

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del Fosfito de Calcio y *Ácido dicloro-ethyl-fosfónico* "Etephon" en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. "Hule" en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez

RUTH MARÍA PONCE MARTINEZ

Carné: 201941235

DPI: 3235275741001

ruthponce547@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, Junio de 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del Fosfito de Calcio y *Ácido dicloro-ethyl-fosfónico* “Etephon” en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. “Hule” en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez

RUTH MARÍA PONCE MARTINEZ

Carné: 201941235

M.A. María Clarisa Rodríguez García

Supervisor-Asesor

Mazatenango, Suchitepéquez, Junio de 2025

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogacía y
Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A MIS PADRES: A mi amado padre M.A. Manuel Antonio Ponce Serrano y a mi madre M.A. Thamara Elizabeth Martinez Garcia, por el apoyo que me ha dado para cumplir mis metas y siempre estar en cada etapa de mi vida.

A MIS HERMANOS: A mi hermana mayor Sara María Magdalena Ponce Martinez, a mis hermanos menores Juan Manuel Antonio Ponce Martinez y Dulce María Ponce Martinez que siempre me han apoyado.

A MIS ABUELOS: A mis abuelos paternos Osmundo Ponce y María Magdalena de Ponce por enseñarme a sobresalir en la vida.

A MIS AMIGOS: A mis amigos del colegio y a los de la universidad que han estado junto en todo este proceso.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
1. Marco Conceptual:	5
1.1 Origen del <i>Hevea brasiliensis</i> (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. “Hule”	5
1.2 Clasificación taxonómica.	5
1.3 Descripción botánica.	6
1.4 Morfología del árbol.....	6
1.4.1 Raíz.	7
1.4.2 Tallo.....	7
1.4.3 Follaje.....	7
1.4.4 La corteza.....	8
1.5 Laticíferos.	10
1.6 Condiciones ecológicas y edáficas del cultivo:	11
1.6.1 Requerimientos agro-climáticos.....	11
1.6.2 Requerimientos físicos.	12
1.7 Estimulación del panel de pica.....	13
1.8 Fisiología de la producción de látex.	14
1.9 El látex:	15
1.9.1 Fisiología del látex.	16
1.9.2 Influencia de los agentes estimulantes sobre la producción de látex.	18
1.10 Absorción y movimiento de nutrientes.	18
1.11 Importancia de los nutrientes en el cultivo de hule:	19
1.11.1 Nitrógeno.....	19
1.11.2 Fósforo.	19
1.11.3 Potasio.	20
1.11.4 Calcio.	20
1.12 Fosfitos:	20
1.12.1 Características de los fosfitos.	21

1.12.2 Efectos benéficos del fosfito en la estimulación de indicadores de la producción y la productividad agrícola.....	22
1.13 Clon RRIM-600	23
1.13.1 Metabolismo del clon RRIM-600	24
2. Marco Referencial:	24
2.1 Fosfito de Calcio	24
2.2 Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon”	25
2.2.1 Comportamiento del Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” en finca Entre Ríos.....	26
2.2.2 Etephon al 2.5%.....	26
2.3 Pica descendente.....	27
2.4 Localización y ubicación geográfica.....	28
2.5 Investigaciones relacionadas:	28
2.5.1 Respuesta de tres clones de caucho <i>Hevea brasiliensis</i> Müll a aplicaciones de diferentes dosis de fósforo y potasio.	28
2.5.2 Comparación de cuatro productos de origen orgánico, aplicados al panel de pica, para producción de látex, en hule <i>Hevea Brasiliensis müll, arg. Euphorbiaceae</i> , en finca Guanacaste, Coatepeque, Quetzaltenango.	29
2.6 Experiencia de finca Naranjales utilizando el fosfito de potasio como potenciador	30
V. OBJETIVOS.....	32
1. General.....	32
2. Específicos	32
VI. HIPÓTESIS.....	33
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	34
1. Materiales	34
1.1 Recursos físicos	34
1.2 Recursos humanos.....	34
1.3 Recursos financieros	34
1.4 Análisis estadístico	35
1.4.1 Diseño experimental Completamente al azar	35
1.4.2 Unidad experimental	36
1.4.3 Tratamientos a evaluar	37
1.4.4 Croquis del experimento en campo	38

2. Métodos.....	39
2.1 Comparar la estimulación aplica por finca Entre Ríos con los tratamientos en rendimiento de hule seco	39
2.1.1 Variables respuesta	39
2.1.2 Tabulación de datos.....	39
2.1.3 ANDEVA del diseño completamente al azar	39
2.1.4 Transformación de datos a DRC	40
2.2 Determinar la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de Fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco.....	41
2.2.1 Variables respuesta	41
2.2.2 Tabulación de datos.....	41
2.2.3 Análisis ANDEVA del diseño bifactorial completamente al azar	41
2.2.4 Transformación de datos a DRC	42
2.3 Relacionar el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en finca Entre Ríos.....	43
2.3.1 Variables respuesta	43
2.3.2 Tabulación de datos.....	43
2.4 Definir el tratamiento evaluado que presenta una mejor relación beneficio/costo.....	43
2.4.1 Análisis económico	43
3. Manejo agronómico	44
3.1 Aplicaciones	44
3.2 Pica.....	44
3.3 Recolección de chipa	45
3.4 Control de malezas	45
3.5 Control de enfermedades.....	45
3.6 Labores de pica.....	45
VIII.PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
1. Comparar la estimulación aplicada por finca Entre Ríos con los tratamientos de la investigación en rendimiento de hule seco.....	47
2. Determinar la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco	49

3. Relacionar el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en finca Entre Ríos	52
4. Definir el tratamiento evaluado que presentará una mejor relación beneficio/costo	57
IX. CONCLUSIONES	60
X. RECOMENDACIONES	61
XI. REFERENCIAS	62
XII. ANEXOS	66

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Requerimientos nutricionales para el cultivo de hule en la etapa de vivero	13
2. Comportamiento del Etephon en el sector 4 de finca Entre Ríos.....	26
3. Tratamientos a evaluar.....	37
4. Dosis de cada uno de los productos por árbol.....	38
5. Croquis del experimento en campo definitivo	38
6. Análisis de varianza diseño completamente al azar	47
7. Cuadro de análisis de varianza diseño completamente al azar	47
8. Prueba de Tukey diseño completamente al azar.....	47
9. Análisis de varianza con arreglo bifactorial.....	49
10. Cuadro de análisis de varianza con arreglo bifactorial	50
11. Prueba de Tukey con arreglo bifactorial	50
12. Relación beneficio/costo de los tratamientos.....	59
13. Datos de hule seco para el análisis de varianza diseño completamente al azar	67
14. Datos para el análisis de varianza diseño completamente al azar con arreglo bifactorial	68
15. Datos de hule seco (Primera colecta)	69
16. Datos de hule seco (Segunda colecta)	69
17. Datos de hule seco (Tercera colecta)	70
18. Datos de hule seco (Cuarta colecta).....	70
19. Costos de producción.....	73
20. Análisis beneficio/costo tratamiento 1	74
21. Análisis beneficio/costo tratamiento 2.....	74
22. Análisis beneficio/costo tratamiento 3.....	75
23. Análisis beneficio/costo tratamiento 4.....	75
24. Análisis beneficio/costo tratamiento 5.....	75
25. Análisis beneficio/costo tratamiento 6.....	76
26. Análisis beneficio/costo tratamiento 7	76

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Aplicación y movilidad del fosfato (Pi) y del fosfito (Phi) en el suelo y en la planta.....	21
2. Mapa de ubicación geográfica de finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	28
3. Unidad experimental	36
4. Gráfica de Kilos secos por árbol por año	48
5. Precipitación acumulada (mm).....	52
6. Primera recolección.....	53
7. Segunda recolección	54
8. Tercera recolección	55
9. Cuarta recolección	56
10. Aplicación de tratamientos	66
11. Realización de la pica	66
12. Recolección de chipa	67
13. Precipitación mes de mayo	71
14. Precipitación mes de junio	71
15. Precipitación mes de julio.....	72
16. Precipitación mes de agosto	72
17. Precipitación mes de septiembre	73

RESUMEN

Finca Entre Ríos, ubicada en Cuyotenango, Suchitepéquez, se dedica principalmente al cultivo de “Hule” *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. La investigación realizada tuvo como objetivo evaluar el efecto del fosfito de calcio combinado con el estimulante Etephon en la producción de hule del clon RRIM-600. Se realizaron pruebas con tres dosis de fosfito de calcio, combinadas con Etephon, durante cuatro meses, para determinar cuál combinación ofrecía el mejor rendimiento en kg/ha.

La producción de hule en la finca no es constante, y el uso de Etephon, aunque mejora la producción, pierde eficacia después de tres aplicaciones. El Etephon libera etileno lentamente, y debido a su rápida disipación, no cubre las tres picas. Esto requiere la aplicación de más estimulante. La finca, al no fertilizar tradicionalmente, ve en el fosfito de calcio una alternativa para nutrir los árboles y aumentar la producción de látex.

La investigación busca mejorar la producción y la calidad del látex mediante una nutrición adecuada, combinando Etephon con fosfito de calcio. Este enfoque puede ofrecer mayor rendimiento y rentabilidad a largo plazo, además de proporcionar una alternativa viable para otros productores de hule de la Costa Sur, al ser adaptable a sus condiciones. También se aporta conocimiento sobre el uso del fosfito de calcio en el panel de pica.

El tratamiento actualmente utilizado en la finca fue el menos rentable, con un rendimiento de 25.14 kg/ha de hule seco. El tratamiento más eficaz fue la combinación de Etephon al 2.5% y 110 cc de Fosfito de Calcio, que alcanzó un rendimiento de 36.35 kg/ha. La combinación de Fosfito de Calcio con Etephon al 2.5% resultó ser la más efectiva, ya que los tratamientos con Etephon al 2.5% y 90 cm³, 100 cm³ y 110 cm³ tuvieron rendimientos de 32.05 kg/ha, 31.88 kg/ha y 36.35 kg/ha, respectivamente.

Los resultados mostraron que la combinación de la dosis más alta de fosfito de calcio con la dosis recomendada de Etephon presentó el mejor rendimiento y la mejor relación beneficio/costo.

I. INTRODUCCIÓN

Finca Entre Ríos se encuentra ubicada en el municipio de Cuyotenango, en el departamento de Suchitepéquez, en el Km 7.5 carretera en la ruta SCH-07 al municipio de San José la Maquina, Suchitepéquez colindando al norte con finca el Minar, al sur con lotificación Sican y finca “Las Tecas”, al este con finca “Pachonte”, al oeste con finca el Minar. El casco de la finca se encuentra ubicado a 14°28'00" latitud norte y 91° 34' 20" longitud oeste, a 212 msnm. Su principal cultivo es el *Hevea brasiliensis* Müll.Arg *Euphorbiaceae* “Hule”, la finca actualmente posee un área de 558.0267 ha.

La investigación inferencial tiene como principal objetivo evaluar el fosfito de calcio con combinación del estimulante Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” en la estimulación para la producción de hule en Kg/Ha del clon RRIM-600 en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Durante cuatro meses, se realizó la evaluación de la aplicación de tres diferentes dosis de fosfito de calcio combinados con Etephon y tres dosis de fosfito de calcio sin combinación, para poder observar cual tiene un mejor rendimiento en Kg/ha de hule en la finca.

Las dosis de fosfito de calcio son tres: la recomendada, la mayor y la menor con la combinación de dos dosis de Etephon; la primera que es la recomendada por la finca y la otra al 0% para medir el rendimiento en kilos de chipa de primera y kilos de hule seco, a cada uno de los tratamientos se les realizará un análisis beneficio/costo.

Se realizaron recolecciones de la chipa de primera que se obtuvo en cada uno de los tratamientos, luego se procedió a transformar los datos a Kg/ha de hule seco obtenidos, esto durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, en donde se realizaron 7 recolecciones de datos por cada uno de los meses.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción en la finca Entre Ríos no se mantiene constante durante las aplicaciones del estimulante, por ejemplo en el área de Castaño 16 de la finca que cuenta con 100.632 ha cuando no se utiliza el Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” se obtiene el rendimiento de 4,685 kilos de látex, el estimulante usado es una fito-hormona a base de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon”, cuando se aplica ha aumentado la producción en un 78% produciendo 8,360 kilos de látex luego de la estimulación en su primera pica, en la segunda pica disminuye en un 40% produciendo 5,070 kilos de látex, y luego en la tercera pica disminuye a un 20% produciendo 4,090 kilos de látex.

Por lo tanto, posterior a las tres picas su efecto disminuye a los valores previos a la aplicación del Etephon, debido a esto es necesario realizar otra aplicación del estimulante, lo cual evidencia la poca estabilidad del efecto del producto.

El problema es que el Etephon reacciona con el agua para liberar etileno, el cual es un gas y por lo tanto se disipa rápidamente. El Etephon puede liberar el etileno lentamente, pero no les es posible cubrir el efecto de las picas. Normalmente el cultivo de *H. brasiliensis* no se fertilizan, por tradición y por costos, pero el rendimiento mejora ostensiblemente con la fertilización. Al tener los árboles con una mejor nutrición, rinden más.

Por tanto, se plantea la necesidad de buscar una alternativa para realizar una estimulación acompañada de un fertilizante foliar que es el fosfito de calcio para nutrir el árbol y aumentar la producción de látex, llegando así a comprobar que puede funcionar solo o con la combinación con el producto Etephon que se utiliza como estimulante en el panel de pica del árbol de *Hevea brasiliensis* Müll.Arg *Euphorbiaceae* “Hule”.

El fosfito de calcio es un producto con macro elementos y micro elementos que ayudan a la nutrición de diferentes cultivos, su dosis recomendada es de 100 mililitros por galón, por lo tanto para la siguiente investigación se plantea una dosis menor, una mayor y la recomendada para poder evaluarlas.

Del producto Etephon se utilizó la dosis recomendada por la finca la cual es de 2.5% de ingrediente activo por galón y una dosis sin el producto para observar la utilización sola del fosfito y la interacción del fosfito de calcio con el producto Etephon.

Al final se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación:

¿Será mejor la estimulación aplicada por finca Entre Ríos con los tratamientos en rendimiento de hule seco?

¿Cuál es la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/Ha de hule seco?

¿Cuál es la relación el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en la finca?

¿Qué tratamiento evaluado presentó una mejor relación beneficio/costo?

III. JUSTIFICACIÓN

Una nutrición adecuada en el cultivo de hule no solo mejora el rendimiento y la calidad del látex, sino que también fortalece la planta frente a diversas amenazas y optimiza los recursos, asegurando una producción sostenible y rentable a largo plazo.

En la finca se propone mantener la producción del cultivo de hule, con la combinación de Etephon y Fosfito de Calcio para aportar a la nutrición y estimulación combinada del panel de pica.

El cultivo de hule es el principal cultivo de la finca y el de mayor ingreso económico, aumentando la producción del cultivo se puede obtener mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco, y así obtener mayor ingreso para la finca, por eso se llevó a cabo un análisis de relación beneficio/costo de cada tratamiento para poder evaluar el mejor tratamiento.

Se proporciona otro enfoque a los huleros sobre la fertilización en el panel de pica, ya que llevando estos resultados a ellos podrán observar del beneficio que aporta la nutrición en el panel de pica, y también la combinación de una buena nutrición con la estimulación que realizan actualmente; ya que los resultados son aptos para todas las fincas huleras de la Costa Sur porque se adapta a las condiciones que fue evaluada.

Se otorga nuevo conocimiento realizado para el manejo del cultivo de *H. brasiliensis*, con la prueba del producto fosfito de calcio ya que anteriormente se han observado investigaciones de nutrición con otros fertilizantes foliares que han sido aportados al suelo del cultivo, pero se cuenta con una variante ya que la nutrición se realiza en el panel de pica.

IV. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual:

1.1 Origen del *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. *Euphorbiaceae* “Hule”

El género *Hevea* es originario de la región amazónica del Brasil y países vecinos como, Bolivia, Perú y Colombia, siendo la especie más importante *H. brasiliensis* que ha dado origen a algunas variedades (clones) que se cultivan actualmente por su buena producción y resistencia a enfermedades.

En la selva amazónica se encuentran en forma silvestre las once especies que conforman el género *Hevea* y son las siguientes:

1. *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg
2. *Hevea benthamiana* Müll. Arg.
3. *Hevea pauciflora* Müll. Arg.
4. *Hevea spruceana* Müll. Arg.
5. *Hevea nítida* Müll. Arg.
6. *Hevea guianensis* AubL.
7. *Hevea rigidifolia* Müll. Arg.
8. *Hevea camporum* Ducire.
9. *Hevea microphylla* ule.
10. *Hevea pauciflora* var. *coriacea* Ducke.
11. *Hevea camargoana* Pires

Fuente: (WFO, 2024)

1.2 Clasificación taxonómica.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malpighiales</i>

Familia	<i>Euphorbiaceae</i>
Subfamilia	<i>Crotonoideae</i>
Género	<i>Hevea</i>
Especie	<i>H. brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.

Fuente: (Cronquist, 1981)

1.3 Descripción botánica.

Hevea brasiliensis, llamado comúnmente árbol del caucho, jacio del Orinoco, shiringa o seringueira (del portugués), es un árbol de la familia de las euforbiáceas de 20 a 30 m de altura (excepcionalmente 45 m). El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro, de madera blanca y liviana. Sus hojas son compuestas trifoliadas, alternas, de 16 cm de longitud, por 6 a 7 cm de ancho; deja caer parcialmente las hojas durante la estación seca, antes de lo cual las hojas de la copa del árbol se tornan de color rojizo. Las flores son pequeñas y reunidas en amplias panículas. Frutos: produce desde los 4 años, cada uno de los cuales es una gran cápsula de 4 cm de diámetro que se abre en valvas, con semillas ricas en aceite. (Reis Monteiro, y otros, 2012)

Su látex es blanco o amarillento y abundante hasta los 25 años de edad del árbol. De él se fabrica el caucho, después de "sangrar" el tronco mediante incisiones angulares en V. Este látex contiene 30 a 36% de hidrocarburo del caucho, 0,5% de cenizas, 1,5% de proteínas, 2% de resina y 0,5% de quebrachitol. El caucho también puede obtenerse del látex de otros árboles del género *Hevea* (v.g. *H. guianensis* Aubl. 1775 y *H. pauciflora* Müll.Arg. 1865).

