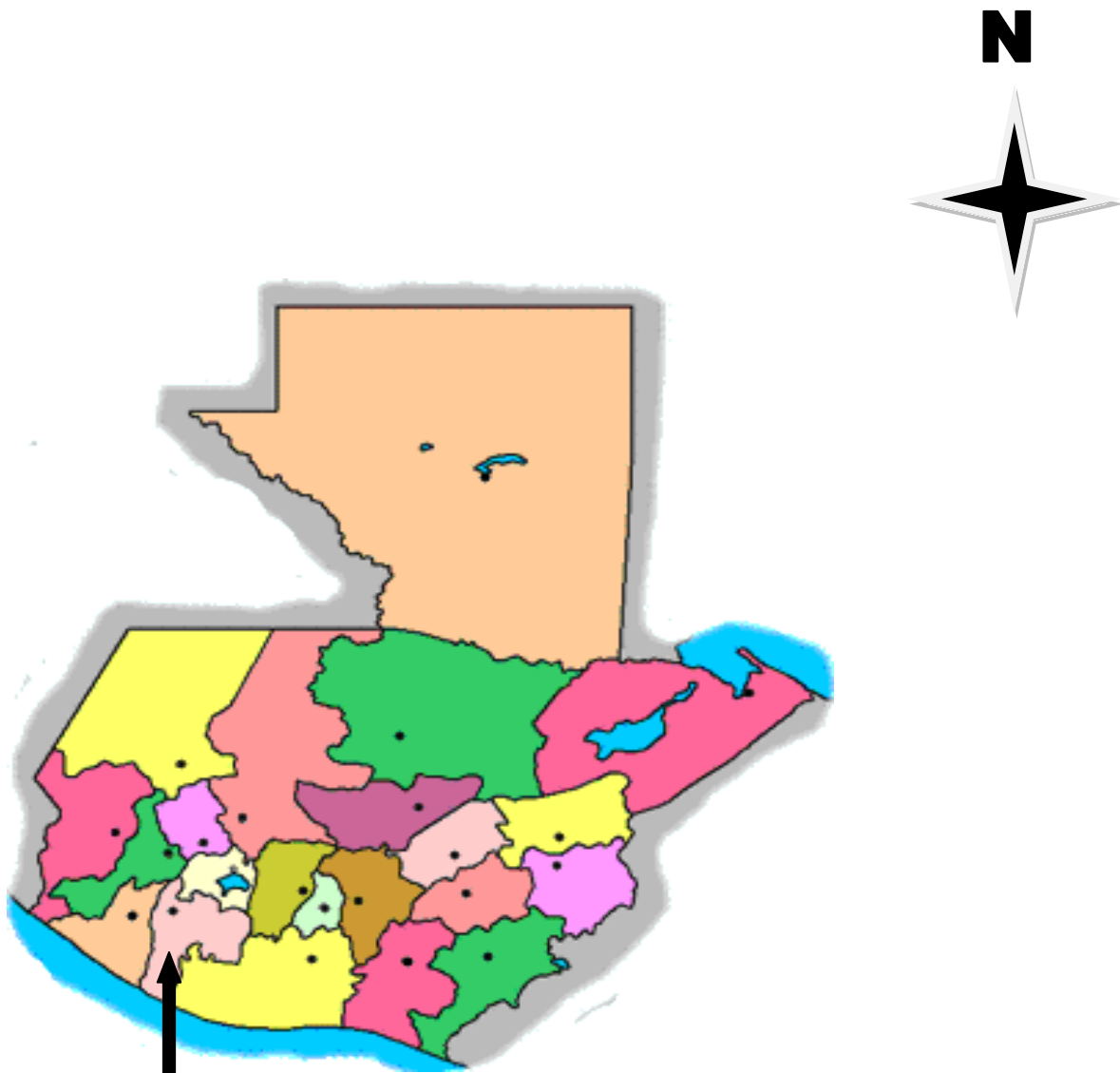


Figura 10. Mapa de Guatemala, ubicando el departamento de Suchitepéquez.