1.4 Morfología del árbol.

El porte y la altura de los árboles son variables, se ha demostrado la importancia de la forma de la copa, y depende del espaciamiento de las ramas en los troncos centrales, la planta es monoica, de hojas alternas o subopuestas al final de los retoños, largamente pecioladas, compuesta de tres foliolos. (Bosque Tejeda, 2018)

1.4.1 Raíz.

La raíz se desarrolla a varios metros de profundidad, atravesando diferentes estratos del suelo, la raíz principal puede alcanzar los 10 metros de profundidad o más. Existe un abundante desarrollo de raicillas en la superficie del suelo, del 30 a 60% de las raíces se desarrollan a una profundidad entre 0 a 17.5 cm, este colchón de raicillas tienen la particularidad de remover los restos vegetales en descomposición que están sobre la superficie del suelo. (Rojo Martínez, Martínez Ruiz, & Jasso Mota, 2011)

1.4.2 Tallo.

Económicamente, la parte más importante de las plantas de hule la constituye el tallo, cuyo desarrollo en grosor determina en forma directa el inicio de la fase de producción de hule. Este desarrollo depende del tipo de clon, el ambiente, los nutrientes, el agua y el manejo agronómico que se brinde al cultivo durante la etapa de crecimiento. En su estado natural, los troncos de hule son ligeramente cónicos en la base, con la corteza de un color verde grisáceo. En plantaciones comerciales las plantas son uniformes, los troncos son cilíndricos a cualquier distancia del suelo. En la unión entre el patrón el injerto, se forma un crecimiento irregular o callo, llamado comúnmente “pata de elefante”.

El tallo va tomando una forma cilíndrica mientras se forman las distintas coronas o pisos foliares. Todo esto, está sincronizado entre el crecimiento de la corteza interna o madera, y las células de crecimiento en el extremo de las plantas. (Gremial de Huleros, 2022)

1.4.3 Follaje.

Una planta joven de hule se desarrolla por emisiones periódicas de pisos foliares, llamados “coronas”. Una corona está compuesta por la base de follaje anterior, el tallo central, más arriba una zona de glándulas foliares o yemas y sobre éstas con un promedio de 15 hojas. El ciclo de formación de una corona abarca cuatro estados, distribuidos en un promedio de 42 días:

- Estado A (9 días): se inicia la brotación de la nueva corona comenzando a aparecer en la parte terminal de la corona anterior.

- Estado B (11 días): los entrenudos se alargan y el follaje toma una tonalidad rojiza, la cual desaparece cuando las hojas se desarrollan.
- Estado C (10 días): las hojas restantes crecen, tornándose de color verde claro, de consistencia suave y colgando del peciolo.
- Estado D (12 días): las hojas se endurecen y se tornan firmes.

1.4.4 La corteza.

La raíz, tallo y ramas del árbol de hule están revestidos por una piel natural llamada corteza, media y corteza interna o madera.

La corteza exterior sirve para proteger los tejidos internos; la corteza media contiene los vasos laticíferos que están colocados en forma inclinada por todo el tallo del árbol conectado entre sí por canales o conductos horizontales a través de los cuales se conduce el látex. (Gremial de Huleros, 2022)

La red de vasos o tubos laticíferos es mayor en la medida que se acerca a la madera (corteza interna). El cambium es una corteza muy delgada que se encuentra entre la madera y la corteza media y su función principal es aumentar el grosor del tallo, mediante la formación de madera hacia adentro y corteza hacia afuera. Además, actúa como tejido regenerador de nueva corteza cuando se provocan heridas con la cuchilla de pica.

El cambium es una capa muy delgada de color claro que está cubriendo la madera del árbol, es tan delicada que si se hiciere o lástima puede provocar la muerte del árbol por ahorcamiento, por lo que se debe tener especial cuidado de no lastimarla al momento de extraer el látex por medio de la técnica de pica.

Existen dentro de las células de la corteza varios tejidos con distintas funciones, tales como el tejido corchoso, vasos laticíferos y conductos de savia. Los principales tejidos típicos de la corteza se describen a continuación:

1. Epidermis.

Es una capa continua externa de células que rodea el cuerpo primario de los árboles de hule. La masa principal de células de la epidermis son corcho que tienen forma de ladrillo.

Las células de corcho son un aislante térmico cuya función es proteger las estructuras vivas del árbol, su contenido de aguay de presiones externas. Las células de la epidermis de la hoja de los árboles de hule tienen una cutícula característica la cual le brinda una capa cerosa que sirve de protección contra patógenos externos, principalmente en los clones tolerantes a la enfermedad Sudamericana de la hoja. (Gremial de Huleros, 2022)

2. Peridermis.

El tejido corchoso intermedio en el cual se encuentra la corteza externa dura, la corteza interna suave, el sistema de vasos laticíferos, el cambium, el floema y el felodermo hacia el interior. La regeneración primaria en el tejido de la corteza es causada por la actividad del felógeno. (Gremial de Huleros, 2022)

Los vasos laticíferos son estructuras que segregan látex, un jugo espeso, cremoso, de aspecto lechoso, de donde se generó su nombre latín “lac” que significa leche.

3. Parénquima celular.

El tejido de córtex, del tallo y raíz, el mesófilo de la hoja están constituidos de células parenquimatosas. El parénquima celular se desarrolla y es capaz de crecer, diferenciarse y dividirse, sus paredes a menudo se forman primero. (Gremial de Huleros, 2022)

4. Colénquima celular.

Estos tienen forma de células parenquimatosas especializadas, por su función en el desarrollo de tejidos jóvenes. Las paredes gruesas las distinguen a veces de las células parenquimatosas. (Gremial de Huleros, 2022)

5. Esclerénquima celular.

Las células de esclerénquima a menudo se agrupan, aunque ocasionalmente se encuentran en formas individuales en las fases formativas. Tienen paredes secundarias espesas, lignificadas, y normalmente están desprovistas de protoplasto. Se han reconocido dos formas de esclerénquima viz esclereidas y fibras. (Gremial de Huleros, 2022)

6. Xilema.

El xilema es el tejido de conducción de agua en la madera de los árboles de hule, también realizan funciones de almacenamiento. Las traqueidas y los miembros de los vasos, conducen agua y elemento del suelo. Las fibras están presentes para fortalecer el cuerpo de la planta. (Gremial de Huleros, 2022)

7. Floema.

Está relacionado con el almacenamiento y conducción de sustancias elaboradas desde las hojas, hacia todas las partes de los árboles. Las células de la savia y los tubos conductores de savia están especializados para dicha función. (Gremial de Huleros, 2022)

1.5 Laticíferos.

El árbol de hule en su desarrollo forma laticíferos o vasos laticíferos, los cuales son células especializadas que contienen látex. Una red de tubos intercalados entre el parénquima del floema, constituye el sistema de laticíferos en la planta. El citoplasma de los laticíferos está especializado contiene varias sustancias ergásticas, y las células articuladas son multinucleadas. (Juárez, 2000)

Los vasos laticíferos se pueden descubrir fácilmente por sus característicos contenidos granulares y por la ausencia de granos de aleurona. Describió las células como elongadas y pequeñas. En la raíz, el sistema hipodérmico es más avanzado en comparación con el sistema vascular de los vasos laticíferos de dos maneras:

- a) Por la absorción de una fila de células en las paredes.
- b) Por la extensión o crecimiento de ciertas células.

La formación de látex toma lugar en algunas células, al igual que en los vasos originales. Observó además que la propiedad de poder contener el látex no se confinó a los vasos laticíferos. Bajo ciertas condiciones las células del parénquima y las células de los rayos medulares contienen glóbulos de hule. (Juarez, 2000)

1.6 Condiciones ecológicas y edáficas del cultivo:

1.6.1 Requerimientos agro-climáticos.

1. Precipitación pluvial.

La cantidad anual de lluvia y el reparto de ésta son de gran importancia en el cultivo ya que un rango entre 1,800 a 3,000 mm anuales es el adecuado; lluvias menores a 1,800 mm ya son limitantes.

En condiciones de buenos suelos, una plantación de hule puede soportar normalmente la estación seca de 4 a 5 meses con lluvias mensuales menores o iguales a 100 mm. Los períodos de lluvias muy abundantes tienen el inconveniente de provocar ataques de hongos que demandan curaciones costosas y pueden tener indirectamente efectos desfavorables en la producción. (Gremial de Huleros, 2022)

2 Horas luz.

Se acepta un rango de 2,190 horas anuales, seis horas luz diaria como un parámetro aceptable para el desarrollo del proceso fotosintético en el Cultivo de *H. brasiliensis* “Hule”. (Gremial de Huleros, 2022)

3 Temperatura.

La temperatura media que necesita el cultivo de *H. brasiliensis* “Hule” es entre 25 °C y 32 °C. (Gremial de Huleros, 2022)

4 Vientos.

El árbol de *H. brasiliensis* “Hule” se quiebra fácilmente, por lo que éstos pueden causar pérdidas significativas. Cuando inicia la estación lluviosa, las fuertes corrientes de aire pueden alcanzar los 10 km/h.

1.6.2 Requerimientos físicos.

1. Suelos.

Según Omont (1996). Para la heveicultura, se recomiendan suelos con las siguientes características:

- Textura bien equilibrada entre arcilla y arena.
- Buena aireación del suelo
- Buen drenaje
- Un relieve poco marcado
- Profundidad homogénea de más de 1 metro, sin horizonte endurecido.
- Ningún manto o nivel freático a menos de 1 m. de profundidad.
- Rico en materia orgánica. pH entre 4.5 y 5.5

2. Requerimiento nutricional.

La fertilización durante la etapa de crecimiento de los árboles de hule, ayuda a la formación de las células laticíferas y al desarrollo de todas las estructuras que serán en el futuro las encargadas de producir el látex dentro de los árboles. Es extremadamente necesario en esta etapa de crecimiento, aportar todos los nutrientes necesarios para brindar a las plantaciones de hule un medio de crecimiento óptimo que garantice la buena formación de los árboles de hule, principalmente en suelos marginales con pobre contenido de nutrientes.

Tabla 1 Requerimientos nutricionales para el cultivo de hule en la etapa de vivero

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
24.56	4.92	4.50	5.15	1.35	0.70	0.03	0.08	0.94	0.53	0.02

Fuente: Gremial de Huleros (2022)

Una vez alcanzada la etapa de producción, los árboles de hule mantienen un balance en el suelo, pues extraen ciertos nutrientes para la producción de látex y la formación de hojas y ramas; pero a la vez a través de la defoliación regresan elementos nutritivos al suelo.

La fertilización al suelo en los árboles de hule en producción, puede provocar un incremento en la producción de semilla, acelerar la regeneración de corteza, mejorar la resistencia a enfermedades ó la cantidad de follaje de los árboles; pero no se ha demostrado que produzca incrementos de producción de hule. Incluso, si hay un incremento en la cantidad de follaje (hojas) en los árboles de hule, no habrá un incremento de producción (Webster 1986), pues la producción está ligada al grosor de un árbol de hule y no a la cantidad de follaje que posee.

3. Topografía.

Sembrar en pendientes que sean menores a un 30%, pues con menor inclinación se facilita la explotación y se mejora la conservación de suelos.

4. Altitud

La Gremial de Huleros (2022), describe las altitudes para las distintas costas de Guatemala:

En la Costa del pacífico de 180 a 760 msnm. En la Costa del norte: 0 a 600 msnm

1.7 Estimulación del panel de pica.

La estimulación del hule es el tratamiento aplicado a un árbol, para un sistema de pica dado (largo del corte e intensidad de pica) tiene por objeto aprovechar el potencial

genético de la producción de látex, el combinar los sistemas de pica y de estimulación conduce a definir un sistema de explotación. (Tavera, 2020)

Lo que se pretende con la estimulación es alcanzar la plena capacidad de producción de los árboles de hule, 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%, comparado con el sistema tradicional de pica a cada dos días y por consiguiente a una reducción en el costo de producción.

La intensidad de estimulación se basa en el metabolismo de los clones y la reserva de azúcares que posean de acuerdo a las dos situaciones siguientes:

A medida que es más rápido el metabolismo se debe disminuir la estimulación.

A medida que es menor la reserva de azúcares se debe disminuir la estimulación. La intensidad de estimulación debe ser:

- Baja, para clones de metabolismo medio y bajas reservas de azúcares o para clones de metabolismo rápido y reservas medianas de azúcares.
- Media, para clones de metabolismo lento y bajas reservas de azúcares, para clones de metabolismo medio y reservas medias de azúcares, o para clones de metabolismo alto y reservas altas de azúcares.
- Alta, para clones de metabolismo bajo y reservas medias de azúcares o para clones de metabolismo medio y reservas altas de azúcares. Para clones que no se conoce su metabolismo y reservas de azúcar se deberá aplicar una intensidad media, con el fin de disminuir riesgos en las aplicaciones. (Tavera, 2020)

1.8 Fisiología de la producción de látex.

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

Agua: constituye alrededor de un 60% en volumen del látex fresco.

Minerales:

- Nitrógeno 0.26%
- Fósforo 0.005%
- Potasio 0.17%
- Calcio 0.003%
- Magnesio 0.005%
- Hierro, Manganese, Cobre, Zinc y Rubidio: en leves cantidades.

Elementos orgánicos:

- Carbohidratos
- Ácido cítrico
- Ácido glutámico
- Ácido aspártico, glutatión
- Ácido ascórbico
- Compuestos fenólico y proteínas
- Triglicéridos
- Esteroles
- Partículas de caucho: constituyen entre el 25 y 45% en volumen de látex fresco o 90% en materia seca.
- Lutoides: conforman del 10 al 20% en volumen del látex fresco.
- Partículas de Frey Wissling: comprenden el 5% en volumen de látex fresco.

1.9 El látex:

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

encuentra en cualquier parte del árbol desde las hojas hasta la raíz y está orientado metabólicamente en un 90% a la síntesis de caucho. (Gremial de Huleros, 2022)

1.9.1 Fisiología del látex.

La materia prima del caucho es la sacarosa, producida por la actividad fotosintética de las hojas *H. brasiliensis*. Esta sustancia penetra en las células del tejido laticífero por medio de fenómenos complejos que requieren energía bioquímica. Al margen de aprovisionamiento en sacarosa, la producción de caucho está limitada por dos factores interdependientes; la duración y la fluidez de la circulación del látex durante y después de la pica, y la regeneración del tejido laticífero a su término. Para incrementar la producción, en consecuencia, hay que alargar y facilitar la circulación de látex y activar los mecanismos de regeneración. (Rodríguez, Manual del cultivo de hule, 2014)

La observación a microscopio electrónico de células de un tejido laticífero muy joven muestra que un gran número de partículas de caucho llenan en pocos días la mayor parte del espacio celular. La envoltura de las partículas de naturaleza muy compleja (formada por fosfoglicolipoproteínas) rodea las largas cadenas de polilisopreno. En dicha envoltura se integran un sistema enzimático y un factor de elongación (alargamiento de la cadena) asociados.

Este complejo molecular es responsable de la formación del caucho por adiciones sucesivas de eslabones formados por un monómero con cinco átomos de carbono: el pirofosfato de isopentenilo. Hay un hecho importante que repercute sobre las propiedades de la molécula; estas adiciones se realizan de tal modo que algunos grupos químicos (CH_3H) de los eslabones siempre estén situados al mismo lado de la molécula del polímero; se habla en tal caso de configuración *cis*. La envoltura de las partículas está cargada negativamente. De ahí se deriva un efecto de repulsión, que al evitar la coagulación de las partículas, le confiere al látex su estabilidad y fluidez.

Sin embargo la coagulación se produce bastante de prisa bajo la acción de sustancia coagulante contenida dentro de otro tipo de partículas; los lutoides y las partículas de Frey Wyssling. Los lutoides son unas vesículas intracelulares de una sola membrana

(descubiertas en 1948 por L.N.S. Thomas de C.E. Van Gils, investigadores holandeses que trabajaban en Bogor, Indonesia). Como muchas vacuolas vegetales y como los lisosomas del reino animal, estas vesículas contienen hidrolasas ácidas (fosfatasas, nucleasas, proteasas, etc), una enzimas que al ser liberadas, degradann umerosas moléculas del metabolismo del *H. brasiliensis*.

Los lutoides también contienen cantidades importantes de una proteína, la heveína, perteneciente a la familia de las lectinas, clásicamente implicadas en los mecanismos de reconocimiento entre los agentes patógenos y sus huéspedes. La heveína en razón de su papel aglutinante intervine en la coagulación de las partículas de caucho, lo cual conduce a un cese más o menos precoz de la exudación de látex después de la pica. Es la primera demostración de la intervención de las lectinas en la coagulación del látex. (Rodríguez, Manual del cultivo de hule, 2014)

El látex contiene también, aunque en menor cantidad, unos organelos de doble membrana llamados, partículas de Frey-Wyssling (del nombre de su descubridor) Estas partículas intervienen muy probablemente en un mecanismo secundario de coagulación del látex. Así esta coagulación sigue inevitablemente a la pica.

Las fuertes presiones de turgencia del tejido laticífero junto con el reducido tamaño de los orificios por los que fluye el látex, inducen enormes tensiones mecánicas (efectos laminados) sobre los lutoides y las partículas de Frey-Wyssling. Parte de estos organelos relativamente frágiles, son destruidos y liberan sus agentes coagulantes, que inducen la floculación del látex y el cese de la exudación. Otros agentes coagulantes pueden producir la obturación de la herida luego de la pica. Ciertos iones positivos inorgánicos y proteínas cargadas negativamente tienden a anular las cargas eléctricas negativas de las partículas de caucho y el efecto de repulsión entre ellas; unas enzimas (lipasas o proteasas atacan las membranas de las partículas, lo que tiende a agregarlas.

Además de la coagulación del latex, los lutoides tienen otras funciones determinantes para la productividad del *H. brasiliensis*. En primer lugar, por medio de las bombas de protones (H^+) de sus membranas, al liberarse H^+ el pH baja. Estas vesículas controlan la acidez son extremadamente dependientes del pH. Así ocurre con la invertasa, que

hidroliza la sacarosa en glucosa y fructosa, moléculas básicas de la formación de energía en las moléculas carbonadas (glucolisis).

La elevación del pH del látex dentro de sus límites fisiológicos activa considerablemente esta enzima invertasa y por ello incrementa el suministro de energía y de los esqueletos carbonados necesarios para la síntesis del caucho. Es muy posible además, que otras enzimas aparte de los lutoides intervengan en la lucha contra los microorganismos patógenos. Se trata de las manosidasas, las quitinasas y las glutanasas, que atacan las paredes de las bacterias y los hongos. (Rodriguez, Manual del cultivo de hule, 2014)

1.9.2 Influencia de los agentes estimulantes sobre la producción de látex.

Expone Tello Cano, (1993) que productos exógenos son los tratamientos estimulantes que se aplican en la corteza de formas indirectamente por aplicación de diversos productos.

Indica además que una sustancia exógena puede intervenir en el estudio de curvas de flujo y comportamiento, del índice de estallamiento de los lutoides, de los tioles debido al aumento del pH, del porcentaje en sacarosa, en fósforo y de la síntesis de proteínas.

Esau, (1972) indica que combinando a los factores descritos con anterioridad se puede aportar que el protoplasto es diferencialmente permeable y es capaz de realizar transporte activo, impidiendo la salida de algunas sustancias o permitiendo la entrada de otras aun en contra de la gradiente de concentración.

1.10 Absorción y movimiento de nutrientes.

La permeabilidad diferencial se da a nivel de la membrana celular por medio de proteínas que son producidas por el protoplasto y el núcleo.

El transporte de iones en la célula vegetal puede ser pasivo o activo, cuando es pasivo este intercambio sucede en el plasmalema donde existe un tráfico continuo de iones que permite a las células incorporar y acumular nutrientes, excluir iones o sustancias tóxicas,

y se habla de transporte activo cuando son transportados por otro canal y se acumulan por encima o por debajo del equilibrio. (Talón, 2008)

El transporte tiene lugar desde las zonas productoras de carbohidratos hasta las zonas de acumulación. La incorporación de la fuente implica un transporte por los tubos cribosos mediante un proceso activo y selectivo donde la acumulación de solutos en el interior provoca el descenso del potencial hídrico y la entrada pasiva de agua que dilata las paredes, generándose así una presión que impulsa la solución. En conclusión el contenido del tubo criboso se mueve a lo largo de este proceso de flujo másico. (Talón, 2008)

1.11 Importancia de los nutrientes en el cultivo de hule:

1.11.1 Nitrógeno.

Es requerido en cantidades relativamente grandes debido a que es un elemento esencial para el crecimiento de la planta y forma parte de toda la proteína y la clorofila de la planta de caucho.

Estudiando la aplicación de cuatro niveles de nitrógeno asociado con 3 niveles de fosforo obtuvo efectos significativos sobre el perímetro del tallo y la producción de látex, a medida que se incrementaron los niveles de nitrógeno. (Bastos, 1999)

1.11.2 Fósforo.

El fosforo es uno de los elementos más deficiente de los trópicos húmedos.

La deficiencia de fosforo conduce a la baja asimilación en el metabolismo, inhibiendo el crecimiento de la planta. Dentro de la planta, el fosforo desempeña un papel importante en las reacciones bioquímicas del metabolismo de los carbohidratos, división celular y desarrollo de los tejidos meristemáticos. Además forma parte de los ácidos nucleicos. (Bastos, 1999)

En caucho adulto, la deficiencia no solamente reduce el crecimiento sino que además baja la producción. El fosforo desempeña un papel importante en el metabolismo de la planta de caucho, a pesar de ser requerido en pequeñas cantidades.

Casi siempre presenta respuesta debido principalmente a la pobreza de este elemento en suelos tropicales.

1.11.3 Potasio.

Juega un papel importante en el metabolismo del caucho, pero la aplicación aislada no se traduce en incrementos notables en producción, sin embargo, la aplicación conjunta con otros elementos, principalmente nitrógeno hace que las respuestas en rendimiento sean apreciables. (Bastos, 1999)

1.11.4 Calcio.

Trabajos de investigación conducidos en Malasia han dado énfasis al efecto del magnesio (Mg) sobre la producción de látex, a pesar de que el calcio (Ca) es uno de los nutrientes extraídos en mayor cantidad por el caucho.

El calcio es el segundo elemento en cantidad absorbida, sobrepasado solo por nitrógeno observaron incrementos significativos en el desarrollo del perímetro del tallo y en la producción de látex con aplicación de cal dolomítica.

1.12 Fosfitos:

Los fosfitos empleados en la agricultura son compuestos que resultan de la reacción del ácido fosforoso con iones metales (potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, zinc, aluminio, entre otros), considerados como fuente importante de nutrimentos para los cultivos. Su uso en la agricultura ha crecido por los múltiples beneficios que se han conseguido con su aplicación en diferentes cultivos. Son inductores de resistencia y tienen efectos biocidas en hongos fitopatógenos. Los fosfitos no sustituyen a los fungicidas en ataques severos de hongos, pero representan una estrategia complementaria para reducir su uso, contribuyendo así a la protección del medio ambiente. (Intagri, 2024)

La presentación comercial del fosfito generalmente es líquida. Los tres átomos de oxígeno brindan al fosfito aumento de la movilidad en el tejido vegetal. (Trejo-Téllez, Pérez Durán, Estrada Ortiz, & Gómez-Merino, 2016)

En la figura uno se presenta como el fosfito se absorbe y se transporta a través del xilema y el floema a todas las áreas de la planta con facilidad, y la diferencia que se encuentra en el fosfato que es absorbido por las raíces a partir del suelo y luego se mueve hacia arriba a través del xilema hacia las partes aéreas de las plantas.

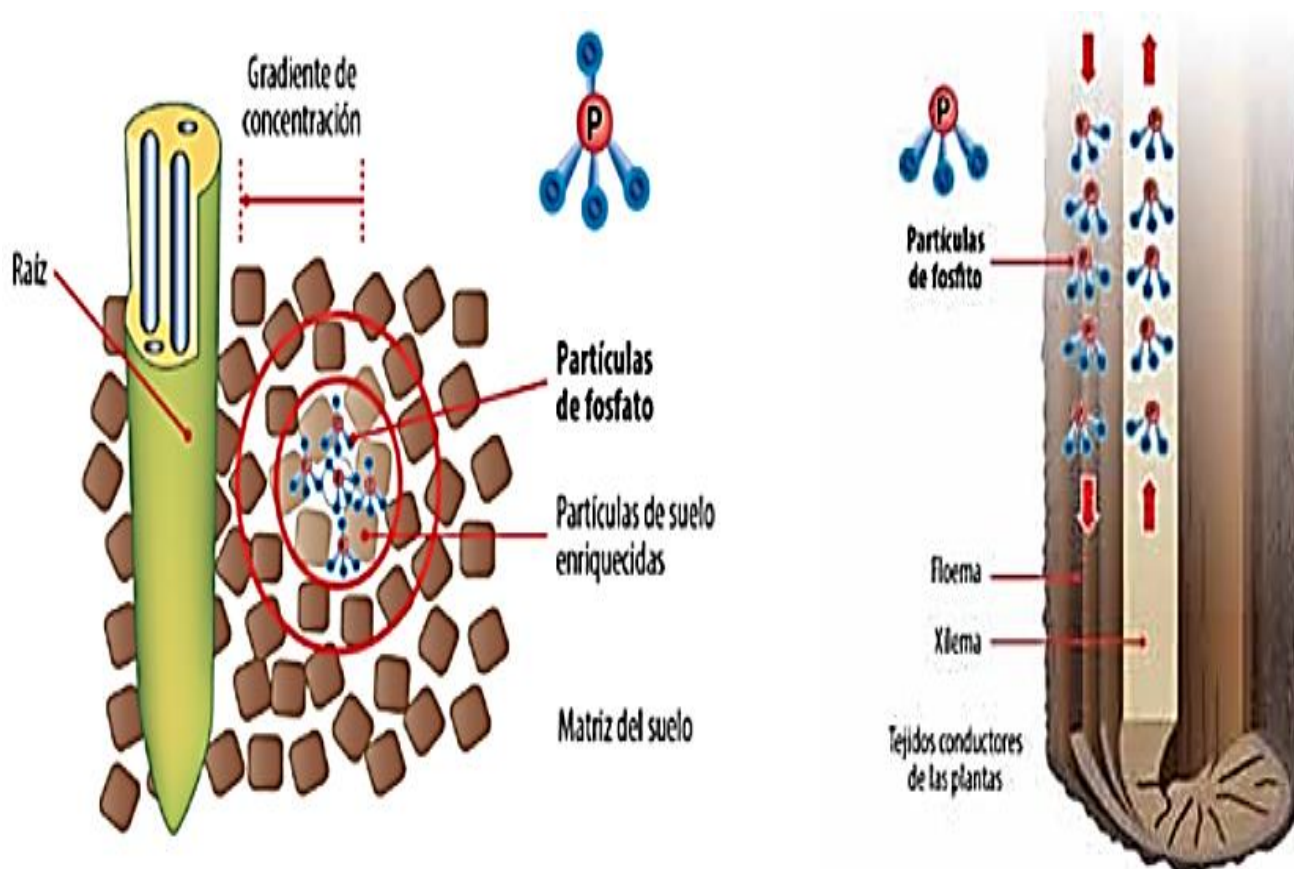


Figura 1 Aplicación y movilidad del fosfato (Pi) y del fosfito (Phi) en el suelo y en la planta

Fuente: (Trejo-Téllez, Pérez Durán, Estrada Ortiz, & Gómez-Merino, 2016)

1.12.1 Características de los fosfitos.

Al respecto de su uso como fertilizante, es limitado, es decir, nunca debe considerarse a los fosfitos como única fuente de fósforo. Es una fuente pobre en fósforo en relación con los fertilizantes fosforados comunes. Cabe mencionar que en caso de usarse como única fuente de fósforo puede ocasionar efectos nocivos cuando se aplica bajo condiciones deficientes de fosfato en las plantas. La conversión de fosfito a fosfato es muy lenta.

Un aspecto importante ya mencionado, en relación a la combinación de iones con fosfitos, es su influencia sobre la nutrición de las plantas. En términos prácticos esto significa aplicar fosfitos y nutrientes a las plantas. Los fosfitos más comunes en este sentido son fosfitos de potasio, cobre y manganeso. (Lovatt & Mikkeelsen, 2006)

Cuando se aplica fosfito de potasio se han visto diferencias significativas en rendimiento, pues el potasio participa en las funciones metabólicas, es vital para la fotosíntesis y la síntesis de proteínas, activa más de 80 enzimas, prolonga el período de llenado de grano, mejora la calidad de frutos, retarda la senescencia, entre otras funciones.

1.12.2 Efectos benéficos del fosfito en la estimulación de indicadores de la producción y la productividad agrícola.

En apio, lechuga y tomate el fosfito aumenta el rendimiento. También mejora el porcentaje de cebollas tamaño jumbo, y en papa, incrementa el número de tubérculos de primera calidad, lo cual también sucede con frutos de pimiento morrón. En papa, el fosfito incrementa los contenidos de fitoalexinas y quitinasas, y refuerza la estructura de la pared celular como mecanismos de defensa contra agentes infecciosos, en tanto que la tasa de emergencia de nuevas plántulas a partir de la siembra de tubérculos, crecimiento temprano, tasa de colonización por hongos micorrízicos benéficos y mecanismos antioxidantes también se incrementan con la aplicación de fosfito. (Trejo-Téllez, Pérez Durán, Estrada Ortiz, & Gómez-Merino, 2016)

En especies frutales, la aplicación de fosfito ha mejorado el rendimiento, los grados Brix y el contenido de ácidos orgánicos en cítricos. En durazno, el fosfito incrementa el contenido de azúcares y sólidos solubles totales. En frambuesa, mejora la firmeza de frutos y en bananas, aumenta el rendimiento. En fresa, mejora la acidez del fruto, los contenidos de ácido ascórbico, antocianinas, clorofilas, aminoácidos y proteínas. En aguacate, también mejora el rendimiento de frutos de mayor valor comercial.

En todos los casos, es necesario reiterar que las aplicaciones de fosfito deben ser muy bajas (normalmente en concentraciones micromolares), y que debe haber un abastecimiento de suficiente fosfato para obtener efectos benéficos. El mejor método de

aplicación (por ejemplo al follaje vía aspersiones foliares, o a la raíz, a través de soluciones nutritivas en cultivos sin suelo, o por medio de fertirriego en cultivos establecidos en suelo), la fuente de fósforo, la dosis y la tasa de aplicación así como la determinación de la mejor etapa de crecimiento del cultivo para hacer estas aplicaciones deberán hacerse en estricto apego a recomendaciones específicas, y con el apoyo de técnicos con experiencia en el manejo nutricional de los cultivos. (Trejo-Téllez, Pérez Durán, Estrada Ortiz, & Gómez-Merino, 2016)

1.13 Clon RRIM-600

Madre (TJIR1) X Padre (PB96)



Clon RRIM-600

Especie: *Hevea brasiliensis* Müll

Ha sido el clon más utilizado en las plantaciones de hule a nivel mundial, es cultivado como testigo para la evaluación de nuevos clones, forma copas pesadas con ramificación grande cual lo hace susceptible al viento. Es un clon con metabolismo medio y con reservas medias a altas de azúcar.

Se utiliza mayormente por su buena adaptabilidad, historia, rendimiento y buen conocimiento en el país. Al 2020 representa alrededor del 35% de las plantaciones de Guatemala. (Gremial de Huleros, 2022)

Se adapta bien alcanzando su potencial en sistemas de pica de d2, d3, d4 y d5. En pruebas de investigación ha demostrado buena adaptación a sistemas de muy baja frecuencia como d7. Buena respuesta a la estimulación y bajo nivel de corte seco.

1.13.1 Metabolismo del clon RRIM-600

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 de él depende el 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 refiere a las “Reservas de Azúcares”, las cuales nos indican juntamente con el metabolismo la intensidad de estimulación que soporta un clon determinado (Gremhule, 2000).

RRIM 600 con metabolismo medio, la producción de látex es influida por el tipo de metabolismo de cada clon. Esto quiere decir que cada clon posee reservas de azúcares y resistencias climáticas distintas entre ellos.

2. Marco Referencial:

2.1 Fosfito de Calcio.

Es un fertilizante activador en forma de fosfito que activa diferentes cationes, estimulantes de crecimiento de las plantas, favorece la floración y fructificación. La acción del fósforo en forma de ion fosfito actúa sobre el sistema hormonal favoreciendo la producción de fitoalexinas potenciando las defensas naturales de las plantas, estimulando el fortalecimiento de los tejidos, fundamentalmente en el tronco, cuello y raíz. (Ver figura 8 en Anexos)

El fosfito de calcio se compone de iones de calcio (Ca^{2+}) y iones de fosfito (PO_3^{3-}). Los iones de fosfito son diferentes de los iones de fosfato (PO_4^{3-}) que se encuentran en los fertilizantes convencionales. Los fosfitos son más fácilmente absorbidos por las plantas y pueden desencadenar respuestas de defensa, lo que las hace más resistentes a enfermedades y patógenos.

Cuando se aplica, el fosfito de calcio es absorbido por las raíces o las hojas y se transloca a través del sistema vascular de la planta. Una vez dentro de la planta, los iones de fosfito estimulan respuestas bioquímicas y fisiológicas que mejoran su resistencia. Esto incluye

la activación de enzimas de defensa, la producción de compuestos antimicrobianos y la estimulación del sistema de autodefensa de la planta. (Morales Morales & Martínez Campos, 2022)

Composición química del fosfito de calcio:

Elemento	p/v
Nitrógeno (N).....	6,03%
Fosforo (P ₂ O ₅).....	14,78%
Potasio (K ₂ O).....	9,85%
Calcio (Ca).....	12,03%
Boro (B).....	0,50%
Aminoácidos.....	5,01%
EDTA.....	1,00%

La dosis recomendada para el cultivo de hule es 100 cm³ por galón.

2.2 Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon”.

Regil (2002) define la estimulación del caucho como:

La estimulación del hule es el tratamiento aplicado a un árbol, para un sistema de pica dado (largo del corte e intensidad de pica) tiene por objeto aprovechar el potencial genético de la producción de látex, el combinar los sistemas de pica y de estimulación conduce a definir un sistema de explotación. (Tavera Urazán & Rodríguez Reinoso, 2019)

“En 1968 se demostró que el etileno era muy efectivo para la estimulación del látex en hule, usando el ácido-2-cloro etil fosfónico, conocido como ethephón, que se descompone por hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal.

Según Alemán (2000):

Lo que se pretende con la estimulación es alcanzar la plena capacidad de producción de los árboles de hule, 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%, comparado con el sistema

tradicional de pica a cada dos días y por consiguiente a una reducción en el costo de producción. (Tavera Urazán & Rodríguez Reinoso, 2019)

De acuerdo con Gremhule (2000).

La intensidad de estimulación se basa en el metabolismo de los clones y la reserva de azúcares que posean

a. A medida que es más rápido el metabolismo se debe disminuir la estimulación.

b. A medida que es menor la reserva de azúcares se debe disminuir la estimulación.

Según el administrador de la finca, actualmente para obtener una estimulación al 2.5% de Etephon se utiliza 200 mililitros del producto Etephon 10.4 SL para bajarlo al 2.5% y aplicarlo al panel de pica.

2.2.1 Comportamiento del Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” en finca Entre Ríos.

Se presenta el comportamiento en el sector 4 que cuenta con 53 tareas donde se realizara la investigación de cómo se comporta el producto Etephon luego de realizar de la aplicación:

Tabla 2 Comportamiento del Etephon en el sector 4 de finca Entre Ríos

Kilos de látex	Aplicación	Comportamiento
4,685	Sin aplicación de Etephon	
8,360	2 días luego de aplicar Etephon	Aumento del 78%
5,070	6 días luego de aplicar Etephon	Disminución del 40%
4,090	9 días luego de aplicar Etephon	Disminución del 20%

2.2.2 Etephon al 2.5%.

El porcentaje de materia activa es 2.5% para pica descendente y 5% para pica ascendente. El producto comercial a utilizar es Etephon 10.4 SL con su dosis de 950 mililitros por galón.

Dependiendo de la edad de los árboles, se recomienda aplicar de 0.7 a 1.0 cc por árbol de la mezcla estimulante por aplicación. La cantidad de ingrediente activo (Etephon) por árbol y por año a aplicar según la edad y el número de estimulaciones a realizar, también depende del metabolismo de los clones, sus reservas de azúcar y la intensidad de estimulación. (Gremial de Huleros, 2022)

2.3 Pica descendente.

La pica es la técnica que el hombre emplea para obtener el producto del árbol de hule, denominado látex. La explotación está determinada por factores constantes y variables que son:

1. Factores constantes: clon, suelo y las condiciones ecológicas, los cuales no pueden ser manejados
2. Factores variables: técnica de pica, estimulación, y estado del panel, los cuales si pueden ser manejados.

El sistema convencional de pica descendente en S/2 d/4 que actualmente utiliza la finca (1/2 espiral a cada 4 días) consiste en la extracción racional de látex a cada cuatro días de una media espiral trazada en los árboles y su adecuado manejo, hasta obtener el producto que se envía al beneficio para su procesamiento.