Fuente: Mapas de Guatemala, (2010)

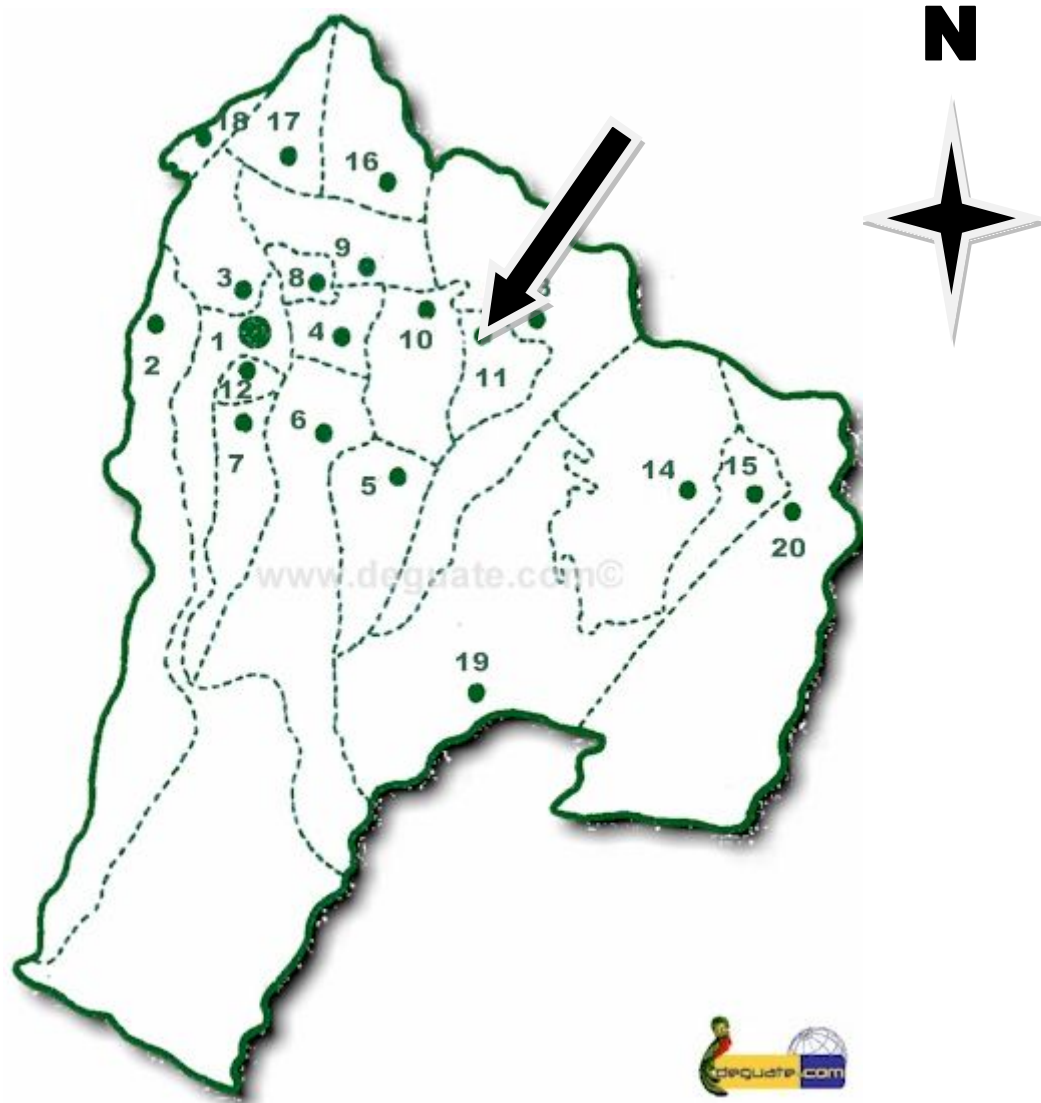


Figura 11. Mapa del departamento de Suchitepequez ubicando el municipio de San Miguel Panan.
Fuente: Mapas de Guatemala, (2010)



Figura 12 Mapa de la finca Santa Ana Mixpiyá, San Miguel Panán, Such.
Fuente: Anleu, V (2006)



Figura 13. Equipo utilizado en muestreo de látex.
Fuente: El autor, (2011)



Figura 14. Tubo de hemólisis utilizado para la recolección de muestras de látex.
Fuente: el autor, (2011)



Figura 15. Recipientes numerados para el transporte de muestras de látex al laboratorio.

Fuente: el autor, (2011).



Figura 16. Medición del diámetro de los árboles a muestrear.

Fuente: el autor, (2011).



Figura 17. Trazado de líneas en donde irán los puntos de muestreo.
Fuente: el autor, (2011).

36	35	34	21	20	19	72	71	70	57	56	55
33	32	31	18	17	16	69	68	67	54	53	52
			15	14	13				51	50	49
30	29	28	12	11	10	66	65	64	48	47	46
			09	08	07	63	62	61	45	44	43
			06	05	04				42	41	40
24	23	22	03	02	01	60	59	58	39	38	37

Figura 18. Orden de puntos muestreados.
Fuente: el autor (2011).



Figura 19. Colocación de espitas en los puntos a muestrear.

Fuente: el autor, (2011).



Figura 20. Recolección de muestras de látex en tubo de hemólisis.

Fuente: el autor, (2011).