2.4 Localización y ubicación geográfica.

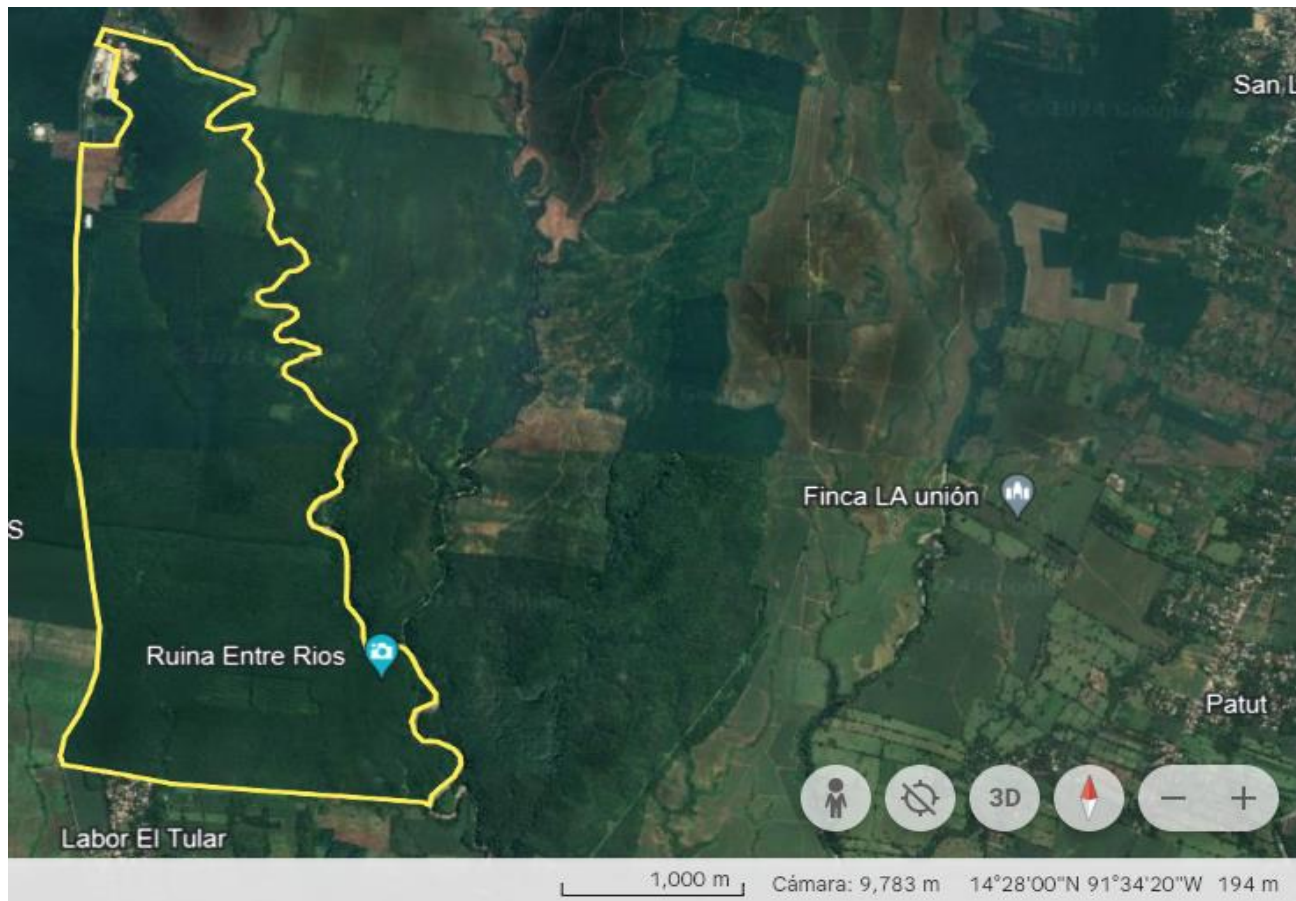


Figura 2 Mapa de ubicación geográfica de finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez

Fuente: Google Earth (2,024)

Las vías de acceso se encuentran en el kilómetro 175 carretera que conduce de Cuyotenango Suchitepéquez hacia al municipio de San José La Máquina, la entrada principal al casco de la finca se encuentra a mano izquierda de la carretera.

2.5 Investigaciones relacionadas:

2.5.1 Respuesta de tres clones de caucho *Hevea brasiliensis* Müll a aplicaciones de diferentes dosis de fósforo y potasio.

Autores: Rodrigo Lora Silva, Duván Franco Agredo y Fernando Garzón Cala

Para conocer la respuesta del Caucho *Hevea brasiliensis* a la aplicación de fósforo y potasio en el departamento de Caquetá, se realizó la presente investigación en el municipio de Paujil, a 420 m sobre el nivel del mar, temperatura media de 28 °C,

precipitación 3400 mm/año y 85% de humedad relativa. El suelo fue clasificado como Vertic Paleudult arcilloso, ácido con 75% de saturación de aluminio, bajo fósforo disponible, medio a bajo potasio, y bajo contenido de calcio, magnesio, zinc y boro. (Lora Silva, Agredo Franco, & Garzón Cala, 2002)

El diseño empleado fue de parcelas divididas subdivididas con tres repeticiones, donde las parcelas principales correspondieron a los clones y las subparcelas a las dosis de fósforo y potasio. Los clones bajo estudio fueron IAN 710, IAN 873, FX 3865. Para cada clon los tratamientos fueron: T1= testigo, T2= 50 kg Potasio/ha, T3= 50 Kg Fosforo/ha, T4= 50 kg Potasio /ha más 50 kg Fosforo /ha; T5= 100 Kg Fosforo /ha, T6= 50 Kg Potasio /ha más 100 Kg Fosforo /ha. Cada unidad experimental estuvo constituida por 8 árboles de seis años de edad. La densidad de siembra era de 480 árboles por hectárea. Los parámetros evaluados fueron: Rendimiento de caucho seco y aumento de circunferencia del tallo tomado por árbol a 1.2 m del suelo. Para rendimiento hubo diferencias significativas entre el clon IAN 710 y los otros clones, pero no entre éstos.

El mejor tratamiento fue T5= 100 Kg Fosforo/ha. Para esta dosis de fósforo hubo efecto negativo del potasio posiblemente por desbalance de la relación Ca:Mg:K. El testigo fue significativamente menor indicando la importancia de la fertilización. Con relación al aumento de circunferencia hubo diferencias entre clones y tratamientos. Durante el primer semestre cuya precipitación fue de 2500 mm, el rendimiento fue interior al del segundo semestre cuya precipitación fue de 900 mm. Para los clones IAN 873 y FX 3864 la mejor relación Beneficio/Costo, correspondió a la aplicación de T5= 100 Kg Fosforo/ha, para el clon IAN 710 fue la aplicación de , T2= 50 kg K₂O/ha. (Lora Silva, Agredo Franco, & Garzón Cala, 2002)

2.5.2 Comparación de cuatro productos de origen orgánico, aplicados al panel de pica, para producción de látex, en hule *Hevea Brasiliensis* Müll, arg. *Euphorbiaceae*, en finca Guanacaste, Coatepeque, Quetzaltenango.

Autor: Fernando Antonio Bosque Tejeda

En condiciones de finca Guanacaste, Coatepeque, Quetzaltenango, se evaluó el efecto de cuatro mezclas de origen orgánico sobre la producción de látex en el Cultivo de Hule, formando cuatro tratamientos a base de Ácidos Fúlvicos con Algas Marinas, Carbonato

de Calcio, Orto-fosfato de Potasio, Orto-borato de Sodio + Sulfato de Zinc y Fosfito Potásico, más el testigo absoluto, aplicadas a nivel del panel de pica. Se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental se conformó con 25 árboles para un total de 500 árboles, ocupando estos un área de 1.012ha (10,120 m²). Las variables evaluadas fueron: Volumen de producción de hule húmedo en kg/ha por cada tratamiento, Contenido de hule seco (DRC)/tratamiento, Incidencia y severidad del corte seco/tratamiento, de acuerdo a esto se concluye que ambos tratamientos muestran el mismo comportamiento ya que los rendimientos son similares. No obstante, en el aspecto económico la mayor rentabilidad y la mejor relación beneficio-costos la obtuvo el tratamiento TB, conformado por la mezcla: (Orto-fosfato de Potasio + Orto Borato de Sodio + Sulfato de Zinc + Ácidos Fúlvicos con Algas Marinas), a razón de 33.02cc/litro de agua, de lo anterior se deduce que este indicador sirve como un parámetro sólido de diferencia en cuanto a inclinarse por utilizar esta mezcla en la explotación y producción de látex en el Cultivo de Hule, bajo similares condiciones en el campo.

2.6 Experiencia de finca Naranjales utilizando el fosfito de potasio como potenciador

En finca Naranjales ubicada en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, que anteriormente pertenecía a las fincas asociadas El Baúl, actualmente su propietario es Don Jorge Maldonado y el asesor de la finca es el Don Edgar Chávez.

La finca actualmente produce látex, chipa de primera y chipa de segunda, 1 vez cada semana producen chipa de primera y los demás días producen látex y chipa de segunda, ellos utilizan actualmente los siguientes productos para estimular el panel de pica:

- 250 cm³ de Etephon
- 100 cm³ de fosfito de potasio
- 25 cm³ de adherente
- 5 gramos de marker violeta

Estos son los productos por un galón de agua que ellos aplican cada 12 días en medias tareas, luego a los 8 días después de la estimulación vuelven a aplicar 100 mililitros de fosfito de potasio y así durante toda la temporada, los resultados que ellos han obtenido es que la estimulación se mantenga luego de la aplicación del estimulante.

V. OBJETIVOS

1. General

Evaluar el fosfito de calcio y Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. “Hule” en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez

2. Específicos

- 2.1** Comparar la estimulación aplicada por finca Entre Ríos con los tratamientos de la investigación en rendimiento de hule seco.
- 2.2** Determinar la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de Fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco.
- 2.3** Relacionar el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en la finca.
- 2.4** Definir el tratamiento evaluado que presentará una mejor relación beneficio/costo.

VI. HIPÓTESIS

- H0. Todos los tratamientos evaluados obtendrán el mismo rendimiento en Kg/ha en peso de kilogramos de chipa de primera y hule seco aplicando el producto fosfito de calcio como potenciador del Etephon.
- Ha. Al menos uno de los tratamientos evaluados obtendrá el mejor rendimiento en Kg/ha en peso de kilogramos de chipa de primera y hule seco aplicando el producto fosfito de calcio como potenciador del Etephon.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

1.1 Recursos físicos

- Clon RRIM-600
- Cepillo
- Galón
- Cuaderno
- Calculadora
- Cuchilla R2
- Botes
- Romana

1.2 Recursos humanos

- Estudiante de EPSAT
- Picador
- Caporal
- Aplicador

1.3 Recursos financieros

- Fosfito de calcio Q 175.00

La finca proporcionó todos los recursos financieros necesarios para la investigación inferencial a realizar.

1.4 Análisis estadístico

1.4.1 Diseño experimental completamente al azar

Se realizó el diseño experimental completamente al azar para poder evaluar el tratamiento que se utiliza en finca Entre Ríos con los demás tratamientos para el objetivo 1.

La evaluación se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar para poder incluir el testigo relativo.

A continuación, se presenta el modelo estadístico para un diseño completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} =Variable de respuesta medida obtenida del tratamiento

μ =Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental

Por lo tanto, se implementó la siguiente fórmula para determinar el número de repeticiones necesarias, de acuerdo con el diseño experimental, se determinó el número de repeticiones, tomando en cuenta que los grados de libertad de error (GLE) sean mayores o iguales a 12.

$$Glerror(c) = t(r - 1)$$

$$Glerror(c) = 7 * (4 - 1)$$

$$Glerror(c) = 21$$

Bifactorial completamente al azar

La evaluación se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar para poder incluir el testigo relativo con los dos factores a evaluar.

A continuación, se presenta el modelo estadístico para un diseño bifactorial completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ij} = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima

μ =Media general

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

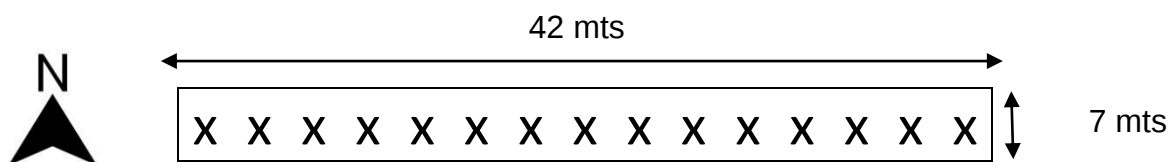
AB_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su repetición k

ε_{ijk} = error experimental

1.4.2 Unidad experimental

La unidad experimental contó con 15 árboles con un distanciamiento de siembra de 3 metros x 7 metros, con el clon RRIM-600, en el área de Castaño 16, el área total de cada unidad experimental es de 294 metros cuadrados con 42 metros de ancho y 7 metros de largo.

Figura 3 Unidad experimental



1.4.3 Tratamientos a evaluar

Se realizó, un experimento en el cual se evaluaron dos factores:

Factor A:

- Etephon 2.5% (2.5% de ingrediente activo de Etephon por galón de agua, que equivale a 945 cm³ de Etephon por 2,835 cm³ de agua)
- Etephon 0% (no agregar nada de Etephon al galón de agua)

Factor B:

- Fosfito de calcio 110 cm³ (110 cm³ por galón)
- Fosfito de calcio 100 cm³ (100 cm³ por galón)
- Fosfito de calcio 90 cm³ (90 cm³ por galón)

Tabla 3 Tratamientos a evaluar

Factor A	Factor B	No. Tratamiento
Etephon 2.5%	Fosfito de calcio 0 cm ³	T1 (Testigo relativo)
Etephon 2.5%	Fosfito de calcio 90 cm ³	T2
Etephon 2.5%	Fosfito de calcio 100 cm ³	T3
Etephon 2.5%	Fosfito de calcio 110 cm ³	T4
Etephon 0 %	Fosfito de calcio 90 cm ³	T5
Etephon 0 %	Fosfito de calcio 100 cm ³	T6
Etephon 0 %	Fosfito de calcio 110 cm ³	T7

Se determinó utilizar el testigo relativo con el producto que utiliza la finca actualmente, también se decidió combinar el Etephon con el Fosfito de Calcio para comprobar cuál de las dosis funciona mejor.

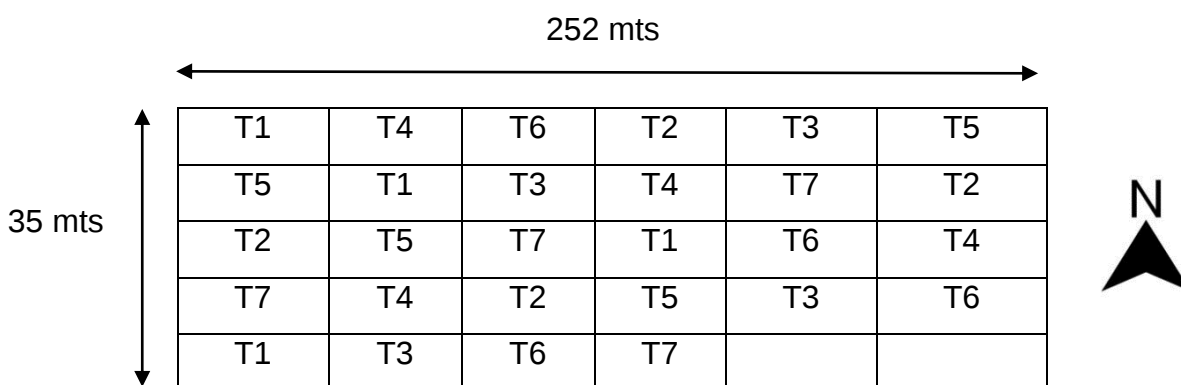
Las dosis a utilizar del fosfito de calcio fueron: 110 cm³ (mayor), 100 cm³ (normal), 90 cm³ (menor), con base a la recomendación de finca Naranjales, ya que ellos utilizan 100 cm³ como dosis normal del Fosfito de Calcio.

Las dosis que anteriormente se calcularon es por galón de agua, el galón alcanza para aplicar en 2,170 árboles, el galón tiene 3,785.40 cm³, lo cual indica que por árbol se aplica 1.74 cm³ de mezcla, lo cual indica la concentración de cada uno de los productos en la tabla 4:

Tabla 4 Dosis de cada uno de los productos por árbol

Mezcla	Dosis por árbol de mezcla	Dosis de etephon por árbol	Dosis de Fosfito de Calcio por árbol
Tratamiento 1	1.74 cm ³	0.44 cm ³	0 cm ³
Tratamiento 2	1.74 cm ³	0.44 cm ³	0.04 cm ³
Tratamiento 3	1.74 cm ³	0.44 cm ³	0.045 cm ³
Tratamiento 4	1.74 cm ³	0.44 cm ³	0.05 cm ³
Tratamiento 5	1.74 cm ³	0 cm ³	0.04 cm ³
Tratamiento 6	1.74 cm ³	0 cm ³	0.045 cm ³
Tratamiento 7	1.74 cm ³	0 cm ³	0.05 cm ³

1.4.4 Croquis del experimento en campo

Tabla 5 Croquis del experimento en campo definitivo

Cada surco contó con 90 árboles con un distanciamiento de 3 metros x 7 metros, con el clon RRIM-600, en el área de Castaño 16, el área total del experimento es de 315 metros cuadrados con 252 metros de ancho y 35 metros de largo.

2. Métodos

2.1 Comparar la estimulación aplica por finca Entre Ríos con los tratamientos en rendimiento de hule seco

2.1.1 Variables respuesta

- Rendimiento en hule seco en Kg/ha

2.1.2 Tabulación de datos

Se tomaron los datos según boleta por cada uno de los tratamientos para luego a pasarlo a Kg/ha, luego pasar los datos de chipa de primera a hule seco.

2.1.3 ANDEVA del diseño completamente al azar

Según los resultados del ANDEVA se determinaron, el valor de significancia estadísticamente de los factores y su interacción, si las dosis representan interacción se procede a realizar una prueba de medias Tukey al 5%.

La prueba de medias Tukey, también conocida como prueba de rango múltiple de Tukey, es un método estadístico utilizado para comparar las medias de múltiples grupos. Esta prueba es útil cuando se necesita determinar qué grupos difieren significativamente entre sí después de realizar un análisis de varianza.

Si el ANDEVA es significativo, se procede a realizar la prueba de medias de Tukey para identificar qué grupos difieren entre sí.

Se determinó el valor crítico de Tukey utilizando una tabla de distribución de Student de rango múltiple de Tukey o mediante software estadístico.

Se comparó el valor calculado de Tukey (q) con el valor crítico de Tukey. Si el valor calculado de Tukey es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

Para poder realizar el análisis estadístico de cada una de las variables se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) con un nivel 5% de confianza, y para aquellos resultados

que manifestaron diferencias estadísticamente significativas, se empleó la prueba de medias de Tukey.

2.1.4 Transformación de datos a DRC

Se determinó la producción de kilogramos de hule seco de cada uno de los tratamientos, se procedió a realizar la recolección de chipa de primera a los tres días luego de la pica, se tomó el peso, luego la producción de chipa de primera en kilos húmedos; se llevó al laboratorio de la planta de procesamiento para determinar la cantidad de hule seco contenida en la chipa de primera de campo y así, obtener los kilos secos totales.

En el laboratorio, se realizó el análisis de muestras de chipa recolectadas en el campo por medio de muestras, identificando con su debida información para no mezclar resultados.

El valor obtenido expresado en porcentaje de hule seco para la muestra es el dato utilizado para determinar el rendimiento en kilogramos de hule seco por cada tratamiento evaluado.

La siguiente formula es la que se utilizó para calcular el DRC (Dry Rubber Content = Contenido de Hule Seco):

$$DRC = \left(\frac{\text{Peso humedo} - \text{peso seco}}{\text{Peso humedo}} \right) * 100$$

Luego de obtener el DRC, se convirtió a peso a hule seco con la siguiente formula:

DRC= Contenido de hule seco

Hule seco = Peso húmedo * DRC

2.2 Determinar la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de Fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco

2.2.1 Variables respuesta

- Rendimiento en hule seco en Kg/ha

2.2.2 Tabulación de datos

Se tomaron los datos según boleta por cada uno de los tratamientos para luego pasarlo a Kg/ha, luego pasar los datos de chipa de primera a hule seco.

2.2.3 Análisis ANDEVA del diseño bifactorial completamente al azar

Según los resultados de la ANDEVA se determinó el valor de significancia de los factores y su interacción, si las dosis representan interacción se procede a realizar una prueba de medias Tukey al 5%.

La prueba de medias Tukey, también conocida como prueba de rango múltiple de Tukey, es un método estadístico utilizado para comparar las medias de múltiples grupos. Esta prueba es útil cuando se necesita determinar qué grupos difieren significativamente entre sí después de realizar un análisis de varianza.

Si el ANDEVA es significativo, se procede a realizar la prueba de medias de Tukey para identificar qué grupos difieren entre sí.

Se determinó el valor crítico de Tukey utilizando una tabla de distribución de Student de rango múltiple de Tukey o mediante software estadístico.

Se comparó el valor calculado de Tukey (q) con el valor crítico de Tukey. Si el valor calculado de Tukey es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

Para poder realizar el análisis estadístico de cada una de las variables se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) con un nivel 5% de confianza, y para aquellos resultados

que manifestaron diferencias estadísticamente significativas, se empleará la prueba de medias de Tukey.

2.2.4 Transformación de datos a DRC

Se determinó, la producción de kilogramos de hule seco de cada uno de los tratamientos se procedió a recolectar de chipa de primera a los tres días luego de la pica, se tomó el peso, luego la producción de chipa de primera en kilos húmedos; se llevó al laboratorio de la planta de procesamiento para determinar la cantidad de hule seco contenida en la chipa de primera de campo y así obtener los kilos secos totales.

En el laboratorio se realizó el análisis de muestras de chipa recolectadas en el campo por medio de muestras, identificando con su debida información para no mezclar resultados.

El valor obtenido expresado en porcentaje de hule seco para la muestra es el dato utilizado para determinar el rendimiento en kilogramos de hule seco por cada tratamiento evaluado.

La siguiente formula es la que se usa para calcular el DRC (Dry Ruber Content = Contenido de Hule Seco):

$$DRC = \left(\frac{\text{Peso humedo} - \text{peso seco}}{\text{Peso humedo}} \right) * 100$$

Luego de obtener el DRC, se convirtió a peso a hule seco con la siguiente formula:

DRC= Contenido de hule seco

El Hule seco = Peso húmedo * DRC

2.3 Relacionar el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en finca Entre Ríos

2.3.1 Variables respuesta

- Rendimiento en hule seco en Kg/ha

2.3.2 Tabulación de Datos

Se descargó del Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático –ICC- de la estación de Tululá el registro por mes de todo el experimento (Junio, Julio, Agosto, y Septiembre) del año 2024 para poder observar cómo interactúa con la producción de látex. (Ver tabla 13-18)

2.4 Definir el tratamiento evaluado que presenta una mejor relación beneficio/costo

2.4.1 Análisis económico

Se obtuvo el rendimiento en kilogramos seco por tratamiento donde las ganancias y los gastos por las aplicaciones realizadas, con un análisis económico.

Para llegar al análisis económico, primero se estructuraron los costos totales

Cotos totales (CT): se constituyen de la sumatoria de los costos fijos (CF) más los costos variables (CV)

$$CT = CF + CV$$

Costos fijos: son los costos comunes a todos los tratamientos y pueden incluir: 1) Renta de la tierra 2) Mano de obra en jornales 3) Insumos comunes para todos los tratamientos 4) Depreciación de maquinaria y equipo.

Costos variables: son los costos que varían en cada tratamiento, serán los costos de los productos en función de la dosis de cada uno de los tratamientos.

Se aplicaron las siguientes formulas:

1. Costo total: $CT = CF + CV$
2. Volumen de producción: $VP = \text{Rendimiento obtenido en cada tratamiento}$
3. Costo Unitario $CU = \frac{CT}{VP}$
4. Precio de Venta: es el precio de venta en el mercado por unidad de producción.
5. Valor bruto de la producción (Ingresos): $VBP = \text{Rendimiento} * \text{Precio de venta}$
6. Utilidad: $UT = VBP - CT$
7. Índice de Rentabilidad (%): $IR = \frac{UT}{CT} * 100$
8. Relación beneficio/ costo: $Rel B/C = \frac{VBP}{CT}$

Se calcularon los costos en quetzales y en dólares con un cambio de Q 7.75

3. Manejo agronómico

3.1 Aplicaciones

Se hicieron aplicaciones de cada uno de los tratamientos en la mañana, en donde se efectuó la mezcla de los productos Etephon y fosfito de calcio por galón de agua.

Se procedió a identificarlo por tratamiento en donde la mezcla previa, se vertieron las dosis para cada galón, luego se le dio al personal, se realizó la aplicación, dos días antes de picar. Se aplicó directamente en el panel de pica con un cepillo de dientes que se sumerge en el producto y luego directamente donde está el corte. (Ver figura 10 en Anexos)

3.2 Pica

Pasado dos días de la aplicación del producto se procedió a realizar la labor de pica, en donde el picador procedió a aplicar ácido fórmico en los guacales y realizar el corte para que empiece el goteo de látex, luego de la aplicación del ácido fórmico se empieza a coagular, y así se dejó durante dos días en las tazas. (Ver figura 11 en Anexos)

3.3 Recolección de chipa

Luego de días después de la pica se procedió a la recolección de la chipa y el pesado de la chipa por tratamiento que se hizo por medio de una báscula romana que se pesó recolectando los 15 árboles por cada tratamiento. (Ver figura 12 en Anexos)

3.4 Control de Malezas

Se realizó en la segunda semana después del inicio de la investigación, se realizó con el tractor, así mismo se contrata a personal para quitar la maleza de forma manual, debido a que son áreas pequeñas o con topografía irregular, en donde el tractor no puede ingresar. Asimismo, se realizaron aplicaciones de herbicidas en sectores donde la maleza estaba grande y el tractor no pudo cortar, estas se realizaron dos veces durante la investigación.

3.5 Control de enfermedades

Se realizó cada 12 días en aplicaciones de forma preventiva, si existía un área donde presentara alta severidad de enfermedades fungosas se aplicó una mezcla de fungicidas curativos, en intervalos de aplicación de 8 días.

3.6 Labores de pica

Esto consiste en mantener en buenas condiciones físicas el árbol a picar, lo cual es una labor que realizaba el picador y consistió en limpiar el fuste de la parte inferior quitando musgo, derrame de látex, maleza que se adhiriera a este; esto se realizó por la época de lluviosa y así evitar la propagación de enfermedades al panel de pica por las condiciones que la época permite.

La pica y toma de datos:

- Las localidades de las plantaciones tienen un sistema de pica $1/2 S d/4$, siendo así, se realizaron las picas con forme a lo mencionado, iniciando las 4:00 am asignando a un picador específico en cada localidad que tenga un rango excelente en su calidad de pica.

- La recolección de chipa se realizó los tres días a las 10:00 am.

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Comparar la estimulación aplicada por finca Entre Ríos con los tratamientos de la investigación en rendimiento de hule seco.

Luego de realizar la recolección de datos de cada uno de los tratamientos, se realizó un análisis de varianza para el diseño completamente al azar que se presenta a continuación:

Tabla 6 Análisis de varianza diseño completamente al azar

Variable	N	CV
Kilos seco	28	16.94

Tabla 7 Cuadro de análisis de varianza diseño completamente al azar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	913.63	6	152.27	7.17	0.0003
Tratamiento	913.63	6	152.27	7.17	0.0003
Error	446.06	21	21.24		
Total	1359.69	27			

Se presentó un coeficiente de variación de 16.94% lo cual es indicativo de buena precisión ya que es menor al 20% según Spearman.

Luego se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey (Ver tabla 7) debido a que el ANDEVA es significativo por tanto, se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que al menos uno de los tratamientos evaluados obtuvo el mejor rendimiento en kilos de hule seco.

Tabla 8 Prueba de Tukey diseño completamente al azar

Tratamiento	Medias			
T4	36.35	A		
T2	32.05	A	B	
T3	31.88	A	B	
T1	25.14		B	C
T6	22.67		B	C
T7	21.99		B	C
T5	20.32			C

Según la prueba de Tukey al 5%, se observa que el mejor tratamiento es el 4 (2.5% de Etephon + 110 cm³ de fosfito de calcio) que obtuvo una media de 36.25 Kg/ha de hule seco, también se observa que el tratamiento 1 (2.5% de Etephon) que utiliza la finca actualmente es menor, el rendimiento fue de 25.14 Kg/ha de hule seco, por lo cual se determinó que el rendimiento del tratamiento 4 (2.5% de Etephon +110 cm³ de Fosfito de Calcio) es el mayor que se obtuvo durante la investigación.

El producto Etephon libera un gas producido por el árbol para estimular la producción de látex, el cual regula la maduración de las células en la corteza y promueve la activación de las células del látex, y el Fosfito de Calcio contiene la nutrición adecuada para la producción de látex, ya que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes esenciales para el desarrollo de las células productoras del látex.

El rendimiento de látex en el árbol de hule depende de una gestión integral que involucra el manejo de la nutrición y estimulación. Con la combinación de los dos productos, producirá más látex a lo largo de su vida, lo que resulta en un mejor rendimiento de látex y una cosecha más rentable.

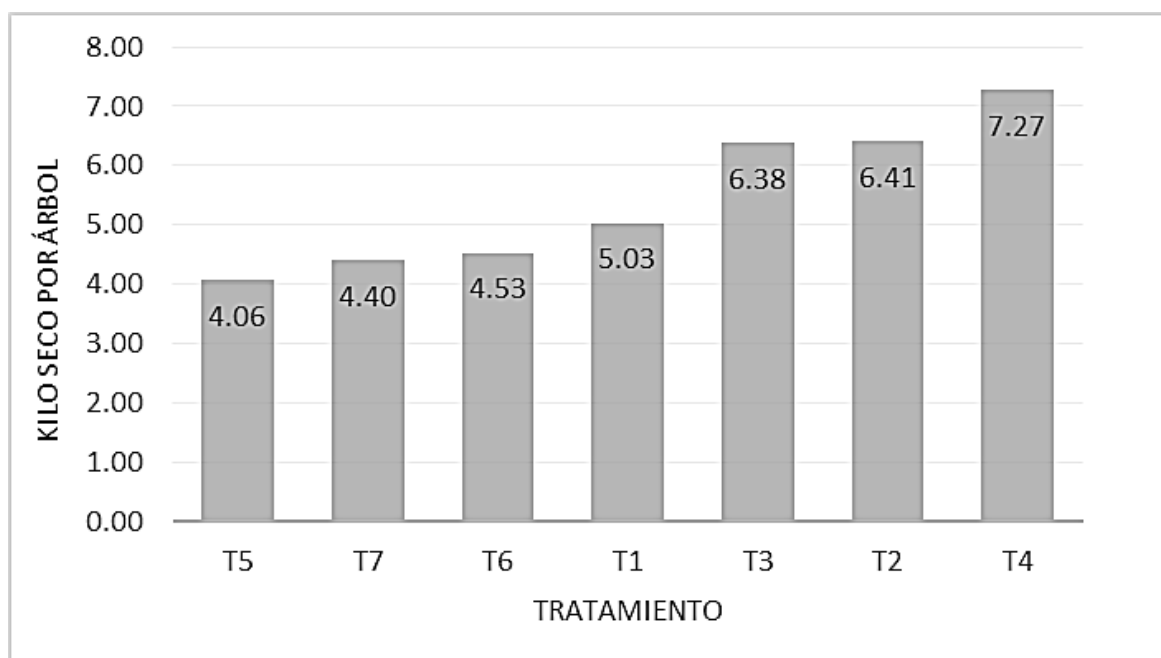


Figura 4 Gráfica de Kilos secos por árbol por año

Como se puede observar, los tratamientos fueron ordenados de mayor a menor, donde el tratamiento cinco indica que al año se obtuvieron 4.06 kilos de hule seco por árbol, el tratamiento siete obtuvo 4.40 kilos de hule seco por árbol y en el tratamiento 6 4.53 kilos de hule seco por árbol; estos tratamientos únicamente contienen Fosfito de calcio en diferentes dosis, por lo cual se observa que el fosfito de calcio no incrementa la producción de kilos de hule seco por árbol, ya que lo indicado según la finca el árbol tiene que dar un promedio de 5-6 kilos de hule seco por árbol.

En el tratamiento 1 se observa que utilizando únicamente Etephon al 2.5% por galón tiene un rendimiento de 5.03 kilos de hule seco por árbol, el cual si está en el rango indicado por la finca.

Los tratamientos 4, 3 y 2 se encuentran por arriba del promedio de la finca, lo cual indica que han producido un mayor rendimiento en kilos de hule seco por árbol por año, en donde, el tratamiento 4 es el que mayor rendimiento tuvo, ya que cuenta con un promedio de 7.27 kilos de hule seco por árbol, 2.27 kilos más que la finca.

2. Determinar la interacción de las concentraciones de Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” con las dosis de fosfito de calcio que presentan un mayor rendimiento en Kg/ha de hule seco

Luego de realizar la recolección de datos de los tratamientos bifactoriales realizados, se realizó un análisis de varianza de diseño completamente al azar con arreglo bifactorial que se presenta a continuación:

Tabla 9 Análisis de varianza con arreglo bifactorial

Variable	N	CV
Kilos seco	24	17.56

Tabla 10 Cuadro de análisis de varianza con arreglo bifactorial

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	893.80	5	178.76	7.64	0.0005
Factor A	830.73	1	830.73	35.61	0.0001
Factor B	36.60	2	18.3	0.78	0.4723
Factor A *	25.48	2	13.24	0.51	0.5777
Factor B					
Error	421.10	18	23.39		
Total	1314.90	23			

Se presentó un coeficiente de variación de 17.54% lo cual es indicativo de buena precisión ya que es menor al 20% según Spearman,

Luego se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey (Ver tabla 8) debido a que el ANDEVA es significativo, por tanto, también se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que al menos uno de los tratamientos evaluados obtuvo el mejor rendimiento en kilos de hule seco.

Tabla 11 Prueba de Tukey con arreglo bifactorial

Factor A	Factor B	Medias			
Etephon 2.5%	110 cm ³	36.35	A		
Etephon 2.5%	90 cm ³	32.05	A	B	
Etephon 2.5%	100 cm ³	31.88	A	B	
Etephon 0	100 cm ³	22.67		B	C
Etephon 0	110 cm ³	21.99		B	C
Etephon 0	90 cm ³	20.32			C

Se determinó que el Etephon al 2.5% y el Fosfito de Calcio 110 cm³ es el mejor tratamiento por lo tanto el etephon al 2.5% es mejor que el Etephon al 0, y que el fosfito de calcio la mejor concentración es de 110 cm³ por galón. El fosfito de calcio contiene diferentes elementos que ayudan a la liberación de más látex.

Cuando se aplica Etephon, este se descompone en etileno, lo que desencadena una serie de respuestas fisiológicas en las plantas. A nivel del panel de pica, al ser aplicado en el árbol de hule, se descompone en etileno, el cual actúa sobre las células del sistema lácteo de la planta. Este gas induce varios cambios fisiológicos que favorecen la

liberación del látex durante el proceso de extracción. A nivel celular, el etileno puede reducir la viscosidad del látex y aumentar la fluidez de este, facilitando su extracción.

A nivel fisiológico, el Etephon y el etileno actúan sobre varios mecanismos en las células vegetales, entre ellos la modificación de la pared celular y la estimulación de la síntesis de proteínas y enzimas asociadas con la liberación de látex. La liberación del látex es entonces más eficiente, lo que mejora la productividad en los cultivos de hule.

Los elementos mayores y menores que contiene el fosfito de calcio ayudan a la nutrición del panel de pica, por lo tanto, ayudando a que el árbol de hule contenga mayores nutrientes y produzca más. Los nutrientes son vitales para el proceso de fotosíntesis, ya que contribuye a la producción de azúcares y otros compuestos esenciales. Un árbol que realiza la fotosíntesis de manera eficiente puede producir más carbohidratos, lo que está directamente relacionado con la cantidad de látex que puede generar.

Por lo tanto, se observó que cada uno de los nutrientes que contiene el fosfito de calcio contribuyo a que produjera un mayor rendimiento de hule seco en Kg/ha, como se observa en el tratamiento cuatro que obtuvo un rendimiento 36.35 Kg/ha, el tratamiento 2 con 32.05 Kg/ha y el tratamiento 3 31.88 Kg/ha que contienen la combinación de Etephon y fosfito de calcio.

3. Relacionar el efecto de la precipitación en la combinación de Fosfito de Calcio y Etephon realizada en finca Entre Ríos

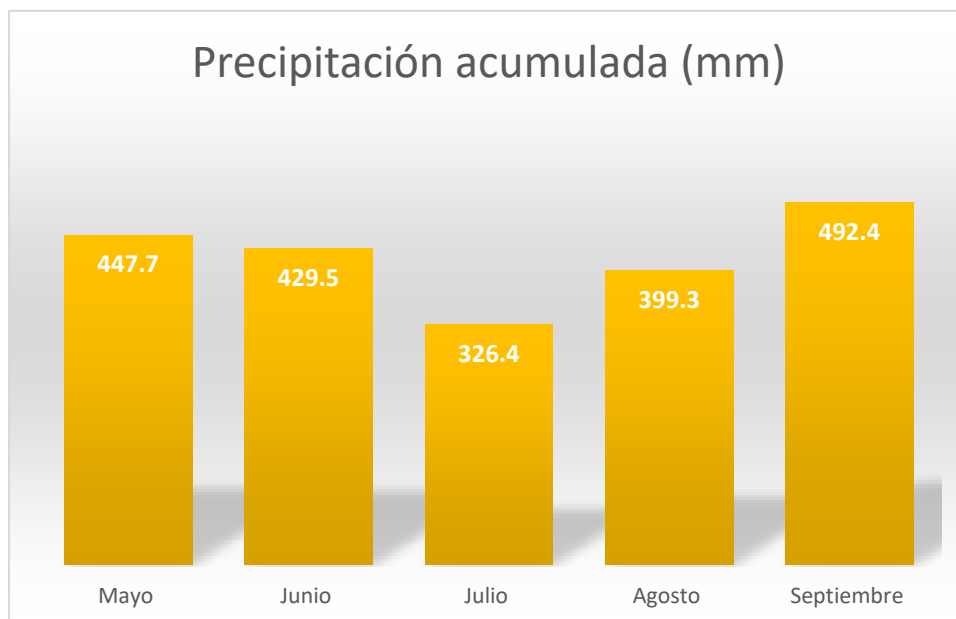


Figura 5 Precipitación acumulada (mm)

Como se observa en la figura 5, la precipitación pluvial de cada uno de los meses en junio fue de 429.5 mm, julio 326.4 mm, agosto 399.3 mm y septiembre 492.4 mm.

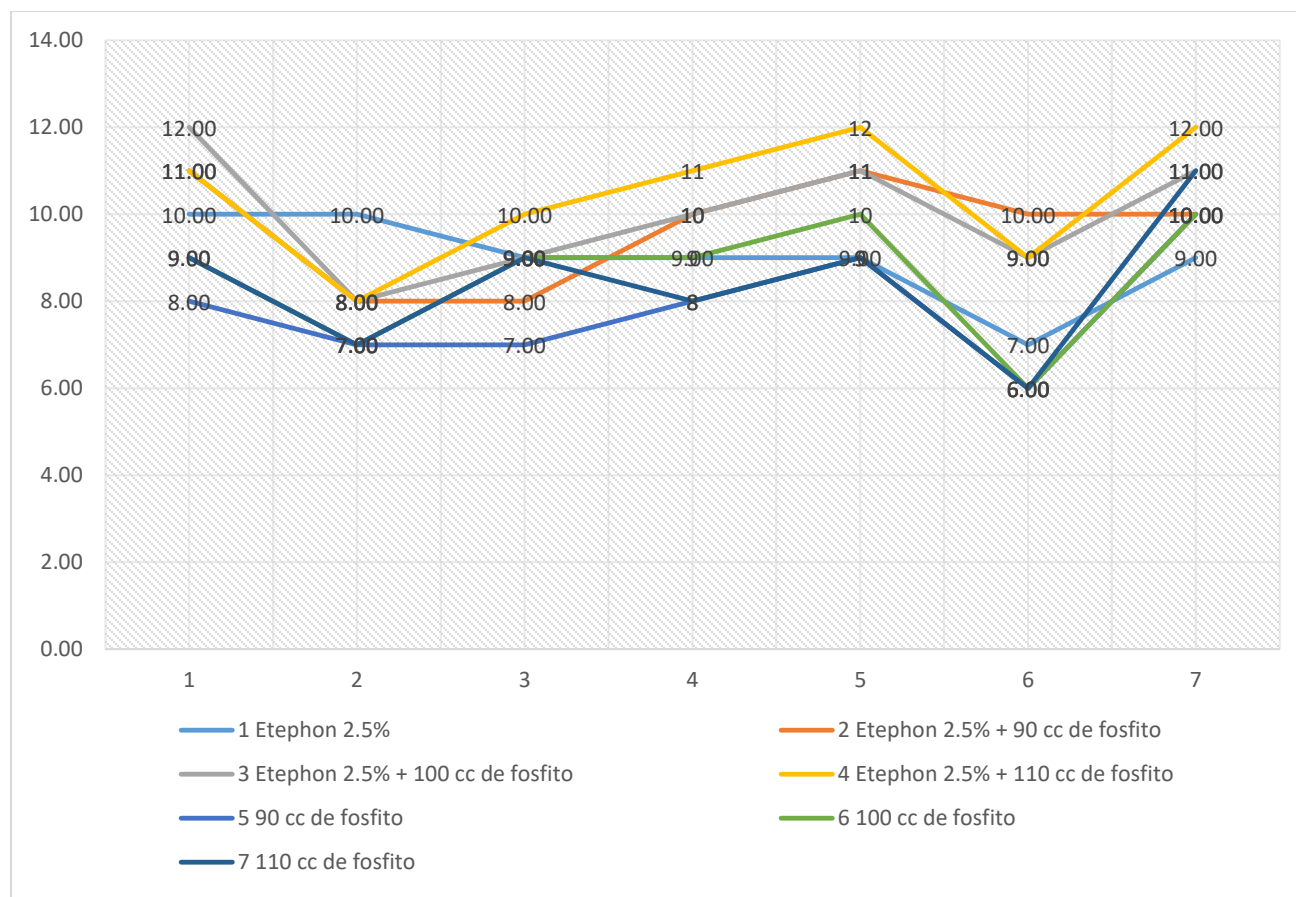


Figura 6 Primera recolección

Se observa que en la primera recolección de datos lo máximo que se obtuvo fue en el tratamiento 4 (2.5% Etephon + 110 cm³ de Fosfite de Calcio) en la séptima recolección que fue de 12 Kg/ha de hule seco y la menor fue en la sexta colecta en el tratamiento 7 que fue de 6 Kg/ha de hule seco, la precipitación acumulada que se obtuvo todo el mes fue de 447.7 mm y 429.5 mm, lo cual indica que, durante esta parte del año, la precipitación debería ser alta y constante, 250 mm mensuales. Si las precipitaciones son demasiado altas, afectan negativamente el cultivo. Un exceso de agua puede generar problemas como el encharcamiento del suelo, ya que si esta es mucho mayor que el promedio, se observan pocos efectos de incremento de la producción.

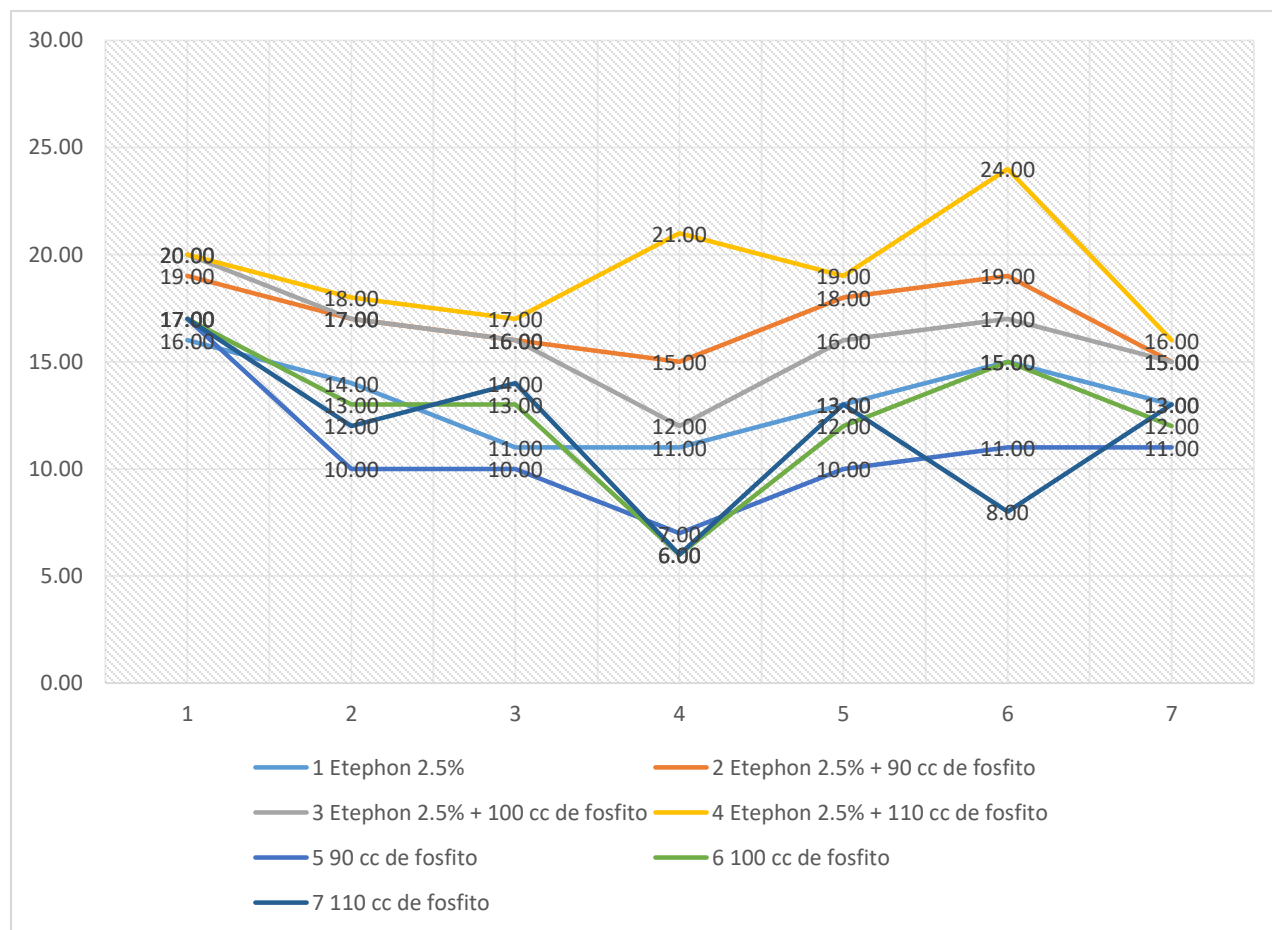


Figura 7 Segunda recolección

Se observa que, en la segunda recolección de datos, lo máximo que se obtuvo fue en el tratamiento 4, en la cuarta recolección (2.5% Etephon + 110 cm³ de Fosfite de Calcio) recolección fue de 24 Kg/ha de chipa de primera. La precipitación acumulada que se obtuvo todo el mes fue de 326.4 mm, el promedio de precipitación es de 250 mm por mes, por lo cual en el mes que se realizó las recolectas se obtuvo 76.4 mm más del promedio razón por la cual se observa una alta en los kilos secos que se obtuvieron de la recolecta.

Los árboles que mantienen una buena cantidad de agua ayudan a la producción de látex, por lo tanto, la precipitación que se observó en la estación Tululá, sobrepasa la precipitación moderada, lo cual indica que la lluvia constante y abundante durante la

temporada de lluvias favorece la producción de látex, ya que los árboles de hule necesitan una cantidad constante de agua para producir el látex.

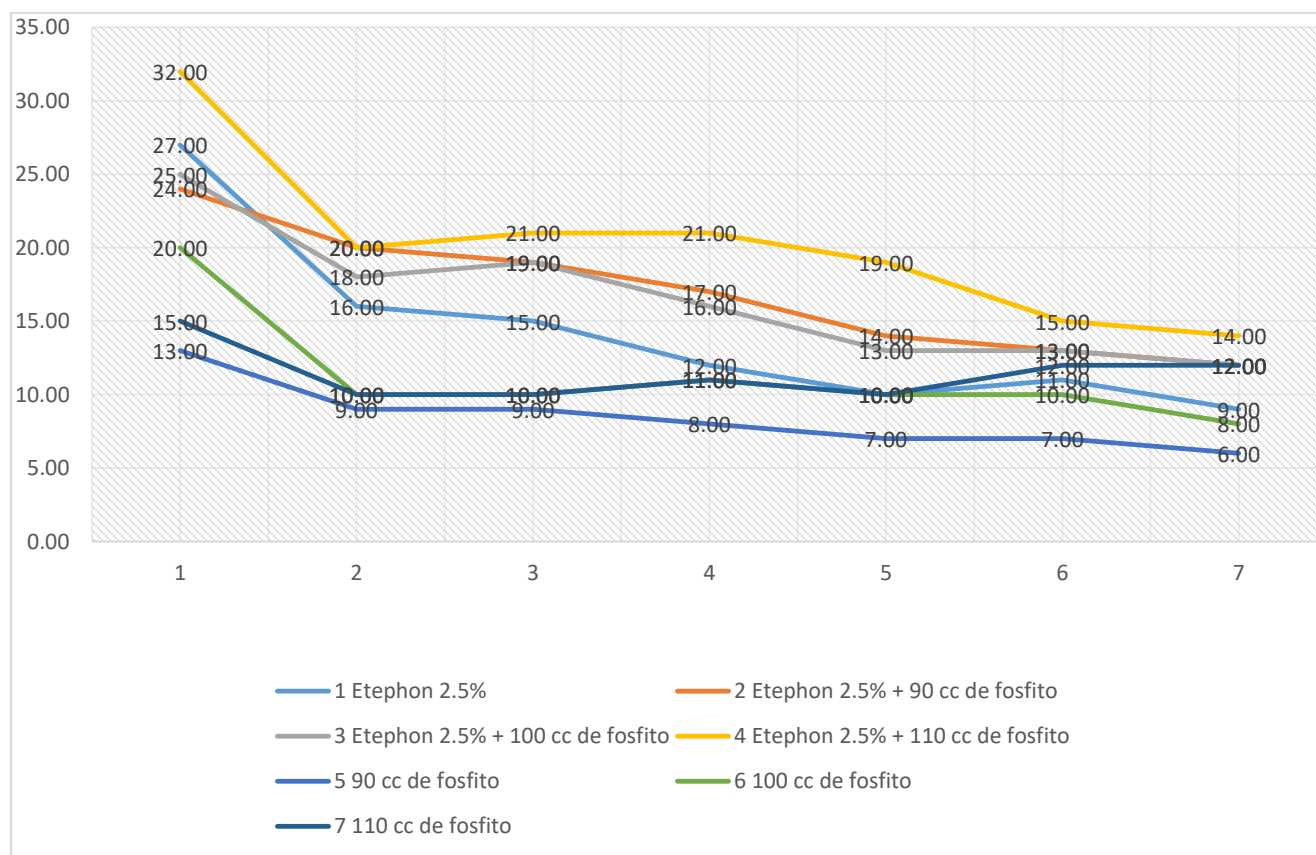


Figura 8 Tercera recolección

Se observa que en la primera recolección de datos lo máximo que se obtuvo fue en el tratamiento 4 (2.5% de Etephon + 110 cm³ de Fosfite de Calcio) en la primera recolección que fue de 32 Kg/ha de hule seco, la precipitación acumulada que se obtuvo todo el mes fue de 399.3 mm.

Esta precipitación indica que está 149.3 mm por encima del rango normal para el cultivo de hule en época lluviosa, por lo tanto, esto generó una mayor producción de látex durante este mes. Se observa que el tratamiento 4 fue el mejor ya que la menor producción que obtuvo durante la tercera recolección es de 14 Kg/ha de hule seco.

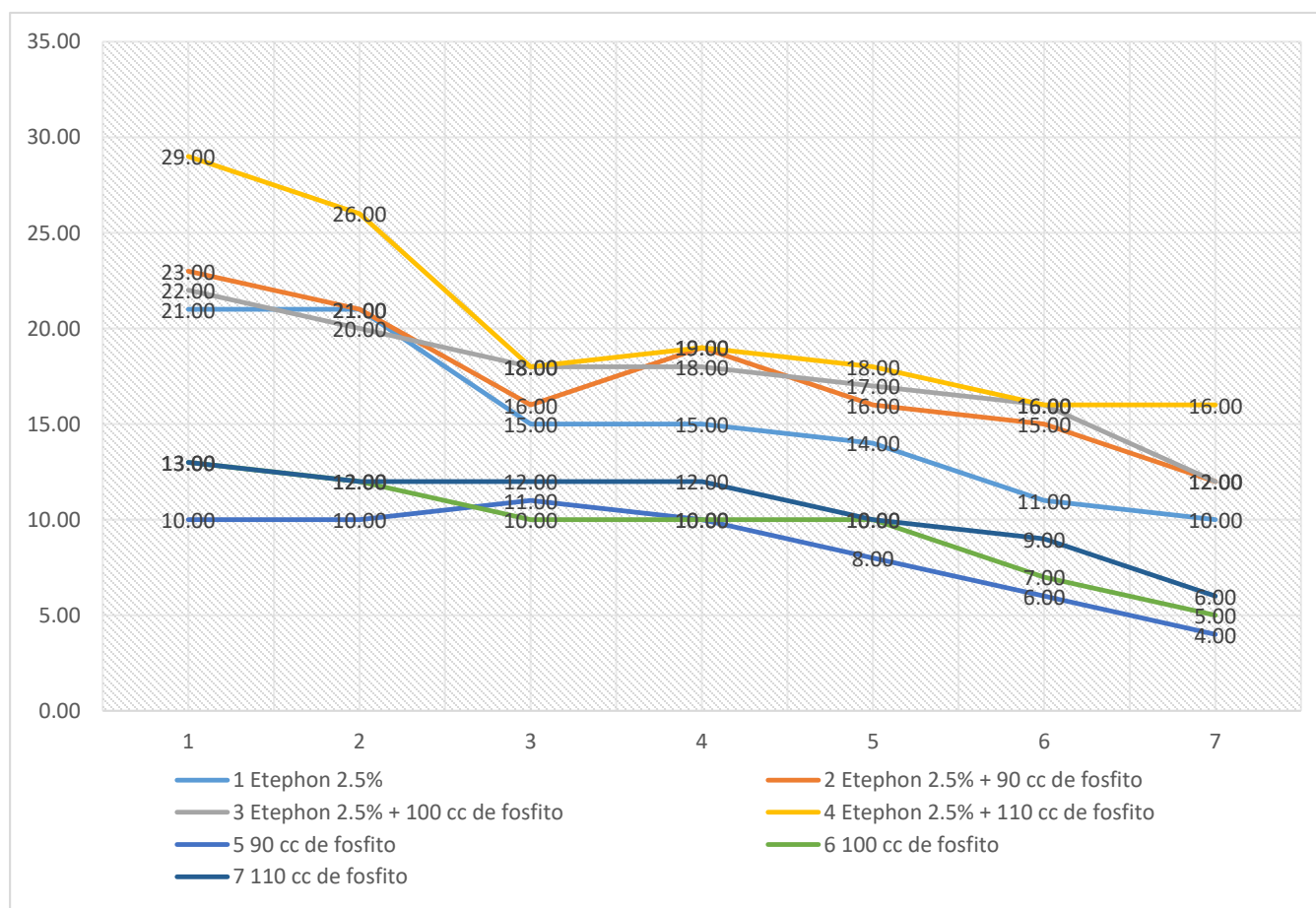


Figura 9 Cuarta recolección

Se observa que en la primera recolección de datos lo máximo que se obtuvo fue en el tratamiento 4 en la cuarta recolección que fue de 29 Kg/ha de hule seco, la precipitación acumulada que se obtuvo todo el mes fue de 492.4 mm; este mes fue el mayor precipitación, por lo tanto la producción fue más alta comparada a los meses anteriores, el tratamiento 4 su menor producción fue de 16 Kg/ha de hule seco en la sexta y séptima recolecta por lo tanto no tuvo un descenso de producción mayor.

La precipitación propició un entorno más favorable para la fisiología del árbol de hule, promoviendo tanto el suministro de nutrientes y agua como la actividad metabólica, lo que resulta en un aumento de la producción de látex.

4. Definir el tratamiento evaluado que presentará una mejor relación beneficio/costo

Para poder definir la relación beneficio/costo se realizó un listado de todos los costos de producción, costos directos, costos indirectos, para determinar el costo total de la producción de una hectárea de hule seco (Ver tabla 13 en Anexos)

Sumando los costos directos y los costos indirectos, da un total de Q 11,555.04 por hectárea, estos costos de Etephon y Fosfito de calcio son por cuatro meses de investigación. Para el tratamiento relativo en el que se aplicó Etephon al 2.5%, se obtuvo en costo total de Q 11,380.04. En los tratamientos 5, 6 y 7 el costo de producción es de Q 11,430.04.

Para la realización del análisis económico de cada uno de los tratamientos se realizó el cálculo de los indicadores (Ver tabla en Anexos). En el tratamiento 1 el costo total para producir 1,755 kilos es de 11,380.04, con un costo unitario de Q 6.48; vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 25,149.15, con una utilidad de producción de 13,769.11. Se tiene una rentabilidad del 120.99% y una relación B/C de Q 2.20, que por cada quetzal invertido se obtiene de ganancia un quetzal con 20 centavos.

En el tratamiento 2, el costo total para producir 2,238 kilos es de 11,555.04, con un costo unitario de Q 5.16. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 32,070.54, con una utilidad de producción de 20,515.5. Se tiene una rentabilidad es del 177.54% y un relación B/C de Q 2.77, que por cada quetzal invertido se obtiene un quetzal con 77 centavos de ganancia.

En el tratamiento 3, el costo total para producir 2,225 kilos es de 11,555.04, con un costo unitario de Q 5.19. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 31,884.25, con una utilidad de producción de 20,329.21. Se tiene una rentabilidad es del 175.93% y un relación B/C de Q 2.76 que por cada quetzal invertido se obtuvo un quetzal con 76 centavos de ganancia.

En el tratamiento 4, el costo total para producir 2,538 kilos es de 11,555.04, con un costo unitario de Q 4.55. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 36,369.54, con una utilidad de producción de 24,814.50. Lo cual significa que se tiene

una rentabilidad es del 214.75% y un relación B/C de Q 3.15 lo cual significa que por cada quetzal invertido se obtiene dos quetzales con 15 centavos de ganancia.

En el tratamiento 5, el costo total para producir 1,418 kilos es de 11,430.04, con un costo unitario de Q 8.06. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 20,319.90, con una utilidad de producción de 8,889.90. Lo cual significa que se tiene una rentabilidad es del 77.78% y un relación B/C de Q 1.77 lo cual significa que por cada quetzal invertido se obtiene 77 centavos de ganancia.

En el tratamiento 6, el costo total para producir 1,582 kilos es de 11,430.04, con un costo unitario de Q 7.23. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 obtenemos un ingreso de Q 22,670.06, con una utilidad de producción de 11,240.02. La rentabilidad es del 98.33% y un relación B/C de Q 1.98, que por cada quetzal invertido se obtiene 98 centavos de ganancia.

En el tratamiento 7, el costo total para producir 1,536 kilos es de 11,430.04, con un costo unitario de Q 7.44. Vendiendo cada kilo seco a Q 14.33 se obtiene un ingreso de Q 22,010.88, con una utilidad de producción de Q 10,580.84. La rentabilidad es del 92.57% y un relación B/C de Q 1.93, que por cada quetzal invertido se obtiene 93 centavos de ganancia.

Tabla 12 Relación beneficio/costo de los tratamientos

Tratamiento	Beneficio/Costo
1	Q 1.20
2	Q 1.77
3	Q 1.76
4	Q 2.15
5	Q 0.77
6	Q 0.98
7	Q 0.93

Se observa que el tratamiento que tiene mejor relación beneficio/costo es el tratamiento cuatro, por cada quetzal invertido, se obtiene Q 2.15, este tratamiento se compone de 2.5% de Etephon con 110 centímetros cúbicos de fosfito de calcio.

IX. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el tratamiento actualmente utilizado para la finca es el menos rentable, ya que se obtuvo un rendimiento de 25.14 Kg/ha de hule seco, y el mejor fue la combinación de Etephon 2.5% y 110 cm³ de Fosfito de Calcio que obtuvo un rendimiento de 36.35 Kg/ha.
2. La interacción del Fosfito de Calcio con el Etephon al 2.5% son los mejores, donde se aplicó Etephon al 2.5% con 90 cm³ se obtuvo un rendimiento de 32.05 Kg/ha, con 100 cm³ es 31.88 Kg/ha y de 110 cm³ es 36.35 Kg/ha.
3. Cantidades mayores de precipitación provocan un impacto positivo en la producción de látex en los árboles de hule, especialmente en áreas con un régimen de lluvias moderadas. El agua adicional reduce el estrés hídrico y mejora la disponibilidad de nutrientes, lo que puede resultar en un mayor rendimiento.
4. Según la relación beneficio/costo el mejor tratamiento es el cuatro obtuvo una relación de Q 3.15 lo cual indica que por cada quetzal invertido se obtiene dos quetzales con 15 centavos de ganancia.

X. RECOMENDACIONES

- 1.** Puede aplicarse el tratamiento cuatro (2.5% de Etephon + 110 cm³ de fosfito de calcio), para las aplicaciones de estimulación en la finca y lograr un mayor rendimiento.
- 2.** Es necesario la utilización de fosfito de calcio con combinación del estimulante ya se obtuvo un mayor rendimiento.
- 3.** Se sugiere aplicar la estimulación en época lluviosa para una mayor absorción.
- 4.** El tratamiento cuatro es el que presenta una mejor relación beneficio/costo por lo tanto se debe utilizar en la finca para poder incrementar rendimiento, el tratamiento cuatro es de Etephon al 2.5% y Fosfito de Calcio 110 cm³ por galón.

XI. REFERENCIAS

- AGROSAVIA. (2021). *Protocolo para estimulación del caucho conservando la calidad del látex*. <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cultivos-permanentes/recomendaciones-protocolos-y-metodolog%C3%ADas/714-protocolo-para-estimulaci%C3%B3n-del-caucho-conservando-la-calidad-del-l%C3%A1tex>
- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal* (2o.Ed ed.). McGrawHill.<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>
- Bastos, J. R. (Octubre de 1999). *Importancia de la nutrición en el cultivo de hule*. [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/\\$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf)
- Bosque Tejeda, F. A. (Noviembre de 2018). “EVALUACIÓN DE CUATRO FERTILIZANTES ORGÁNICOS APLICADOS AL PANEL DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. EN FINCA SAN JOSÉ LAS VICTORIAS, SAN ANDRÉS VILLA SECA RETAHULEU. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10948/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%20FERNANDO%20BOSQUE%20TEJEDA.pdf>
- Coelho Aires da Gama Bastos, J. R. (Octubre de 1999). *Importancia de la nutrición en el cultivo del caucho*. Instituto de la Potasa y Fosforo: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/\\$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/904DA389B4646BB4852579A3007A26EB/$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. (2021). *Protocolo para estimulación del caucho conservando la calidad del látex Hevea brasiliensis*. <https://www.agrosavia.co/productosyservicios/ofertatecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cultivos-permanentes/recomendaciones-protocolos-y->

metodolog%ADas/714-protocolo-para-estimulaci%3Bn-del-caucho-conservando-la-calidad-del-l%C3%A1tex

Cronquist, A. (1981). *Hevea brasiliensis* (rubber).
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompndium.27999>

Esau, K. (1972). *Anatomía Vegetal*.
https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991002259739703936/56UDC_INST:56UDC_INST

Fertilab. (sf). *El Papel de los Fosfitos en las Plantas*.
https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/El_papel_de_los_fosfitos_en_las_plantas.pdf

Gremial de Huleros. (2022). *Manual del cultivo de Hule*. Guatemala: Gremial de Huleros.

Intagri. (2024). *Uso de Fosfitos en la Agricultura*.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-fosfitos-en-la-agricultura>

Juarez, C. V. (2000). *Manual general del cultivo de hule Hevea brasiliensis*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.

Lora Silva, R., Agredo Franco, D., & Garzón Cala, F. (2002). Respuesta de tres clones de caucho (*Hevea brasiliensis*) a aplicaciones de diferentes dosis de fósforo y potasio. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 5(1), 60-67.
<https://repository.udca.edu.co/entities/publication/a9241c60-973b-4f5d-a642-cdebce7af56e>

Lovatt, C., & Mikkeelsen, R. (2006). *El Papel de los Fosfitos en las Plantas*.
https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/El_papel_de_los_fosfitos_en_las_plantas.pdf

México, S. d. (7 de febrero de 2016). *Hule hevea, productor de látex*.
<https://www.gob.mx/siap/articulos/hule-hevea-productor-de-latex?idiom=es#:~:text=El%20hule%20hevea%20o%20%C3%A1rbol,trav%C3%A9s%20de%20c%C3%A9lulas%20llamadas%20látex%20feros.>

- Morales Morales, E. J., Martínez Campos, Á. R., López-Sandoval, J. A., Castillo González, A. M., & Arriaga, M. R. (31 de marzo de 2022). Los fosfitos y sus aplicaciones en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(2), 345-354. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n2/2007-0934-remexca-13-02-345.pdf>
- Orozco Maldonado, M. T. (2011). *Comparación de cuatro productos de origen organico, aplicados al panel de pica, para producción de látex, en hule (Hevea Brasiliensis muell, arg. Euphorbiaceae), en finca Guanacaste, Coatepeque, Quetzaltenango*. [Tesis Licenciatura en Ciencias Agrícolas con énfasis en Cultivos Tropicales. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas]. Obtenido de <https://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Lopez-Marcos.pdf>
- Pesquera, S. d. (7 de febrero de 2018). *Hule hevea, productor de látex*. Obtenido de [Blog]: <https://www.gob.mx/siap/articulos/hule-hevea-productor-de-latex?idiom=es#:~:text=El%20hule%20hevea%20o%20%C3%A1rbol,trav%C3%A9s%20de%20c%C3%A9lulas%20llamadas%20látex%20ADferos>.
- Reis Monteiro, W., Castro Virgens Filho, A. d., Martínez Garnica, A., Suárez, Y. J., Rojas Molina, J., & Bonadie Márques, J. R. (29 de Mayo de 2012). *Sistemas agroforestales con caucho: el caso de Brasil y Colombia*. <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/53940-Hevea-brasiliensis>
- Rodriguez, N. (2014). *Manual del cultivo de hule*. <https://es.scribd.com/document/166198375/Manuel-Del-Cultivo-de-Hule>
- Rojo Martínez, G., Martínez Ruiz, R., & Jasso Mota, J. (2011). *El cultivo de hule en México*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Indígena de México.
- Talón, J. A.-B. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona: Mc Graw Hill.
- Tavera Urazán, Y. P., & Rodríguez Reinoso, E. R. (2019). *Evaluación técnica y económica del cultivo de caucho (Hevea brasilienses) clon FX 3864 bajo diferentes frecuencias de sangría y estimulación*. [Tesis. Administración de

Empresa e Ingeniería Agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25531/yptaverau.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tavera, Y. P. (2020). *Evaluación técnica y económica del cultivo de caucho (Hevea brasilienses) clon FX 3864 bajo diferentes frecuencias de sangría y Estimulación*. Obtenido de <https://1library.co/article/estimulaci%C3%B3n-caucho-natural-marco-te%C3%B3rico.zlmgv8oq>

Tello Cano, G. V. (Mayo de 1993). *Evaluación de cuatro concentraciones de ácido 2-cloroetilfosfónico en cuatro intensidades de pica; sobre la producción de hule*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1425.pdf

Trejo-Téllez, L. I., Pérez Durán, O. R., Estrada Ortiz, E., & Gómez-Merino, F. C. (2016). El fosfito como bioestimulante para innovar la producción agrícola. *Infoagro*(5). file:///C:/Users/Dell/Downloads/2016_Trejo-TllezFosfito_InfoAgro_2016.pdf

WFO. (Diciembre de 2024). *World Flora Online Plant List*. Obtenido de Snapshots of the taxonomy: <https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-4000017809-2024-12?page=1>

XII. ANEXOS



Figura 10 Aplicación de tratamientos



Figura 11 Realización de la pica



Figura 12 Recolección de chipa

Tabla 13 Datos de hule seco para el análisis de varianza diseño completamente al azar

Tratamiento	Repetición	Kg/ha
T1	R1	29.38
T2	R1	21.64
T3	R1	27.10
T4	R1	29.29
T5	R1	15.92
T6	R1	17.64
T7	R1	20.21
T1	R2	23.81
T2	R2	31.45
T3	R2	35.36
T4	R2	38.62
T5	R2	20.53
T6	R2	22.87
T7	R2	21.74
T1	R3	22.99
T2	R3	35.45
T3	R3	34.57
T4	R3	33.50
T5	R3	21.90

T6	R3	23.44
T7	R3	22.26
T1	R4	24.37
T2	R4	39.65
T3	R4	30.49
T4	R4	43.99
T5	R4	22.92
T6	R4	26.72
T7	R4	23.76

Tabla 14 Datos para el análisis de varianza diseño completamente al azar con arreglo bifactorial

Factor A	Factor B	Kg/ha de Hule seco
Etephon 2.5%	90 cm ³	21.64
Etephon 2.5%	100 cm ³	27.10
Etephon 2.5%	110 cm ³	29.29
Etephon 0	90 cm ³	15.92
Etephon 0	100 cm ³	17.64
Etephon 0	110 cm ³	20.21
Etephon 2.5%	90 cm ³	31.45
Etephon 2.5%	100 cm ³	35.36
Etephon 2.5%	110 cm ³	38.62
Etephon 0	90 cm ³	20.53
Etephon 0	100 cm ³	22.87
Etephon 0	110 cm ³	21.74
Etephon 2.5%	90 cm ³	35.45
Etephon 2.5%	100 cm ³	34.57
Etephon 2.5%	110 cm ³	33.50
Etephon 0	90 cm ³	21.90
Etephon 0	100 cm ³	23.44
Etephon 0	110 cm ³	22.26
Etephon 2.5%	90 cm ³	39.65
Etephon 2.5%	100 cm ³	30.49
Etephon 2.5%	110 cm ³	43.99
Etephon 0	90 cm ³	22.92
Etephon 0	100 cm ³	26.72
Etephon 0	110 cm ³	23.76

Tabla 15 Datos de hule seco (Primera colecta)

Tratamiento	Producto	Colecta 1 Kg/ha	Colecta 2 Kg/ha	Colecta 3 Kg/ha	Colecta 4 Kg/ha	Colecta 5 Kg/ha	Colecta 6 Kg/ha	Colecta 7 Kg/ha
1	Etephon 2.5%	10.00	10.00	9.00	9.00	9.00	7.00	9.00
2	Etephon 2.5% + 90 cm ³ de fosfito	11.00	8.00	8.00	10	11	10.00	10.00
3	Etephon 2.5% + 100 cm ³ de fosfito	12.00	8.00	9.00	10	11	9.00	11.00
4	Etephon 2.5% + 110 cm ³ de fosfito	11.00	8.00	10.00	11	12	9.00	12.00
5	90 cm ³ de fosfito	8.00	7.00	7.00	8	9	6.00	10.00
6	100 cm ³ de fosfito	9.00	7.00	9.00	9	10	6.00	10.00
7	110 cm ³ de fosfito	9.00	7.00	9.00	8	9	6.00	11.00

Tabla 16 Datos de hule seco (Segunda colecta)

Tratamiento	Producto	Colecta 1 Kg/ha	Colecta 2 Kg/ha	Colecta 3 Kg/ha	Colecta 4 Kg/ha	Colecta 5 Kg/ha	Colecta 6 Kg/ha	Colecta 7 Kg/ha
1	Etephon 2.5%	16.00	14.00	11.00	11.00	13.00	15.00	13.00
2	Etephon 2.5% + 90 cm ³ de fosfito	19.00	17.00	16.00	15.00	18.00	19.00	15.00
3	Etephon 2.5% + 100 cm ³ de fosfito	20.00	17.00	16.00	12.00	16.00	17.00	15.00
4	Etephon 2.5% + 110 cm ³ de fosfito	20.00	18.00	17.00	21.00	19.00	24.00	16.00
5	90 cm ³ de fosfito	17.00	10.00	10.00	7.00	10.00	11.00	11.00
6	100 cm ³ de fosfito	17.00	13.00	13.00	6.00	12.00	15.00	12.00
7	110 cm ³ de fosfito	17.00	12.00	14.00	6.00	13.00	8.00	13.00

Tabla 17 Datos de hule seco (Tercera colecta)

Tratamiento	Producto	Colecta 1 Kg/ha	Colecta 2 Kg/ha	Colecta 3 Kg/ha	Colecta 4 Kg/ha	Colecta 5 Kg/ha	Colecta 6 Kg/ha	Colecta 7 Kg/ha
1	Etephon 2.5%	27.00	16.00	15.00	12.00	10.00	11.00	9.00
2	Etephon 2.5% + 90 cm ³ de fosfito	24.00	20.00	19.00	17.00	14.00	13.00	12.00
3	Etephon 2.5% + 100 cm ³ de fosfito	25.00	18.00	19.00	16.00	13.00	13.00	12.00
4	Etephon 2.5% + 110 cm ³ de fosfito	32.00	20.00	21.00	21.00	19.00	15.00	14.00
5	90 cm ³ de fosfito	13.00	9.00	9.00	8.00	7.00	7.00	6.00
6	100 cm ³ de fosfito	20.00	10.00	10.00	11.00	10.00	10.00	8.00
7	110 cm ³ de fosfito	15.00	10.00	10.00	11.00	10.00	12.00	12.00

Tabla 18 Datos de hule seco (Cuarta colecta)

Tratamiento	Producto	Colecta 1 Kg/ha	Colecta 2 Kg/ha	Colecta 3 Kg/ha	Colecta 4 Kg/ha	Colecta 5 Kg/ha	Colecta 6 Kg/ha	Colecta 7 Kg/ha
1	Etephon 2.5%	21.00	21.00	15.00	15.00	14.00	11.00	10.00
2	Etephon 2.5% + 90 cm ³ de fosfito	23.00	21.00	16.00	19.00	16.00	15.00	12.00
3	Etephon 2.5% + 100 cm ³ de fosfito	22.00	20.00	18.00	18.00	17.00	16.00	12.00
4	Etephon 2.5% + 110 cm ³ de fosfito	29.00	26.00	18.00	19.00	18.00	16.00	16.00
5	90 cm ³ de fosfito	10.00	10.00	11.00	10.00	8.00	6.00	4.00
6	100 cm ³ de fosfito	13.00	12.00	10.00	10.00	10.00	7.00	5.00
7	110 cm ³ de fosfito	13.00	12.00	12.00	12.00	10.00	9.00	6.00

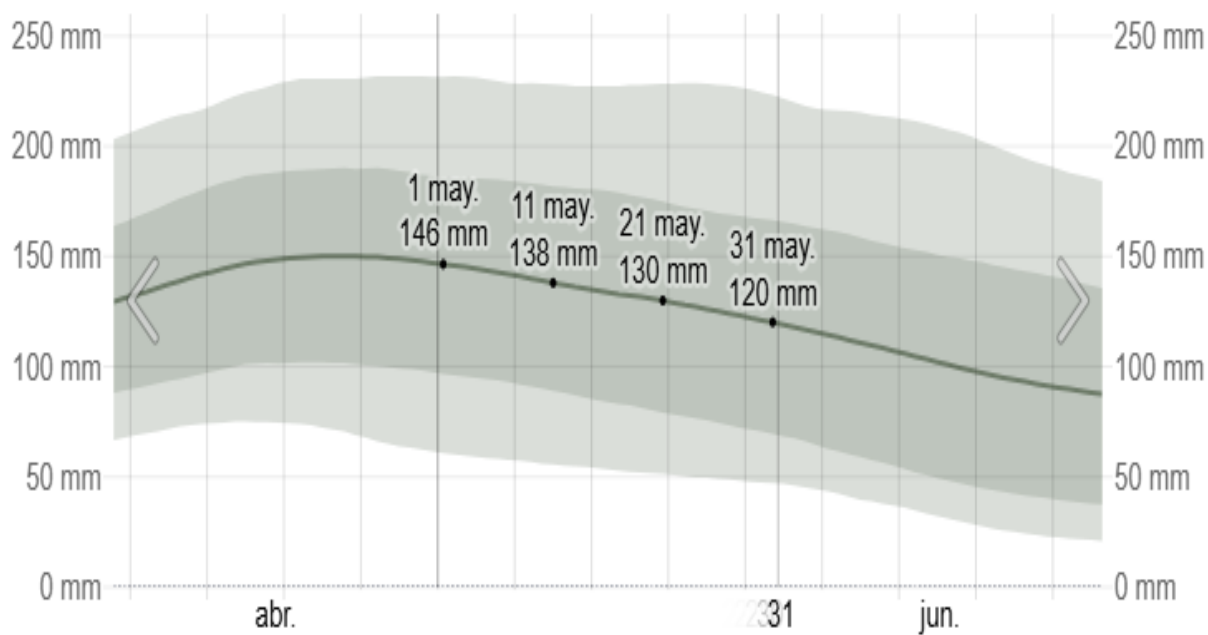


Figura 13 Precipitación mes de mayo

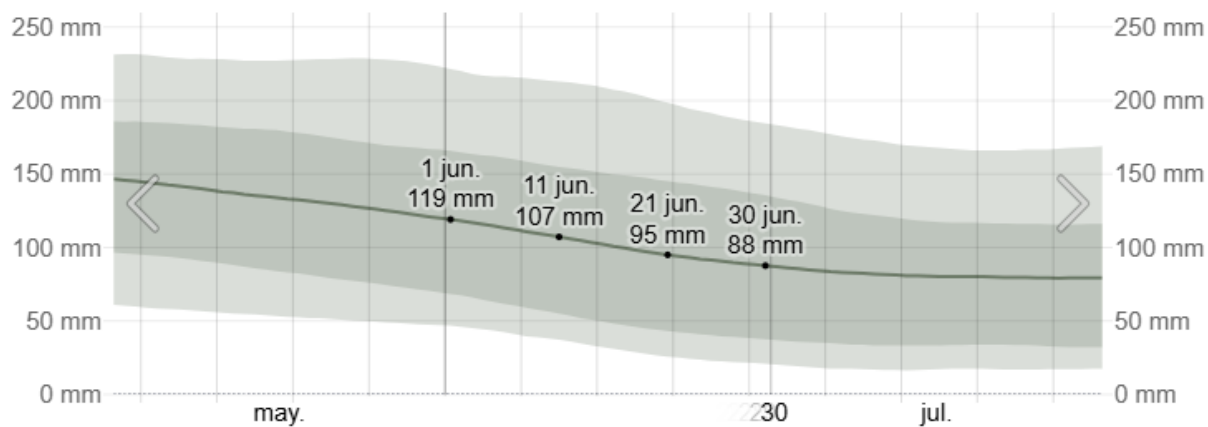


Figura 14 Precipitación mes de junio

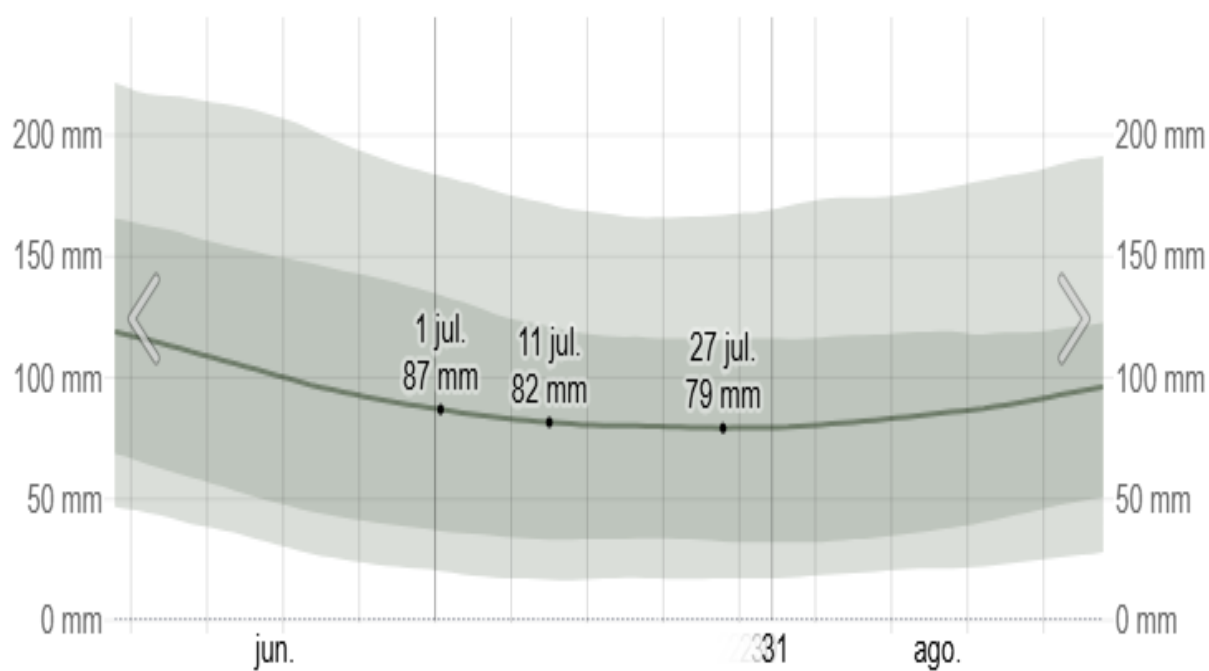


Figura 15 Precipitación mes de julio

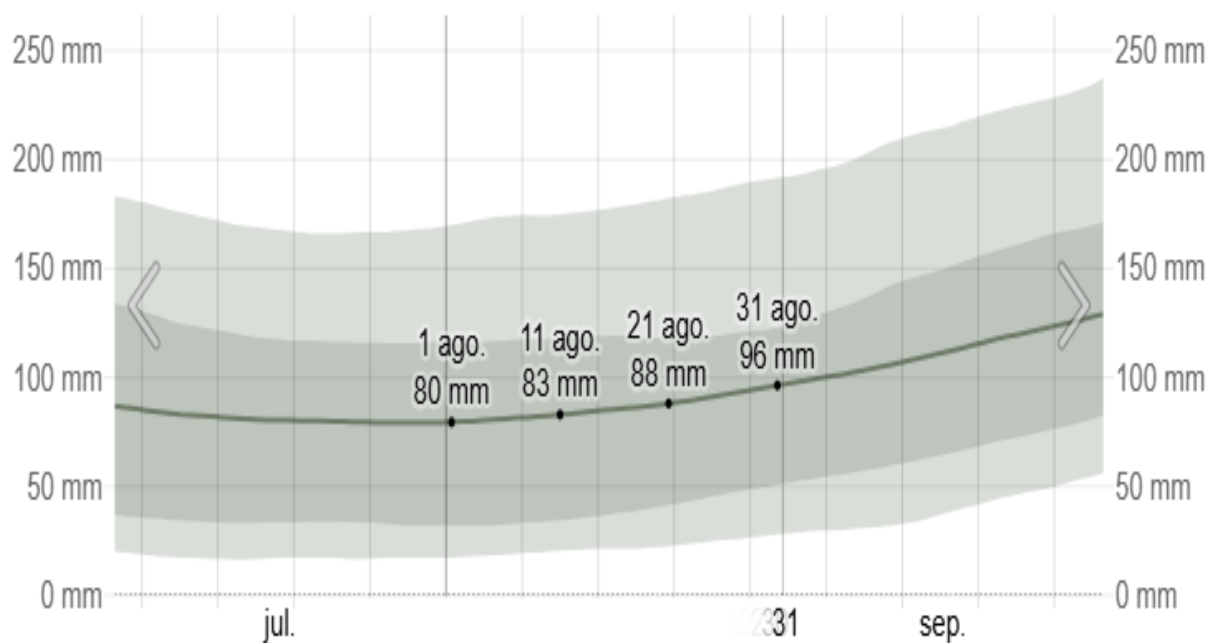


Figura 16 Precipitación mes de agosto

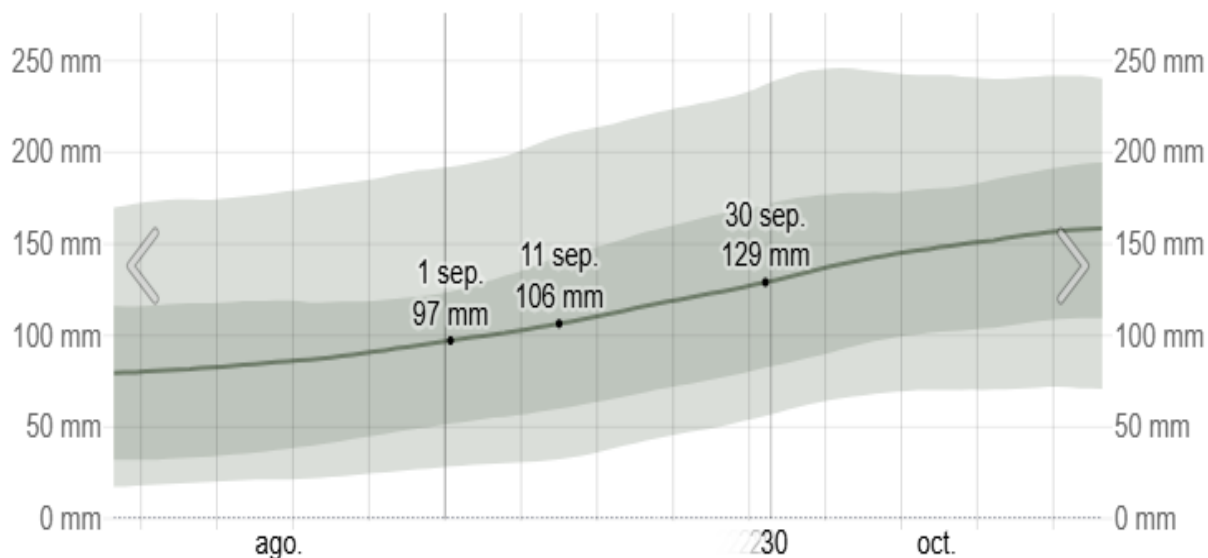


Figura 17 Precipitación mes de septiembre

Tabla 19 Costos de producción

<u>COSTOS DE PRODUCCIÓN</u>				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				Q 10,900.98
MANO DE OBRA				Q 9,424.48
Aplicadores	Jornal	6	Q 102.44	Q 614.64
Control de malezas	Jornal	2	Q 102.44	Q 204.88
Picador	Jornal	28	Q 102.44	Q 2,868.32
Tractorista	Jornal	28	Q 102.44	Q 2,868.32
Caporal	Jornal	28	Q 102.44	Q 2,868.32
INSUMOS				Q 377.50
Glifosato	Litro	2	Q 50.00	Q 100.00
Metsulfuron	10 gramos	1	Q 10.00	Q 10.00
Adherente	Litro	0.5	Q 60.00	Q 30.00
Estimulante	Litro	1	Q 125.00	Q 125.00
Colorante	500 grms	0.5	Q 225.00	Q 112.50
Fosfito de calcio "Dulma"	Litro	1	Q 175.00	Q 175.00
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARÍA Y EQUIPO				Q 1,099.00
Tractor	Hora	28	Q 30.00	Q 840.00

Cuchilla	1	Q	59.00	Q	59.00
Equipo de protección	1	Q	100.00	Q	100.00
Equipo de recolección	1	Q	100.00	Q	100.00
COSTOS INDIRECTOS				Q	654.06
Gastos administrativos (5% s/CD)				Q	545.05
Imprevistos (1% s/CD)				Q	109.01
Costos totales / 1 hectárea				Q	11,555.04

Tabla 20 Análisis beneficio/costo tratamiento 1

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,380.04
Volumen de Producción	1,755 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 6.48
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 25,149.15
Utilidad Total de Producción	Q 13,769.11
Índice de Rentabilidad (%)	120.99%
Relación Beneficio / Costo	Q 2.20

Tabla 21 Análisis beneficio/costo tratamiento 2

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,555.04
Volumen de Producción	2,238 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 5.16
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 32,070.54
Utilidad Total de Producción	Q 20,515.5
Índice de Rentabilidad (%)	177.54%
Relación Beneficio / Costo	Q 2.77

Tabla 22 Análisis beneficio/costo tratamiento 3

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,555.04
Volumen de Producción	2,225 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 5.19
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 31,884.25
Utilidad Total de Producción	Q 20,329.21
Índice de Rentabilidad (%)	175.93%
Relación Beneficio / Costo	Q 2.76

Tabla 23 Análisis beneficio/costo tratamiento 4

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,555.04
Volumen de Producción	2,538 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 4.55
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 36,369.54
Utilidad Total de Producción	Q 24,814.5
Índice de Rentabilidad (%)	315.00%
Relación Beneficio / Costo	Q 3.15

Tabla 24 Análisis beneficio/costo tratamiento 5

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,430.04
Volumen de Producción	1,418 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 8.06
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 20,319.94
Utilidad Total de Producción	Q 8,889.90
Índice de Rentabilidad (%)	77.78%
Relación Beneficio / Costo	Q 1.77

Tabla 25 Análisis beneficio/costo tratamiento 6

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,430.04
Volumen de Producción	1,582 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 7.23
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 22,670.06
Utilidad Total de Producción	Q 11,240.02
Índice de Rentabilidad (%)	98.33%
Relación Beneficio / Costo	Q 1.98

Tabla 26 Análisis beneficio/costo tratamiento 7

INDICADORES	Monto
Costo Total de Producción	Q 11,430.04
Volumen de Producción	1,536 kilos
Costo Unitario Promedio	Q 7.44
Precio de Venta	Q 14.33
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	Q 22,010.88
Utilidad Total de Producción	Q 10,580.84
Índice de Rentabilidad (%)	92.57%
Relación Beneficio / Costo	Q 1.93

Mazatenango, Marzo de 2025

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical

Estimado coordinador:

Por este medio hago constar que la estudiante TPA. Ruth María Ponce Martínez, carnet 201941235 ha cumplido con la entrega de su documento de investigación inferencial titulado "Evaluación del Fosfito de Calcio y Ácido dicloro-ethyl-fosfónico "Etephon" en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. "Hule" en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez", al cual se le hicieron las correcciones señaladas por la tema examinadora.

Por lo anterior, hago entrega de su documento para que sea revisado por su persona y dar por concluido su Ejercicio Profesional Supervisado- EPSAT-.

Atentamente,



Inga. Agr. María Clarisa Rodríguez García
Supervisor-Asesor EPSAT



Oficio CAT-TG-13-2022
Mazatenango, 21 de Abril de 2025

Licenciado Luis Carlos Muñoz López
Director en funciones
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho.

Señor Director en funciones:

Con fundamento en el normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que la estudiante **T.P.A. Ruth María Ponce Martínez**, quien se identifica con número de Carné: 201941235, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación del Fosfito de Calcio y Ácido dicloro-ethyl-fosfónico "Etephon" en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg. "Hule" en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez**, el cual fue asesorado por la Inga. Agr. María Clarisa Rodríguez García y revisado como documento de graduación por el MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz en función de las atribuciones que me corresponden en el rol de Coordinador de la Carrera.

En términos de lo expresado, hago constar que la estudiante T.P.A. Ponce Martínez, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su juicio el documento que se acompaña, para que continúe con el trámite correspondiente de graduación.

Sin otro en particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima.
Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador de la Carrera de
Agronomía tropical



CUNSUROC/USAC-I-59-2025

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, trece de junio de dos mil veinticinco_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DEL FOSFITO DE CALCIO Y ÁCIDO dicloro-ethyl-fosfónico "Etephon" EN LA ESTIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN DE HULE SECO EN Kg/ha DEL CLON RRIM-600 EN EL CULTIVO DE Hevea brasiliensis (Will Ex A. dass.) Müll. Arg "HULE" EN FINCA ENTRE RÍOS, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ", de la estudiante: TPA. Ruth María Ponce Martínez Carné: 201941235. CUI: 3235 27574 1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris