

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
SANTO DOMINGO

TEMA

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO  
VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA  
DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

AUTORA

KATTY PAOLA CAMINO LOOR

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

SANTO DOMINGO - ECUADOR

2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
SANTO DOMINGO

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO  
VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA  
DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

KATTY PAOLA CAMINO LOOR

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROPECUARIA.

SANTO DOMINGO– ECUADOR

2012

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO  
VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA  
DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

KATTY PAOLA CAMINO LOOR

REVISADO Y APROBADO

ING. VICENTE ANZULES  
**DIRECTOR DE CARRERA DE ING. AGROPECUARIA  
SANTO DOMINGO**

Ing. Msc. FREDDY ENRÍQUEZ

**DIRECTOR**

Ing. JAVIER TUMBACO.

**CODIRECTOR**

Ing. VINICIO UDAY

**BIOMETRISTA**

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL  
(EN MEDIO MAGNÉTICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

Dr. RAMIRO CUEVA  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

KATTY PAOLA CAMINO LOOR

REVISADO Y APROBADO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Msc. FREDDY ENRÍQUEZ.		
<b>DIRECTOR</b>	_____	_____
Ing. JAVIER TUMBACO.		
<b>CODIRECTOR</b>	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA SECRETARIA.

Dr. RAMIRO CUEVA  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

## CERTIFICACIÓN

\_\_\_\_\_  
**Ing. Msc. FREDDY ENRÍQUEZ**  
**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
**Ing. JAVIER TUMBACO**  
**CODIRECTOR**

**Certifican:**

Que el trabajo titulado “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”, realizado por Katty Camino, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a la importancia de esta investigación para dar a conocer nuevas alternativas tecnológicas de manejo de fertilización de caucho en etapa de vivero, se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de (dos) documentos empastados y (dos) discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autoriza a Katty Camino que lo entregue al Ing. Vicente Anzules, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Santo Domingo, diciembre del 2012

## **DECLARACION DE RESPONSABILIDAD**

KATTY PAOLA CAMINO LOOR

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, diciembre del 2012

---

KATTY P. CAMINO L.

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, KATTY PAOLA CAMINO LOOR

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON N- P- K SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), EN ETAPA DE VIVERO EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, diciembre del 2012

---

KATTY CAMINO

## **HOMENAJE**

A la memoria de mi querida tía Andrea, quien siempre me brindo su apoyo.



## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme salud y sabiduría sin la cual no hubiera culminado este trabajo.

A mi madre Martina Loor Giler y mi padre Marcos Camino Gavilanes, por su apoyo, sus consejos y por su esfuerzo de toda la vida para conseguir que mis hermanos y yo tengamos un futuro prometedor.

A mis hermanos Lorena, Mauricio y Tamara por su gran apoyo en todo el camino de mi vida.

A mis sobrinos Matías, Flavia, Luis Emilio y la bebe Luciana por ser mi fuente de inspiración para culminar este trabajo.

## **A G R A D E C I M I E N T O**

Mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e Instituciones que me brindaron su apoyo para que se lleve a cabo este trabajo de investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP Estación Experimental Santo Domingo.

A la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología SENECYT

A la Escuela Politécnica del Ejército, en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo.

A los Ings. Jorge Orellana, Víctor Cevallos, Leonardo Quintero y Lic. Lucrecia Maldonado por su gran apoyo y conocimiento brindado para realizar este trabajo de investigación.

Al los Ings. Freddy Enríquez y Javier Tumbaco, Director y Codirector de Tesis, respectivamente; por su ayuda en el desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. Vinicio Uday, por la ayuda prestada para la culminación de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
II.	<u>REVISIÓN DE LITERATURA</u> .....	4
2.1.	<u>CALIDAD DE LAS PLANTAS EN VIVERO</u> .....	4
2.1.1.	<u>Características Morfológicas</u> .....	4
2.1.2.	<u>Características Fisiológicas</u> .....	5
2.1.2.1.	<u>Crecimiento potencial de la raíz</u> .....	6
2.1.2.2.	<u>Contenido de humedad</u> .....	6
2.1.2.3.	<u>Contenido de nutrimentos</u> .....	7
2.1.2.4.	<u>Carbohidratos de reserva</u> .....	8
2.1.2.5.	<u>Daño por frío</u> .....	8
2.2.	<u>EXIGENCIAS NUTRICIONALES DE PLANTAS EN ETAPA DE VIVERO</u> .....	9
2.2.1.	<u>Nitrógeno (N)</u> .....	9
2.2.2.	<u>Fósforo (P)</u> .....	11
2.2.3.	<u>Potasio (K)</u> .....	12
2.3.	<u>FERTILIZACIÓN</u> .....	13
2.4.	<u>INJERTACIÓN</u> .....	15
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	18
3.1.	<u>CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL</u> .....	18
3.1.1.	<u>Ubicación Geográfica</u> .....	18
3.1.2.	<u>Características Agroclimáticas</u> .....	19
3.2.	<u>MATERIALES</u> .....	19
3.2.1.	<u>Materiales de Campo</u> .....	19
3.2.2.	<u>Insumos</u> .....	20
3.2.3.	<u>Materiales de Oficina</u> .....	20
3.3.	<u>METODOLOGÍA</u> .....	20
3.3.1.	<u>Factores en Estudio</u> .....	20
3.3.2.	<u>Tratamientos</u> .....	21

3.3.3.	Procedimiento .....	23
3.3.3.1.	Diseño experimental .....	23
3.3.3.2.	Análisis funcional .....	23
3.3.3.3.	Coefficiente de variación.....	24
3.3.4.	Característica de la UE.....	24
3.3.4.1.	Croquis del diseño de la distribución de los tratamientos en el campo..	25
3.3.5.	Datos Tomados .....	26
3.3.5.1.	Altura de la planta (cm) .....	26
3.3.5.2.	Diámetro del tallo.....	26
3.3.5.3.	Circunferencia del tallo .....	26
3.3.5.4.	Diámetro de la copa .....	27
3.3.5.5.	Índice de vigor .....	27
3.3.5.6.	Peso fresco y seco de raíces .....	28
3.3.5.7.	Peso fresco y seco de la parte aérea .....	28
3.3.5.8.	Porcentaje de materia seca radicular y vegetativa.....	28
3.3.5.9.	Porcentaje de prendimiento de yemas injertadas .....	29
3.3.5.10.	Análisis nutricional .....	29
3.3.5.11.	Porcentaje de sobrevivencia de plantas.....	29
3.3.5.12.	Análisis económico .....	30
3.3.6.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	31
3.3.6.1.	Germinación de semilla .....	31
3.3.6.2.	Preparación del sustrato .....	31
3.3.6.3.	Llenado y alineación de fundas.....	31
3.3.6.4.	Análisis de suelo .....	32
3.3.6.5.	Trasplante.....	32
3.3.6.6.	Fertilización edáfica.....	32
3.3.6.7.	Fertilización foliar.....	33
3.3.6.8.	Control fitosanitario .....	33

3.3.6.9.	Control de malezas.....	34
3.3.6.10.	Riego.....	34
3.3.6.11.	Injertación.....	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Variables de Crecimiento y Desarrollo.....	36
4.1.1.	Altura de planta.....	36
4.1.2.	Diámetro de tallo (cm).....	38
4.1.3.	Índice de vigor (cm <sup>3</sup> ).....	41
4.1.4.	Sobrevivencia de plantas.....	43
4.1.5.	Porcentaje de prendimiento de yemas injertadas.....	45
4.2.	Variables de Laboratorio.....	50
4.2.1.	Materia seca (%).....	50
4.2.2.	Análisis foliar.....	51
4.3.	Análisis Económico.....	55
V.	CONCLUSIONES.....	57
VI.	RECOMENDACIONES.....	59
VII.	RESUMEN.....	60
VIII.	SUMMARY.....	61
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
X.	ANEXOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>No. Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1.	<u>Absorción de nutrientes por el caucho en función de la edad (Shorrocks, 1965 citado por Coelho 1994).</u>	14
Cuadro 2.	<u>Esquema de abonamiento para viveros de bolsas promedio de 25 kg.</u>	15
Cuadro 3.	<u>Factores en estudio</u>	21
Cuadro 4.	<u>Código y descripción de niveles de los tratamientos en estudio</u>	22
Cuadro 5.	<u>Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el crecimiento vegetativo de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo.</u>	23
Cuadro 6.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la altura de planta de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	36
Cuadro 7.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el diámetro de tallo en planta de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. Juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	39
Cuadro 8.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el índice de vigor (cm<sup>3</sup>) en planta de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	42
Cuadro 9.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la sobrevivencia en planta de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	44
Cuadro 10.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el porcentaje de prendimiento de yemas y por tipo de clon (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	46
Cuadro 11.	<u>Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la materia seca de raíz y parte vegetativa en planta de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.</u>	50
Cuadro 12.	<u>Resumen del ADEVA mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la concentración</u>	

foliar de nutrientes en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012. .... 52

Cuadro 13. Análisis de Costo/Beneficio de los diferentes tratamientos del efecto de la fertilización con N-P-K. sobre el Crecimiento Vegetativo del caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012. .... 56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No. Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.	<u>Localización del lugar de la investigación (INIAP Santo Domingo)</u>	18
Figura 2.	<u>Croquis del diseño en campo</u>	25
Figura 3.	<u>Efecto de diferentes dosis de N sobre altura de plantas (cm) de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.</u>	37
Figura 4.	<u>Efecto de diferentes dosis de K sobre la altura de plantas de caucho en vivero a los 180 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.</u>	38
Figura 5.	<u>Efecto de diferentes dosis de N sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.</u>	40
Figura 6.	<u>Efecto de diferentes dosis de K sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.</u>	41
Figura 7.	<u>Efecto de diferentes dosis de N sobre el índice de vigor (cm<sup>3</sup>) de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.</u>	43
Figura 8.	<u>Efecto de diferentes dosis de N P K sobre la sobrevivencia de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.</u>	45
Figura 9.	<u>Porcentaje de prendimiento de yemas en plantas de caucho (fase de vivero) por efecto de tipo de clones injertados. Santo Domingo, 2012.</u>	47
Figura 10.	<u>Efecto de diferentes dosis de N P K sobre el porcentaje de prendimiento de yemas de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.</u>	49
Figura 11.	<u>Efecto de diferentes dosis K sobre el porcentaje de materia seca de la raíz (%) de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.</u>	51
Figura 12.	<u>Concentración foliar de Fósforo por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno y Fósforo. Santo Domingo, 2012.</u>	52
Figura 13.	<u>Concentración foliar de Nitrógeno por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Fósforo. Santo Domingo, 2012.</u>	53
Figura 14.	<u>Concentración foliar de Potasio (%) por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Santo Domingo, 2012.</u>	54



## INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la superficie cultivada de caucho (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.) en 1999 alcanzó aproximadamente 9 000 ha, de las cuales, el 35% (3 150 ha) habrían sido eliminadas por su avanzada edad y por problemas fitopatológicos, quedando unas 5 850 ha (Rivano, 1997). Para el año 2009 se reportaron 4 942 ha de caucho cultivadas (Torres, 2009), distribuidas en el país de la siguiente manera: los Ríos con un 40% de la plantación nacional, Santo Domingo de Los Tsáchilas con el 32%, Esmeraldas con el 15%, Pichincha con el 11%, Cotopaxi 1% y Guayas 1%.

Según INIAP (2009), los estudios realizados en Ecuador registran un área de siembra de 4 992 ha, de las cuales 4 415 ha se encuentran en producción, generando alrededor de 5 000 t, frente a las demandas del país que bordean las 15 000 t, lo que refleja la necesidad de incentivar el cultivo de caucho en el país por arriba de las 5 000 ha para garantizar parcialmente la demanda interna. De las demandas del caucho a nivel mundial el 60 % está cubierto por caucho sintético y apenas el 40 % con caucho natural que se produce en un área de 9 404 millones de hectáreas, que generan una producción de 8 682 millones de toneladas métricas que no satisfacen las demandas mundiales.

La falta de información técnica y científica de la nutrición de las plantas en la etapa de vivero, es uno de los principales factores que inciden en la producción y población de plantas, incidiendo en la mala calidad de los patrones para la injertación, grosor de tallo y bajo porcentaje de prendimiento de las yemas injertadas.

La investigación se realizó con el fin de buscar alternativas tecnológicas que mejoren la nutrición de las plantas de caucho en la etapa de vivero, para aumentar la calidad del porta injerto en cuanto al diámetro adecuado para ser injertado, resistencia a plagas y enfermedades, acortar el tiempo de permanencia en vivero, sobrevivencia de yemas y mejorar la calidad del injerto lo que se convierte en un aporte importante para productores de caucho y futuras investigaciones que se realicen en este cultivo.

En el Ecuador existe escasa literatura científica específica que evalúe el efecto de la fertilización en vivero, por lo que esta investigación será el inicio de un estudio a largo plazo, que se ejecutará en la EESD del INIAP, para generar un programa de manejo a nivel de vivero y plantaciones definitivas de caucho.

Se realizó la investigación tomando en cuenta los siguientes objetivos:

#### GENERAL

- Determinar el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el crecimiento vegetativo de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero.

#### ESPECÍFICOS

- Determinar la respuesta de la fertilización con N – P – K en variables de crecimiento como: altura, diámetro, índice de vigor.

- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre ciertas variables agronómicas como; porcentaje de prendimiento de las yemas, análisis nutricional y sobrevivencia de las plantas
- Establecer el análisis costo beneficio de los tratamientos en estudio.
- Difundir los resultados de la investigación a los productores de caucho y estudiantes mediante un día de campo y la publicación de un artículo científico de investigación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### CALIDAD DE LAS PLANTAS EN VIVERO

La calidad de planta se define como la capacidad que tienen las plantas para adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, y depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su reproducción en vivero (Prieto *et al.*, 2009). Otra definición: es la que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada (Ramírez y Rodríguez, 2004 citado por Prieto *et al.*, 2009).

#### Características Morfológicas

La morfología de la planta es la manifestación de la respuesta fisiológica de la misma a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero, y generalmente es fácil de cuantificar (Birchler *et al.*, 1998).

Según Gomes, *et al.*, (2002) citado por Prieto, *et al.*, (2009) los parámetros morfológicos o atributos físicos son los más utilizados en la determinación de la calidad de la planta y entre ellos son:

La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización y el riego. Correlacionar sólo la altura de la planta con el comportamiento en campo, excluyendo otros parámetros, puede inducir a un error; varios estudios han concluido que la altura inicial de las plantas no se correlaciona, o lo hace de forma negativa con

la supervivencia, aunque sí se correlaciona con el crecimiento en altura después de la plantación (Cortina, *et al.*, 1997).

El diámetro permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, especialmente cuando se incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz. También, el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radicular. Una supervivencia alta (> 80%), se logra cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro (Mexal y Landis, 1990).

El peso (biomasa aérea y radicular) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo, con la misma consistencia que el diámetro del tallo o cuello de la raíz. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radicular (Thompson, 1985; Vera, 1995; Mexal y Landis, 1990 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

### **Características Fisiológicas**

La medición de parámetros fisiológicos es puntual, pues se refiere al estado de la planta en el momento de realizar la medición, cambian rápidamente y su validez no se extiende más de cuatro semanas; permiten establecer diferencias en cuanto al estado de las plantas. Sin embargo, para evaluar la aptitud de un lote de plantas deben medirse varios parámetros fisiológicos, ya que no se cuenta con experiencia suficiente para afirmar que uno solo de ellos sea decisivo debido a su gran

variabilidad; algunos de ellos son: crecimiento potencial de la raíz, estado hídrico, nivel de nutrimentos minerales, carbohidratos de reserva e índice de daño por frío (García, 2007 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

### **Crecimiento potencial de la raíz**

La formación de raíces nuevas es una medida fisiológica indirecta de la calidad de planta. La abundante emisión de raíces demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento después de la plantación; cuando se establece en condiciones ambientales favorables para su crecimiento, emite nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua. El desarrollo de nuevas raíces es una manifestación de las prácticas culturales, de manejo durante el traslado al sitio de plantación y de su condición fisiológica al plantarse (Van, 1983 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

### **Contenido de humedad**

Es el estado hídrico de la planta, éste es dinámico y cambia en relación con la humedad que exista en el sustrato de crecimiento y en el ambiente; cuando están sometidos durante mucho tiempo a tensión hídrica, se altera el proceso de asimilación de CO<sub>2</sub> y de transpiración, lo que se traduce en una degradación del mecanismo de fotosíntesis y un deterioro en su crecimiento (Prieto, *et al.*, 2003).

## **Contenido de nutrimentos**

La deficiencia de nutrimentos se detecta cuando la tasa de crecimiento es limitada y cada especie forestal presenta una sintomatología específica. Un ajuste de deficiencia de nutrimentos puede ser realizado mediante un conocimiento previo de los niveles de nutrimentos en el sustrato y en el follaje de la planta (Prieto, *et al.*, 2003).

En relación al estado nutricional, un vivero forestal debería producir planta con niveles óptimos de nutrimentos, ya que planta saludable tendrá mejor desempeño en la plantación que planta clorótica y achaparrada; además, estará en condiciones para soportar el estrés de plantación.

El primer resultado de la deficiencia de nutrimentos es la reducción en la tasa de crecimiento, la productividad disminuye sin presentarse síntomas visibles; si esta condición persiste, pueden aparecer síntomas de deficiencia y reducirse aún más el crecimiento (Landis, 1985; García, 2007 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

El aporte de nutrimentos es quizás, junto con el manejo del suministro hídrico, una de las prácticas culturales de mayor importancia en la producción de plantas, (Landis, 1989 citado por Prieto, *et al.*, 2009). La fertilización es el principal responsable del estado nutrimental final (Landis, 1985) y un atributo fisiológico de calidad relacionado con el vigor y la resistencia postrasplante (Oliet, 1995 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

El crecimiento depende de los niveles de nutrimentos que puede aportar el sustrato y los que se adicionan; por ello, es importante conocer el nivel óptimo de los diferentes elementos dependiendo de la fase de crecimiento en que se encuentran las plantas (PRODEFO-SEFUNCO, 1997 citado por Prieto, *et al.*, 2009).

Rodríguez (2008), menciona que la producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero y los resultados indican desproporción y la existencia de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta de allí la justificación de la aplicación de potasio en vivero.

### **Carbohidratos de reserva**

El contenido de carbohidratos varía de acuerdo al tejido o partes de la planta y los periodos de crecimiento y/o reposo durante al año. Las concentraciones de carbohidratos estructurales, tales como los azúcares y almidones, se determinan mediante técnicas que requieren mucho tiempo en laboratorios bien equipados. Aún así, se han utilizado como indicadores de calidad por varios autores (Rodríguez, 2008).

### **Daño por frío**

Una muestra de plantas se prueba a bajas temperaturas durante ciertos periodos de tiempo, luego se evalúa el daño por frío en los diferentes tejidos vegetales y se califica la viabilidad. El resultado indica el porcentaje de las especies o



procedencias que mejor resistirán las bajas temperaturas y los daños por heladas, una vez plantadas (Rodríguez, 2008).

## **EXIGENCIAS NUTRICIONALES DE PLANTAS EN ETAPA DE VIVERO**

Timmer y Armstrong (1987) citados por Birchler, *et al.*, (1998), quienes señalan que si los nutrimentos necesarios no están disponibles cuando las plantas lo necesitan en cantidades y proporciones adecuadas, el crecimiento y la productividad de la planta se verán afectados negativamente. Cada especie tiene requerimientos particulares de nutrimentos que permitirán un crecimiento y un vigor óptimo; estos requerimientos cambian de acuerdo al crecimiento de las plantas y su desarrollo.

### **Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es el nutriente más importante, puesto que representa del 3% al 4% de la materia seca. Es requerido en cantidades relativamente grandes debido a que es un elemento esencial para el crecimiento de la planta y forma parte de la proteína y la clorofila (Valois, *et al.* 1980, citado por Coelho, 1994). Una deficiencia de nitrógeno implica una disminución del tamaño y número de hojas.

Las respuestas positivas a la aplicación de nitrógeno son bastante comunes en viveros y árboles muy jóvenes (Compagnon, 1998). La deficiencia de nitrógeno reduce el crecimiento, y por lo tanto se produce una planta muy raquítica (Coelho,

1994). Elemento de base de los aminoácidos constitutivos de proteínas, y de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos.

Donahue, *et al.* (1981) y Jack (1984) citado por Cruz, (2003) subrayan que el nitrógeno es un constituyente de las proteínas de la planta, la clorofila (el pigmento verde importante de la fotosíntesis), los ácidos nucleicos (porciones regenerativas de la célula viva) y otras sustancias de la planta. Un suministro adecuado de nitrógeno estimula un crecimiento vegetativo más rápido, produce paredes celulares más delgadas, originando plantas más delicadas y suculentas, significando plantas más grandes y por ende mayor producción (Cruz, 2003).

El control de los niveles de N es el factor más importante para manipular el crecimiento de las plantas. Aunque el óptimo de N varía entre viveros y especies forestales, la tendencia es adoptar niveles similares a los recomendados por Mullin y Hallet (1983) citado por Soriano (2011); N moderado (50 ppm) durante la fase de establecimiento, niveles elevados (100 ppm) durante la fase de crecimiento rápido y niveles bajos (25 ppm) durante la fase de establecimiento.

El N es el elemento requerido en mayor cantidad por la planta de caucho, con una amplia participación en la formación del área foliar para fotosíntesis y en el volumen estructural de la planta (ASOHECA). Owen *et al.* (1957) citado por Coelho (1994) afirman que no tuvo un incremento significativo en la producción de caucho mediante la aplicación aislada de N, sin embargo, al aplicar N asociado a K, observó un incremento significativo en la circunferencia de tallo de las plantas.

## **Fósforo (P)**

Este elemento es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta (Ruano, 2008).

Interviene en todos los niveles del metabolismo celular, desde la fotosíntesis, la división celular, el catabolismo de los glúcidos, y tiene un papel estructural en la constitución de las membranas celulares, de ahí su importancia primordial para el crecimiento (Compagnon, 1998).

Donahue, *et al.* (1981) y Jack, (1984) citados por Cruz, (2003), mencionan que el núcleo de cada célula de la planta contiene fósforo, por lo que la división y el crecimiento celular son dependientes de adecuadas cantidades de él. El fósforo es concentrado en las células que se dividen rápidamente y activan el crecimiento de raíces y tallos.

La deficiencia de fósforo interfiere con la anormal apertura de los estomas de las plantas, creando temperaturas 10% más altas en las hojas, durante períodos de sol que en las plantas con adecuado contenido de fósforo. Las altas temperaturas en las hojas pueden afectar críticamente el crecimiento de la planta en áreas donde la temperatura aumenta (Cruz, 2003).

Respuestas positivas han sido frecuentemente observadas sobre suelos deficientes en P, lo que es usualmente el caso de los suelos tropicales utilizados en heveicultura (Compagnon, 1998). Domínguez (2000) citado por Soriano (2011), reportó que la altura, peso seco aéreo y radicular, respondieron de forma creciente al mayor aporte de P, en *Pinus pinea*.

López (1990) citado por Soriano (2011), encontró que el P favorece el crecimiento en longitud de la raíz de *Pinus patula*, y mencionó que el efecto quizás se deba a la función del P en la división celular al activar los meristemas de la parte aérea y radicular.

### **Potasio (K)**

El potasio es, como el nitrógeno, necesario para el Hevea y en cantidad relativamente importante. Contrariamente a los otros elementos mayores, el potasio no entra en la composición de los constituyentes orgánicos estables de la planta. Interviene sobre todo para crear las condiciones necesarias para la síntesis de las macromoléculas proteicas y polisacarídicas. También interviene en el mantenimiento de la hipertonicidad de los líquidos celulares. Favorece a la fotosíntesis (Compagnon, 1998).

El K influye en la síntesis de proteínas, aminoácidos, en la fotosíntesis y en la transformación de carbohidratos (Valois, 1980, citado por Coelho, 1994). Las plantas lo absorben bajo la forma de  $K^+$  (Ruano, 2008).

Particular importancia presta en los viveros, al tener con su presencia efectos favorables en la resistencia de las plantas al frío y a las heladas, incrementando, al tiempo, su resistencia a la salinidad (como osmorregulador) y a los parásitos. Ello es debido a que evita el deterioro de la permeabilidad de las membranas celulares.

Es un notable efecto sobre la resistencia a la sequía como elemento regulador de la actividad estomática para reducir la transpiración, mejorando la utilización del agua por la planta (Ruano, 2008).

Soriano (2011), quien en *Pinus patula* con 150 ppm de K produjo las medias más altas en biomasa. Mengel y Kirkby (1982) citado por Soriano (2011), señalaron que el K tiene incidencia en el crecimiento del tallo, debido a que actúa sinérgicamente con los reguladores de crecimiento estimulando su crecimiento.

## **FERTILIZACIÓN**

El crecimiento del caucho presenta aspectos particulares que deben considerarse en relación al manejo de la fertilización. El cultivo tiene cuatro estadios bien diferenciados: 1) plantas en vivero 2) plantas en el sitio definitivo hasta el comienzo de la producción; 3) plantas desde el inicio de la producción hasta la madurez (de 7 a 15 años aproximadamente); y 4) plantas maduras. (Hoelz, *et al.*, sf citado por Coelho (1994).

Existe una relación positiva muy clara entre el N y el P aportados, de forma que un aumento en el aporte de N debe ir acompañada de un aumento en el aporte de P.

Con respecto al K, Domínguez (2000) citado por Soriano (2011), menciona que al parecer los tratamientos que han presentado mejores resultados son cuando se aplica aproximadamente la mitad de los aportes de fósforo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Absorción de nutrientes por el caucho en función de la edad (Shorrocks, 1965 citado por Coelho 1994).

Edad (años)	Kilogramos de nutriente / hectárea								
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe
1	11.8	1.4	7.0	4.5	2.1	1.2	0.01	0.01	0.14
2	72.3	7.2	41.6	34.9	14.1	7.5	0.80	1.08	0.35
3	149.6	14.6	57.9	98.8	20.3	14.3	0.14	0.80	1.08
4	351.1	30.0	187.6	168.7	62.8	48.1	0.30	0.25	4.28
5	478.9	42.9	151.1	175.0	81.2	54.4	0.46	0.44	5.39

Fuente: Coelho, 1994.

El abonamiento de las bolsas de vivero debe hacerse teniendo en cuenta el nivel de fertilidad del suelo utilizado y debe aplicarse en forma gradual el máximo de dosis de fertilizantes que puedan soportar los plantones sin causarles daños por toxicidad a fin de acelerar su desarrollo (Proamazonía, 2003). En el Cuadro 2, se presenta un esquema general de abonamiento para viveros en bolsas con capacidad promedio de 25 kg de suelo.

**Cuadro 2.** Esquema de abonamiento para viveros de bolsas promedio de 25 kg.

Meses de la siembra	Gramos de nutriente / bolsa 25 kg			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
A la siembra	-	20	-	-
1° mes	0.6	1.0	0.5	0.15
2° mes	1.3	2.0	1.0	0.3
3° mes	1.3	2.0	1.0	0.3
4° mes	2.0	3.3	1.5	0.4
5° mes	1.3	2.0	1.0	0.3

Fuente: Proamazonía, 2003.

La fertilización con fósforo debe hacerse con fuentes de alta solubilidad, tales como superfosfato triple, hiperfosfato, o fosfato de amonio (Proamazonía, 2003).

Rojo, *et al.*, (2011) menciona que debe fertilizarse tres veces durante su ciclo.

La primera aplicación se realiza a los 60 días de edad, para lo cual se utilizan 10 gramos por planta de la fórmula 17-17-17. La segunda y tercera aplicación se efectúa a los 120 y 180 días, respectivamente, en igual dosis.

El fertilizante puede aplicarse indistintamente, ya sea en círculo o en banda, a una profundidad de dos o tres centímetros; conviene iniciar su aplicación cuando el primer ciclo de hojas esté maduro y evitarlas 30 días antes del injerto.

## INJERTACIÓN

La injertación de los patrones debe efectuarse entre los cuatro y siete meses después del trasplante, la técnica de injertación recomendada para plantas en bolsa es el injerto en verde (Picón, *et al.*, 1997 citado por Ortiz 2011). Compagnon (1996) citado por Rojo, *et al.*, (2011) mencionan para obtener el “tocon” de yemas dormida

injertada en verde, la planta debe tener un grosor mínimo de 8 milímetros a una altura de 3 centímetros del suelo.

Luego de la injertación se procede al destape, que consiste en la eliminación de la venda plástica utilizada en el injerto. Se realiza a los 21 días de realizado el injerto.

Si el injerto está vivo (“prendido”) se amarra la venda en el tallo para señalarlo; en caso contrario, se elimina y se programa la reinjertación del patrón. El primer conteo de injertos vivos se realiza al destape. Se realiza un segundo conteo antes de proceder al recorte del patrón, 10 días después del destape.

Rojo, *et al.*, (2011) recomienda que para obtener un rápido desarrollo del grosor adecuado de los patrones para su injertación, es necesario fertilizarse tres veces durante su ciclo. La primera aplicación se realiza a los 60 días de edad, para lo cual se utilizan 10 gramos por planta de la fórmula 17-17-17. La segunda y tercera aplicación se efectúa a los 120 y 180 días, respectivamente, en igual dosis. El fertilizante puede aplicarse indistintamente, ya sea en círculo o en banda, a una profundidad de dos o tres centímetros; conviene iniciar su aplicación cuando el primer ciclo de hojas esté maduro y evitarlas 30 días antes del injerto.

Ciampi, (1996) citado por Orosco, *et al.*, (2009), sugiere que el fracaso en la injertación es debido a una unión imperfecta causada por la formación de un callo interpuesto entre las dos partes del injerto o a que las partes de la nave que estuvieron más expuestas a la radiación directa del sol tuvieron un mayor porcentaje de muertes.



La cicatrización en la unión del injerto es afectada por la falta de una adherencia adecuada entre la yema y el patrón, fenómeno conocido como incompatibilidad, y que puede estar influido por condiciones de temperatura y de humedad durante y después del injertado; además por el estado fisiológico en que se encuentran la yema y el patrón. Esta situación también está determinada por la época en que se efectúe el injertado; por las estaciones de crecimiento de las especies que se trabajen, y por el tipo de material que se use para la yema (Carrera García, 1985 citado por Orosco, *et al.*, 2009).

Puede existir una correlación inversa entre la supervivencia del injerto y el promedio máximo de temperatura y de evaporación total del medio. En los meses templados los injertos pueden mostrar mayor sobrevivencia a diferencia de los realizados en meses cálidos. Algunos de los factores que se atribuyen al fracaso de los injertos son: el gran tamaño del patrón, mala selección de las yemas o púas, tiempo inadecuado o mala selección de la época de injertado, y poco cuidado de los injertos (Hartman y Kester, 1986 citado por Orosco, *et al.*, 2009).

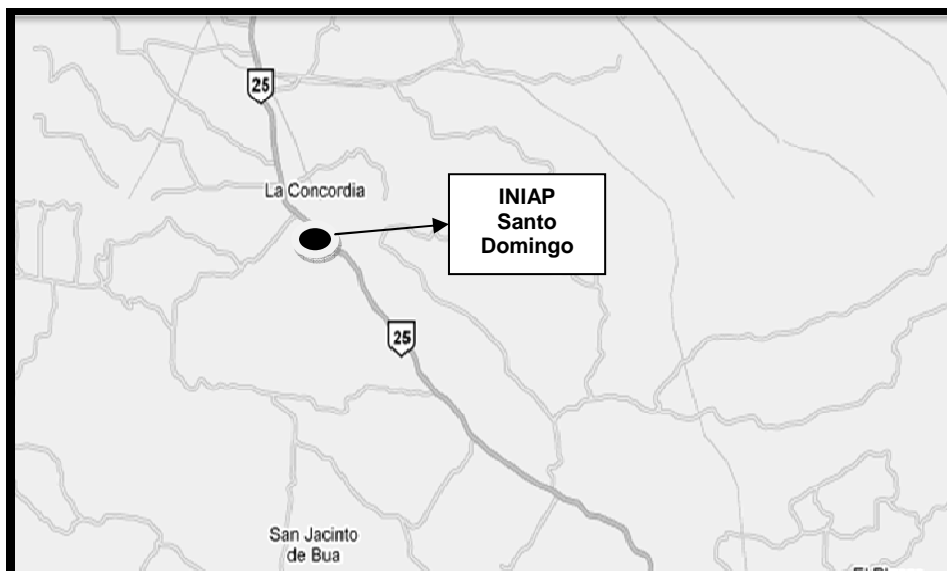
## MATERIALES Y MÉTODOS

### CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

#### Ubicación Geográfica

El Trabajo experimental se realizó, en el área de vivero de la Estación Experimental Santo Domingo (EESD) del INIAP, ubicada en el km 38 de la vía Santo Domingo–Quinindé, perteneciente a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas como se observa en la Figura 1 desde octubre del 2011 hasta Mayo del 2012.

Geográficamente la EESD del INIAP está situada en las siguientes coordenadas UTM 9997162 E y 6800433 N.



**Figura 1.** Localización del lugar de la investigación (INIAP Santo Domingo)

### **Características Agroclimáticas**

Zona de vida (según Holdridge, 1967)	: bh-T
Formación natural (según Sierra et al, 1999)	: Bosque siempre verde de tierras bajas.
Altitud	:360 msnm
Temperatura media anual*	: 24,32 °C
Precipitación total anual*	: 3185,9 mm/año
Heliofanía total anual*	: 730,32 horas/luz/año
Humedad relativa*	: 86,6 %

(\*)Fuente: Estación meteorológica INIAP -Santo Domingo promedio año 2006-2010.

### **MATERIALES**

#### **Materiales de Campo**

Los materiales de campo utilizados en la investigación son los siguientes:

Semilla, tierra fértil de cacao, raquis de palma descompuesto, Fundas 8" x 16", caña guadúa, alambre de acero, fundas plásticas, cinta transparente y letreros.

### **Insumos**

Úrea, superfosfato triple, muriato de potasio, quelato de boro y manganeso, paraquat, sulfloramida, cipermetrina, fungicidas, carboxim, propiconazol, benomilo, metalaxil.

### **3.2.3 Herramientas y Equipos**

Balanza 1000 g, sistema de riego por aspersión, pala, carretilla, estufa, regla graduada en cm, calibrador vernier, baldes, navaja, machete, bomba mochila.

### **Materiales de Oficina**

Cámara fotográfica, impresora, computadora, tinta de impresión, papel bond.

## **METODOLOGÍA**

### **Factores en Estudio**

En la investigación se probaron diferentes niveles de NPK, las dosis dependieron del análisis químico del suelo que se realizó al inicio de la investigación, sobre plantas de caucho en fase de vivero.

**Cuadro 3.** Factores en estudio

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
* Factor nitrógeno (N) (g/planta)	n1 = 0, n2 = 7 n3 = 14
*Factor fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/planta)	p1 = 0, p2 = 15 p3 = 30
*Factor potasio (K <sub>2</sub> O) (g/planta)	k1 = 0, k2 = 6 k3 = 12
** Testigo N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (g/planta)	n = 8,4 p = 8,4 k = 11,9

(\*) Los niveles de los factores están en función de las dosis descritas en las páginas 14 hasta la 17 con base al análisis químico del sustrato (Anexo 2).

(\*\*) Se utilizó un testigo con los niveles de fertilización aplicados en un vivero comercial establecida por la empresa Santa Marianita Remache<sup>1</sup>.

**Tratamientos**

Producto de la combinación de los niveles de los factores en estudio, resultan 27 tratamientos evaluados más un Testigo absoluto, los mismos se detallan en el Cuadro 4.

<sup>1</sup> Remache 2011. (Entrevista personal). Gerente general de la empresa Sta. Marianita. Santo Domingo de los Tsáchilas, teléfono 0999454515, mail mremache45@hotmail.com

**Cuadro 4.** Código y descripción de niveles de los tratamientos en estudio

<b>Tratamiento N°</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	n1p1k1	0 g de nitrógeno, 0 g fósforo y 0 g de potasio
T2	n1p1k2	0 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 6 g de potasio
T3	n1p1k3	0 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 12 g de potasio
T4	n1p2k1	0 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 0 g de potasio
T5	n1p2k2	0 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 6 g de potasio
T6	n1p2k3	0 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 12 g de potasio
T7	n1p3k1	0 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 0 g de potasio
T8	n1p3k2	0 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 6 g de potasio
T9	n1p3k3	0 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 12 g de potasio
T10	n2p1k1	7 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 0 g de potasio
T11	n2p1k2	7 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 6 g de potasio
T12	n2p1k3	7 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 12 g de potasio
T13	n2p2k1	7 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 0 g de potasio
T14	n2p2k2	7 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 6 g de potasio
T15	n2p2k3	7 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 12 g de potasio
T16	n2p3k1	7 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 0 g de potasio
T17	n2p3k2	7 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 6 g de potasio
T18	n2p3k3	7 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 12 g de potasio
T19	n3p1k1	14 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 0 g de potasio
T20	n3p1k2	14 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 6 g de potasio
T21	n3p1k3	14 g de nitrógeno, 0 g de fósforo y 12 g de potasio
T22	n3p2k1	14 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 0 g de potasio
T23	n3p2k2	14 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 6 g de potasio
T24	n3p2k3	14 g de nitrógeno, 15 g de fósforo y 12 g de potasio
T25	n3p3k1	14 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 0 g de potasio
T26	n3p3k2	14 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 6 g de potasio
T27	n3p3k3	14 g de nitrógeno, 30 g de fósforo y 12 g de potasio
T 28 (TESTIGO)	Npk	8,4 g de nitrógeno,8,4 g de fósforo y 11,9 g de potasio

## **Procedimiento**

### **Diseño experimental**

En el vivero los tratamientos se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial  $3 \times 3 \times 3 + 1$ . Se realizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento.

**Cuadro 5.** Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el crecimiento vegetativo de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
BLOQUE	3
N	2
P	2
N*P	4
K	2
N*K	4
P*K	4
N*P*K	8
Testigo vs resto	1
Error experimental	81
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>

### **Análisis funcional**

Para el análisis funcional se aplicó la prueba de Tukey al 5% para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos. Además, se realizaron comparaciones ortogonales entre los tratamientos en estudio y el Testigo absoluto.

### **Coeficiente de variación**

Para calcular el coeficiente de variación se aplicó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

CV : Coeficiente de variación.

CMEE : Cuadrado medio del error experimental.

X : Media general del experimento.

### **Característica de la UE**

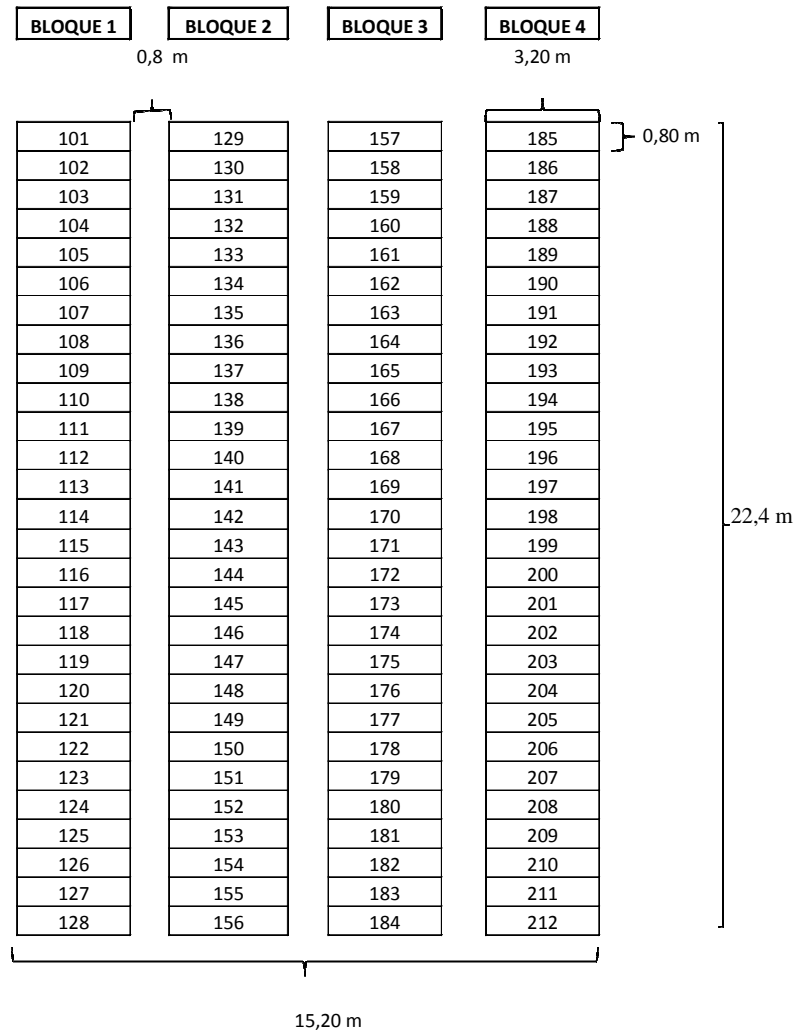
Número de unidades experimentales	: 112
Área de la unidad experimental	: 2,56 m <sup>2</sup>
Largo	: 3,20 m
Ancho	: 0,80 m
Forma de la UE (anexo1)	: rectangular
Área total del ensayo	: 340,48 m <sup>2</sup>
Largo	: 22,4 m
Ancho	: 15,20 m
Forma del ensayo	: bloques
Número de tratamientos	: 28
Número de repeticiones	: 4
Número de plantas/ tratamiento	: 16



Número de plantas útiles/tratamiento	: 4
Hileras/repetición	: 4
Plantas por hileras	: 112
Número total de plantas del ensayo	: 1792
Distancia entre plantas	: 0,20 m
Distancia entre hileras	: 0,80 m

### Croquis del diseño de la distribución de los tratamientos en el campo

En la figura 2 se presenta el croquis de la distribución de los tratamientos en el campo.



**Figura 2.** Croquis del diseño en campo

## **Datos Tomados**

Los datos que generó la investigación se tomaron desde el 9 de octubre del 2011 y culminó el 23 de mayo del 2012, generando la siguiente información:

### **Altura de la planta (cm)**

Se utilizó una regla graduada en centímetros para realizar la medición desde la superficie del suelo hasta las hojas superiores más jóvenes en proceso de apertura (ápice de la planta). Se evaluaron mensualmente cuatro plantas de cada unidad experimental, a partir de dos meses de trasplantada previa a la aplicación de fertilizantes.

### **Diámetro del tallo**

El diámetro se midió utilizando un calibrador Vernier a una altura de 10 cm sobre la base de la planta, que debe coincidir con la zona de injertación, esta actividad fue evaluada cada mes utilizando las mismas plantas del ítem anterior.

### **Circunferencia del tallo**

Se calculó la circunferencia del tallo a través de la siguiente fórmula:

$$C = D * \pi$$

**Donde:**

C= Circunferencia del tallo

**D** = diámetro del tallo

$\pi = 3.1416$

### **Diámetro de la copa**

El diámetro de la copa se midió tomando en cuenta dos direcciones perpendiculares de norte a sur y de este a oeste, se obtuvo un promedio, parámetro que sirvió para calcular el índice de vigor. Para la toma de esta variable que se evaluó cada dos meses se utilizó una regla graduada en centímetros.

### **Índice de vigor**

Con los resultados obtenidos de la circunferencia del tallo, la altura de la planta y el diámetro de la corona, y a partir de que la plántula emitió entre tres y cinco pisos foliares, se determinó el índice de vigor de cada unidad experimental, utilizando la fórmula aplicada en el Programa de Palma Africana de la Estación Experimental Santo Domingo INIAP, definida por INEAC en 1967, modificada por Alvarez (1994) y adaptada para plantas de caucho en vivero, cuya fórmula es:

$$\text{Índice de vigor} = \frac{C^2}{4} \sqrt{H^2 + \frac{L^2}{4}}$$

Donde:

C = Circunferencia del tallo

H = altura de la planta

L = diámetro de la copa

### **Peso fresco y seco de raíces**

Al finalizar la investigación se tomó al azar una planta de cada unidad experimental por tratamiento, dando como resultado cuatro plantas evaluadas en total 448 plantas del ensayo. Se procedió a lavar las raíces para eliminar la tierra y luego se secó al ambiente durante ocho horas para luego ser pesadas, con ello se obtuvo el valor del peso fresco; para determinar el peso seco se sometió las raíces a una temperatura de 60 °C en una estufa hasta alcanzar un peso constante por un tiempo de 48 horas.

### **Peso fresco y seco de la parte aérea**

De la parte aérea que queda luego de separar las raíces, se determinó el peso fresco y seco siguiendo similar procedimiento al citado anteriormente.

### **Porcentaje de materia seca radicular y vegetativa**

Con los resultados obtenidos del peso fresco y seco de la parte aérea y vegetativa se determinó el porcentaje de materia seca radicular y vegetativa utilizando la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

### **Porcentaje de prendimiento de yemas injertadas**

Se injertaron las varetas en los patrones a una distancia de 7-9 cm medido desde el cuello de la planta, se utilizó el sistema de parche de 1x4 cm el cual se cubrió con una cinta adherente. Después de 21 días determinó el número de yemas prendidas a través de la observación de la coloración de la yema, verde yema viva y café yema no prendida, se evaluaron cuatro plantas por unidad experimental.

### **Análisis nutricional**

Se tomaron las hojas intermedias de la planta (cuando las plantas terminaron la fase de vivero), seleccionada aleatoriamente de la parcela neta.

Se eliminaron los extremos basales y apicales de cada uno de sus folíolos. Luego las muestras de las hojas con su respectiva identificación se enviaron al laboratorio de suelos y aguas de la estación INIAP Santa Catalina para la realización de análisis químico de 112 muestras en total (Anexo 3).

### **Porcentaje de sobrevivencia de plantas**

Se contó el número total de plantas por cada tratamiento, y se calculó el porcentaje de sobrevivencia utilizando la fórmula aplicada en la tesis Evaluación de la Propagación de Morera (*Morus indica* var. *Kanva*), modificada por Chandi, L. (2008) y adaptada para plantas de caucho en vivero, cuya fórmula es:

$$\% Sv = \frac{n^{\circ} \text{ plantas total}}{n^{\circ} \text{ plantas sembradas}} \times 100$$

Donde:

%Sv = Porcentaje de sobrevivencia de plantas.

n° Plantas total = número de plantas existentes en cada tratamiento al momento de la evaluación.

n° Plantas sembradas = número de plantas sembradas.

### **Análisis económico**

Para realizar el análisis o estimación económica del proyecto se analizó el costo / beneficio de cada tratamiento, para lo cual se consideraron los costos fijos y variables:

- Los costos fijos son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de un proyecto, sino que permanecen invariables ante esos cambios, considerándose como costos fijos a los equipos y herramientas.
- Los costos variables son aquellos costos donde el total varía en proporción directa con los cambios en volumen y el costo unitario permanece constante como son los insumos, materiales de campo y de oficina.

## **Métodos Específicos de Manejo del Experimento**

### **Germinación de semilla**

Después de haber seleccionado las semillas de caucho se colocaron en las camas de germinación, colocando su parte angular hacia abajo y la redondeada hacia arriba, con una separación de 0,5 centímetros entre ellas. Posteriormente, se cubrieron parcialmente con tierra y se cubrió con hojas de palma seca, para protegerla y mantener la humedad y temperatura.

### **Preparación del sustrato**

El sustrato se elaboró de acuerdo a los materiales disponibles de la zona, utilizando tierra fértil de cacao y raquis de palma descompuesto en una proporción de 2-1 respectivamente.

### **Llenado y alineación de fundas**

Las fundas se llenaron con el sustrato mencionado en el ítem anterior, cuyas dimensiones fueron de 8" x 16", que se alinearon en el área de ensayo en hileras de 132 plantas, las cuales conformaron a los diferentes bloques, donde se distribuyeron aleatoriamente los tratamientos.

### **Análisis de suelo**

Se mezcló adecuadamente el sustrato, una vez homogenizado se extrajo una muestra que fue enviada al laboratorio AGROLAB, con el fin de realizar el análisis químico del sustrato (Anexo 2).

### **Trasplante**

Se procedió a realizar un hoyo con un espeque en el centro de la funda, en el mismo se colocó una plántula de caucho previamente tratadas con fungicida sistémico (Carboxim 3 g/l) para luego apretar suavemente la tierra alrededor de la misma para evitar espacios de aire.

### **Fertilización edáfica**

Las aplicaciones de los fertilizantes se realizaron en diferentes dosis y etapas del cultivo.

La primera aplicación se efectuó a las ocho semanas después del trasplante, la segunda a las 16 semanas y la última se efectuó cuatro semanas antes de la injertación.

Las diferentes dosis se colocaron en forma de corona directamente alrededor de la planta, de acuerdo a los diferentes tratamientos.



### **Fertilización foliar**

Se realizaron aplicaciones cada tres meses con fertilizantes foliares a base de quelatos a todos los tratamientos, tomando como referencia el análisis químico del suelo.

### **Control fitosanitario**

Las principales plagas que afectaron al vivero fueron: Hormiga Arriera (*Atta cephalotes*), ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*), Chinche (*Leptopharsa heveae*), y Gusano Cachón (*Erinnyis ello*). Para el control del gusano cachón, chinches y ácaros se empleó Cipermetrina en dosis de 1cc/ l de agua y para el control de hormigas arrieras se aplicó trampas con sulfluramida . Las principales enfermedades en vivero son: Mancha Areolada (*Thanatephorus cucumeris*), Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*), Mancha Negra (*Phytophthora palmivora*) y el Mal Suramericano de las Hojas (*Microcyclus ulei*).

Para prevenir estas enfermedades se realizaron fumigaciones semanales utilizando fungicidas: Carboxim en dosis de 4g/ l de agua, dirigidos al suelo y aplicaciones foliares, alternando los fungicidas: Propiconazol 1,25cc / l de agua, Metalaxil 5 g/ l de agua y Benomilo con las dosis de 10 g / l de agua

### **Control de malezas**

Antes de realizar la fertilización se realizó el control manual de malezas en el interior de las bolsas y químicamente en las calles con un herbicida de contacto como el Paraquat en dosis de 120 cc en 20 litros de agua cuando las malezas invadían el paso al operario.

### **Riego**

Se aplicó el sistema de riego por aspersión con una frecuencia de 2 riegos por semana, de acuerdo a la capacidad de campo del sustrato, como suplemento a la pluviometría local y en las horas menos calurosas del día.

### **Injertación**

Esta operación se realizó cuando el patrón alcanzó un diámetro de 1 a 1,5 cm a una altura de 7 cm desde el cuello de la planta empleando la injertación de yemas tipo parche, que consistió en extraer del patrón un parche rectangular de corteza de dimensiones 1 x 4 cm, donde se colocó una yema en forma de parche rectangular de las mismas dimensiones para que encaje perfectamente, ya que del contacto preciso de los bordes de una y otra parte depende el prendimiento.

La yema injertada debió proceder de una vareta de igual grosor al patrón, utilizando material del jardín clonal ubicado en la EESD.

El injerto fue cubierto con cinta plástica tratando de no tapar la yema ni dejar espacios libres que expongan la entrada de agua. Después de 23 días se retiró la cinta y a los siete días se evaluó el porcentaje de prendimiento de yemas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables de Crecimiento y Desarrollo

#### Altura de planta

En los ADEVA realizados (Cuadro 6), se aprecia diferencias estadísticas altamente significativas para el K sobre esta variable a los 180 y 210 días después del trasplante (ddt); mientras que para el N sólo se encontraron diferencias estadísticas significativas a los 210 ddt. Los coeficientes de variación fluctuaron entre 11,93 y 16,48 % valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

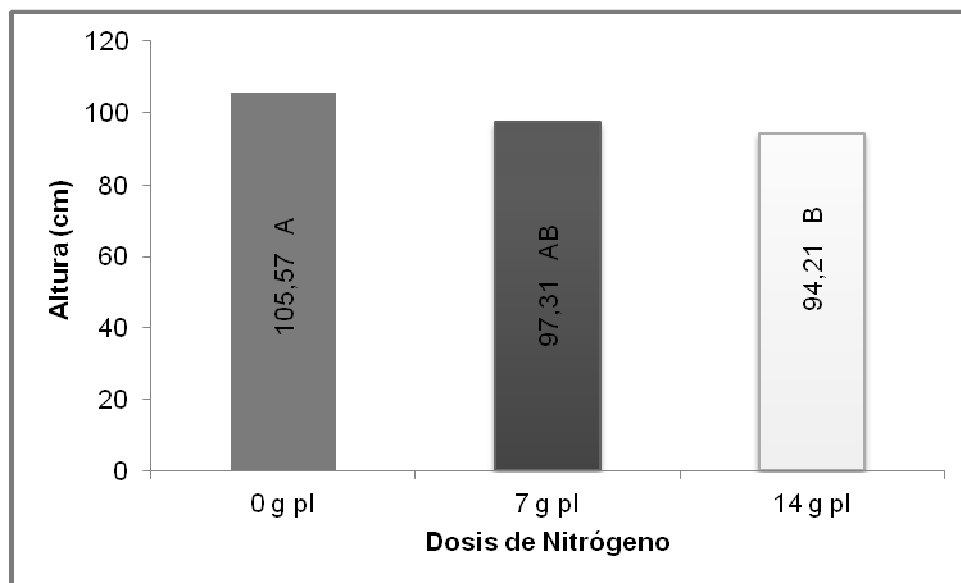
**Cuadro 6.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la altura de planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios de altura de planta			
		Inicial	120 ddt	180 ddt	210 ddt
Repeticiones	3	773,64 **	1109,37 **	5143,16 **	5898,98 **
Nitrógeno	2	20,88 Ns	94,37 ns	191,40 ns	1241,76 *
Fósforo	2	14,19 Ns	81,38 ns	227,30 ns	529,94 ns
Potasio	2	16,19 Ns	47,75 ns	941,85 **	1349,19 **
Nitrógeno*Fósforo	4	7,86 Ns	13,56 ns	38,09 ns	278,28 ns
Nitrógeno*Potasio	4	2,39 Ns	17,13 ns	89,92 ns	76,78 ns
Fósforo*Potasio	4	40,03 Ns	80,86 ns	132,10 ns	139,41 ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	13,87 Ns	26,67 ns	66,16 ns	205,23 ns
Testigo vs. Resto	1	6,48 Ns	14,85 ns	3,12 ns	0,03 ns
Error Experimental	81	21,04	33,93	177,06	266,17
<b>C.V (%)</b>		<b>12,23</b>	<b>11,93</b>	<b>15,94</b>	<b>16,48</b>

En la figura 3 se observa que ocupan el mismo rango de significación las dosis de 0 y 7 g de N/planta, siendo la de mejor promedio la primera con 105,57cm de

altura. Según investigaciones citadas por Coelho (1994), el Nitrógeno es el elemento requerido en mayor cantidad por la planta de caucho, con una amplia participación en la formación del área foliar para fotosíntesis y en el volumen estructural de la planta, lo que contradice el efecto encontrado con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, pues a mayor cantidad de N decae la altura de planta; lo que hace deducir que la concentración de 14,20 ppm de N (Anexo 2) encontrados en el sustrato son suficientes para satisfacer las necesidades de crecimiento del caucho en vivero. En la fase inicial se descarta el efecto de los tratamientos sobre las plantas de caucho, ya que los datos fueron tomados previa la aplicación de los fertilizantes.

En la figura siguiente se presenta la prueba de Tukey para la variable altura a los 210 ddt.

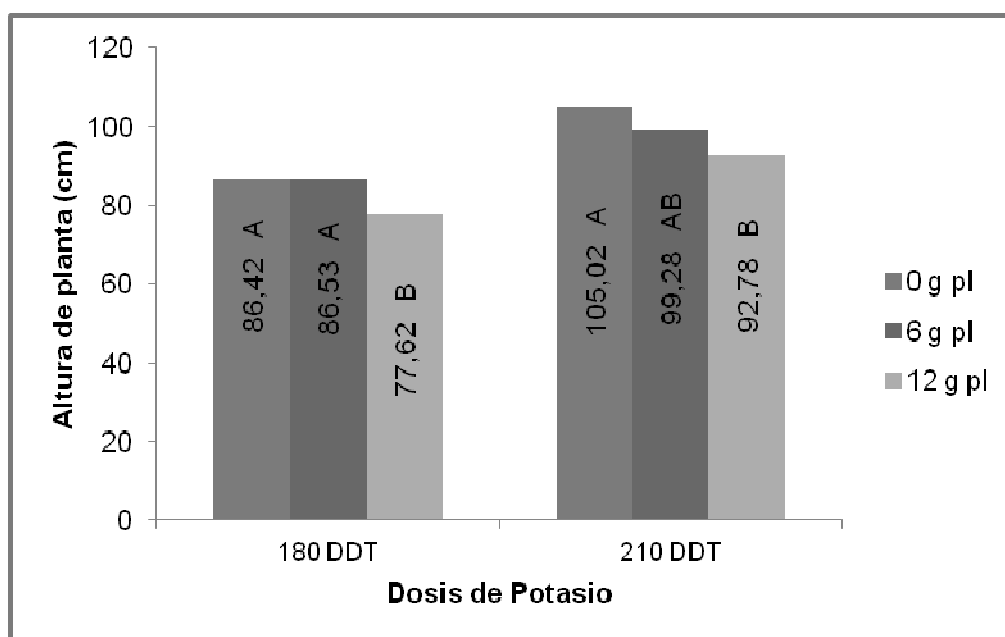


**Figura 3.** Efecto de diferentes dosis de N sobre altura de plantas (cm) de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

En la Figura 4 se observa que comparten el mismo rango de significación la dosis de 0 y 6 g de K g/planta, tanto a los 180 y 210 ddt, mientras que la dosis más alta en las dos observaciones fue la de menor altura de la planta.

Esto demuestra que no siempre el aumento de las dosis de nutrientes se refleja en mayor crecimiento. Este comportamiento de la variable altura con respecto a las dosis de potasio indica que más importante es proporcionar a la planta los nutrimentos en un balance adecuado, que suministrar dosis elevadas, como propone Ingestad (1979) citado por Flores (2010).

En la figura siguiente se presenta la prueba de Tukey para la variable altura a los 180 y 210 días.



**Figura 4.** Efecto de diferentes dosis de K sobre la altura de plantas de caucho en vivero a los 180 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

### Diámetro de tallo (cm)

Los ADEVAS mostraron diferencias estadísticas significativas al inicio de la fase de vivero, a los 120 y 210 ddt para la dosis de Nitrógeno sobre el diámetro de tallo. Mientras que para las dosis de K, hubo diferencias estadísticas significativas solo a los 210 ddt (Cuadro 7).

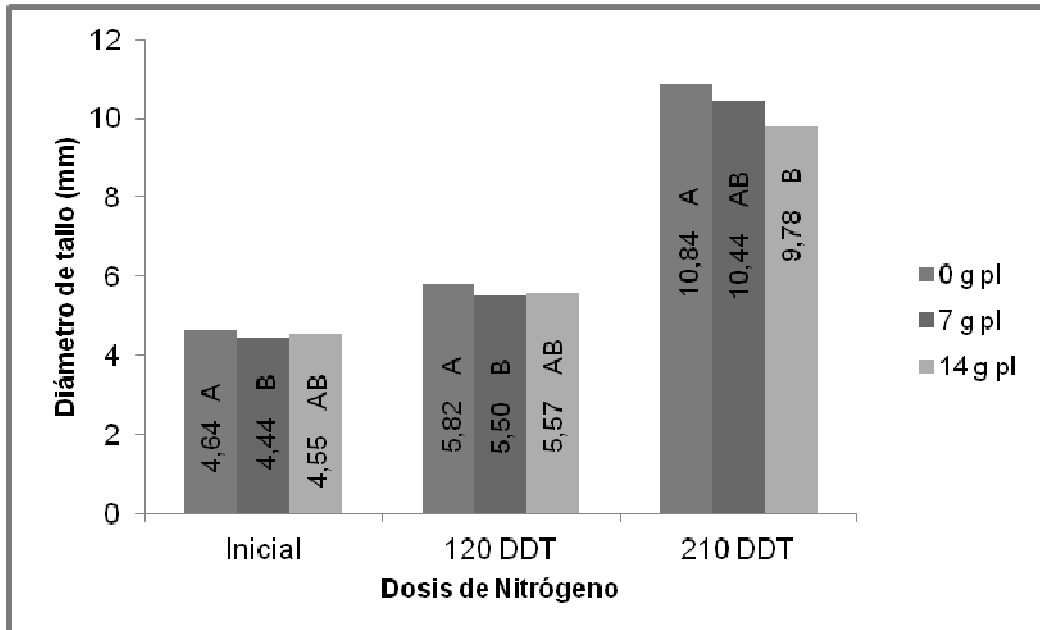
Los coeficientes de variación fluctuaron entre 7,13 y 13,96 % valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

**Cuadro 7.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el diámetro de tallo en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. Juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios de diámetro de tallo			
		Inicial	120 ddt	180 ddt	210 ddt
Repeticiones	3	1,30 **	5,68 **	6,74 **	25,07 **
Nitrógeno	2	0,37 *	1,02 *	2,66 ns	10,33 *
Fósforo	2	0,01 Ns	0,16 ns	2,63 ns	5,62 ns
Potasio	2	0,03 Ns	0,09 ns	1,45 ns	7,10 *
Nitrógeno*Fósforo	4	0,06 Ns	0,12 ns	2,22 ns	1,39 ns
Nitrógeno*Potasio	4	0,05 Ns	0,03 ns	0,77 ns	1,41 ns
Fósforo*Potasio	4	0,06 Ns	0,09 ns	1,49 ns	1,48 ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	0,06 Ns	0,24 ns	0,48 ns	1,83 ns
Testigo vs. Resto	1	0,04 Ns	0,02 ns	0,02 ns	2,09 ns
Error Experimental	81	0,10	0,27	1,28	2,08
<b>C.V (%)</b>		<b>7,13</b>	<b>9,24</b>	<b>14,64</b>	<b>13,96</b>

Analizando la figura 5, se deduce que no hubo respuesta positiva a las aplicaciones de N en el diámetro del tallo, ya que las plantas que no recibieron N tuvieron promedios más altos de 5,82 y 10,84 cm de diámetro, tanto a los 120 y 210 ddt. Estos resultados coinciden con los obtenidos en altura de planta.

A los 210 días las plantas de los diferentes tratamientos que tuvieron el diámetro deseable para injertar (1 – 1,5 cm), el diámetro promedio garantizará la sobrevivencia en el campo de las mismas, además de ser un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz (Mexal y Landis, 1990).

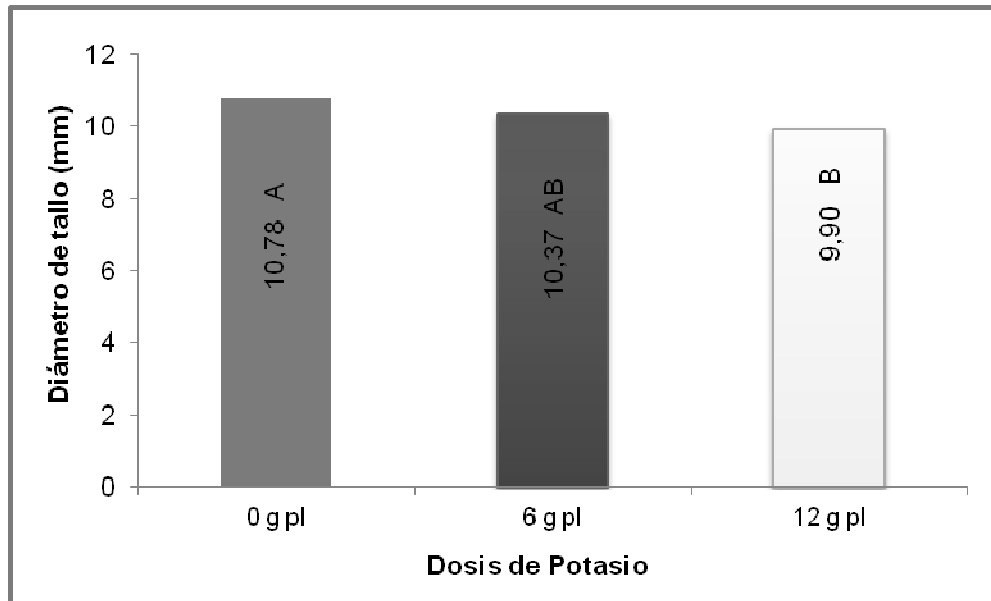


**Figura 5.** Efecto de diferentes dosis de N sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

Para K ocuparon el mismo rango de significancia la dosis de 0 y 6 g/planta con promedios de 10,78 y 10,37mm de diámetro, respectivamente (Figura 6), observándose una tendencia decreciente en el diámetro al incrementar la dosis de potasio.

Un efecto contrario fue el reportado por Owen, *et al.* (1957) citado por Coelho (1994), quien no tuvo un incremento significativo en la circunferencia del tallo mediante la aplicación aislada de N, sin embargo, al aplicar N asociado a K, observó un incremento significativo en la circunferencia de tallo de las plantas.





**Figura 6.** Efecto de diferentes dosis de K sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

### Índice de vigor ( $\text{cm}^3$ )

Descartándose el efecto inicial, los ADEVAS mostraron significación estadística significativa para las dosis de N a los 120 y 210 ddt (Cuadro 8). Los coeficientes de variación fluctuaron en un rango de 11,12 y 21,07%.

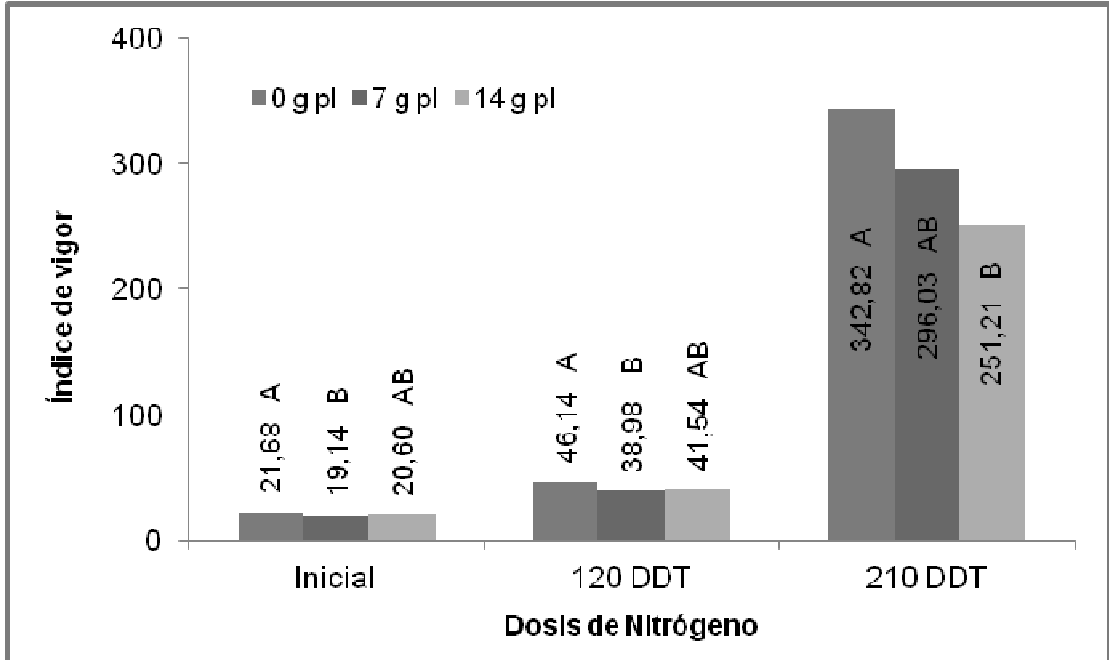
**Cuadro 8.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el índice de vigor ( $\text{cm}^3$ ) en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios de índice de vigor			
		Inicial	120 ddt	180 ddt	210 ddt
Repeticiones	3	573,00 **	10,87 **	65,62 **	195,75 **
Nitrógeno	2	58,84 *	3,14 *	9,27 ns	42,11 *
Fósforo	2	7,59 Ns	0,92 ns	3,10 ns	15,02 ns
Potasio	2	15,77 Ns	0,55 ns	1,95 ns	4,38 ns
Nitrógeno*Fósforo	4	4,30 Ns	1,12 ns	4,48 ns	15,29 ns
Nitrógeno*Potasio	4	3,10 Ns	0,68 ns	6,47 ns	1,90 ns
Fósforo*Potasio	4	21,62 Ns	0,2 ns	2,26 ns	7,16 ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	11,44 Ns	0,71 ns	5,63 ns	14,63 ns
Testigo vs. Resto	1	0,17 Ns	0,17 ns	0,22 ns	6,82 ns
Error Experimental	81	18,23	0,51	5,57	12,27
<b>C.V (%)</b>		<b>20,86</b>	<b>11,12</b>	<b>20,73</b>	<b>21,07</b>

En la figura 7, se observa que la tendencia es similar a los resultados obtenidos para altura y diámetro del tallo; es decir, el testigo con 0 g de N/planta obtuvo los promedios más altos de índice de vigor con valores de 46,14 y 342,82  $\text{cm}^3$  a los 120 y 210 ddt, respectivamente.

Deduciendo de los resultados (Figura 7), al parecer el incremento de la cantidad de N a los 120 y 210 ddt provocaron un detrimento en el crecimiento de la planta, sobre todo en la dosis de 14 g de N/planta. Al respecto Timmer y Armstrong (1987) citados por Birchler, *et al.*, (1998), señalan que si los nutrientes necesarios no están disponibles cuando las plantas lo necesitan en cantidades y proporciones adecuadas, el crecimiento y la productividad de la planta se verán afectados negativamente.

Cada especie tiene requerimientos particulares de nutrientes que permitirán un crecimiento y un vigor óptimo; estos requerimientos cambian de acuerdo al crecimiento de las plantas y su desarrollo.



**Figura 7.** Efecto de diferentes dosis de N sobre el índice de vigor ( $\text{cm}^3$ ) de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

### Sobrevivencia de plantas

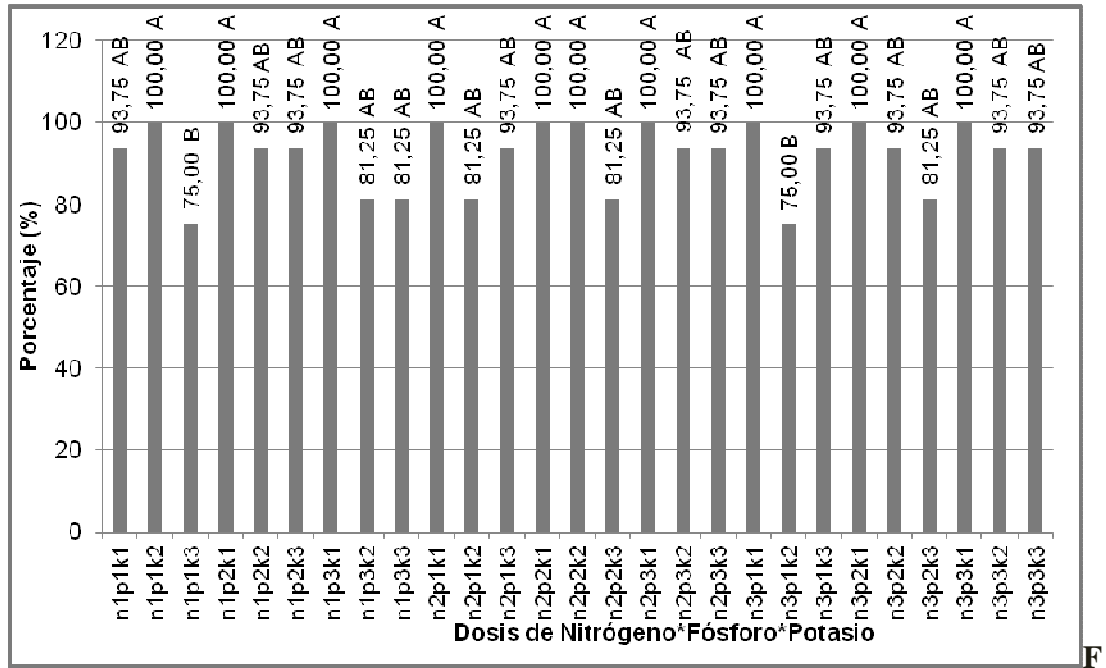
Para la variable sobrevivencia de planta se contó el número de plantas existentes en cada tratamiento al finalizar la investigación, el ADEVA estableció diferencias estadísticas altamente significativas para la interacción N\*P\*K (Cuadro 9) con un coeficiente de variación de 8,89 % lo que brinda confiabilidad con los resultados obtenidos.

**Cuadro 9.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la sobrevivencia en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios	
		De	Sobrevivencia
Repeticiones	3	511,53	**
Nitrógeno	2	69,44	ns
Fósforo	2	121,53	ns
Potasio	2	1371,53	**
Nitrógeno*Fósforo	4	138,89	ns
Nitrógeno*Potasio	4	86,81	ns
Fósforo*Potasio	4	138,89	ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	338,54	**
Testigo vs. Resto	1	225,07	ns
Error Experimental	81	67,86	
<b>C.V (%)</b>		<b>8,89</b>	

En la figura 8 se observa que todos los tratamientos ocupan el mismo rango de significancia con los porcentajes más altos de sobrevivencia, exceptuando n1p1k3 y n3p1k2 que presentan los valores más bajos.

Al parecer el incremento del aporte de K en el sustrato provocaron un bajo porcentaje de sobrevivencia de las plantas lo que contradice a Villar (2003) quien menciona que las plantas con niveles bajos de K presentan menor sobrevivencia que los que presentan niveles óptimos o altos.



**figura 8.** Efecto de diferentes dosis de N P K sobre la sobrevivencia de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

### Porcentaje de prendimiento de yemas injertadas

El ADEVA para esta variable mostró alta significación estadística para la interacción NPK, lo que descarta el efecto individual del P sobre el porcentaje de prendimiento (Cuadro 10). El coeficiente de variación de 16,49% es aceptable y valida los resultados obtenidos.

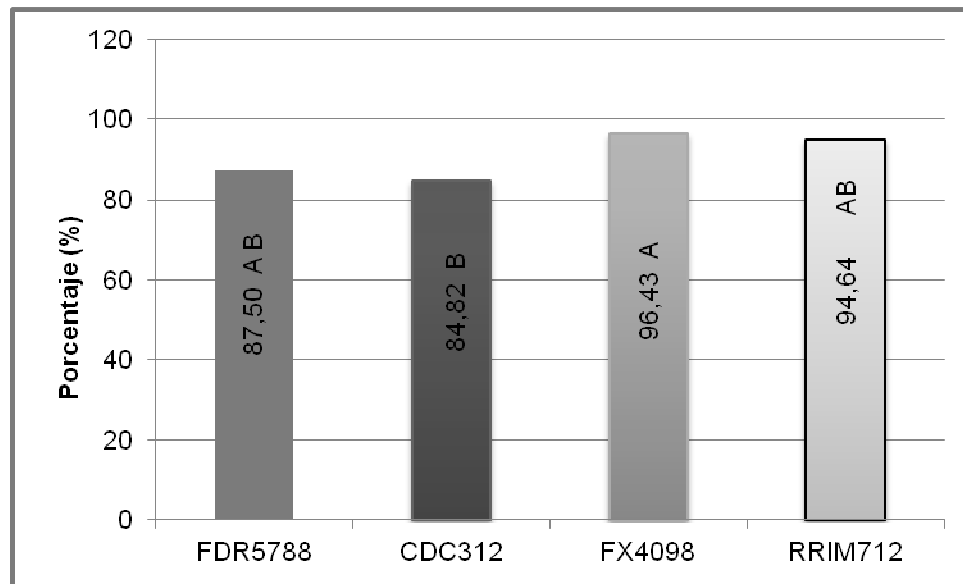
Para la variable prendimiento de yemas por tipo de clon el ADEVA mostró significación estadística significativa para las dosis de nitrógeno y fósforo (Cuadro 10). El coeficiente de variación de 5,13 %.

**Cuadro 10.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre el porcentaje de prendimiento de yemas y por tipo de clon (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios de % prendimiento de yemas
Repeticiones	3	868,68 *
Nitrógeno	2	109,95 Ns
Fósforo	2	804,4 *
Potasio	2	353,01 Ns
Nitrógeno*Fósforo	4	144,68 Ns
Nitrógeno*Potasio	4	31,83 Ns
Fósforo*Potasio	4	179,4 Ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	652,49 **
Testigo vs. Resto	1	34,93 Ns
Error Experimental	81	224,39
<b>C.V (%)</b>		<b>16,49</b>

Todas las interacciones ocupan el mismo rango de significación con los porcentajes más altos de prendimiento exceptuando n1p1k3 y n2p2k3 que presentaron los valores más bajos.

Es importante recalcar, que en cada bloque o repetición se colocaron diferentes tipos de clones de caucho, se determino el mejor porcentaje de prendimiento en el clon FX 4098 con 96,43%, seguido del clon RRIM 712 con 94,64%, en tercer lugar se ubica el FDR5788 con 87,5 % y finalmente el CDC312 con 84,82 % (Figura 9).



**Figura 9.** Porcentaje de prendimiento de yemas en plantas de caucho (fase de vivero) por efecto de tipo de clones injertados. Santo Domingo, 2012.

En la figura 10, se observa que el 25,92 % de las interacciones tuvieron un promedio de 100 % de prendimiento de yemas (n1p2k3, n1p3k1, n1p3k3, n2p2k2, n2p3k3, n3p2k3, n3p3k1). Las interacciones n1p1k3 (0 g N + 0 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 12 g K<sub>2</sub>O) y n2p2k3 (7 g N + 15 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 12 g K<sub>2</sub>O) mostraron los prendimientos de yemas más bajos (62,50 y 68,75 %, respectivamente), dicha mortalidad es atribuible a factores no determinados entre ellos pueden ser: la incidencia de hongos patógenos, mostrando los injertos cierta sensibilidad al contagio bajo las condiciones climáticas de la zona y también puede atribuirse a la alta de potasio aplicados en estos tratamientos.

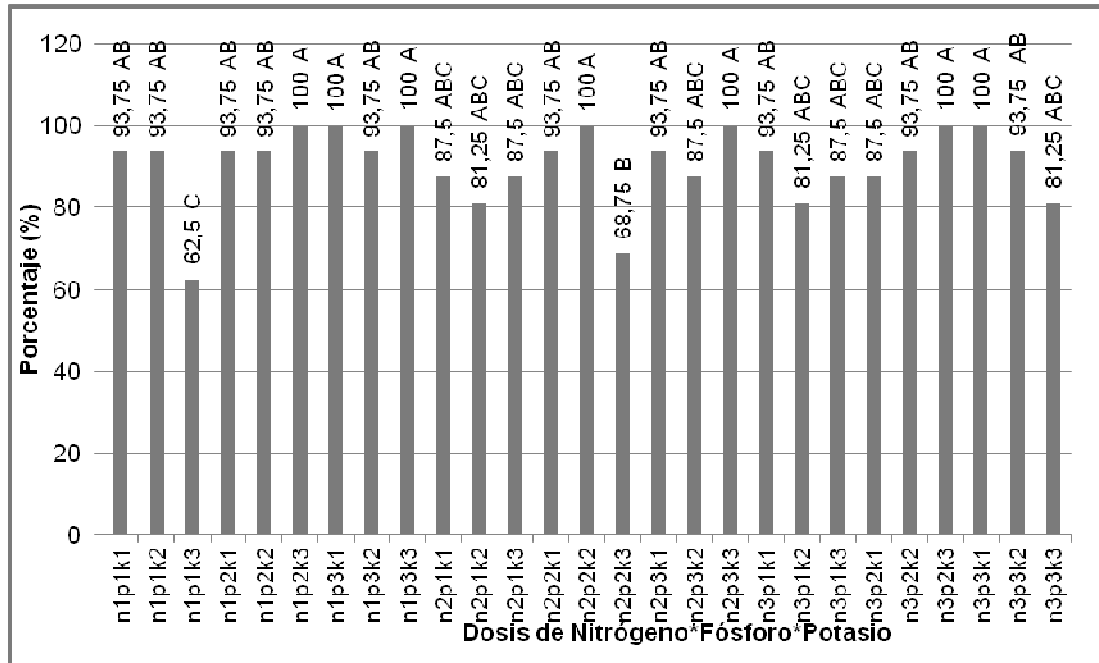
Orosco, *et al.*, (2009) menciona que es importante puntualizar que las fallas que ocasionaron la falta de prendimiento del injerto, posiblemente se relaciona con las dimensiones de la varetta, con respecto a las dimensiones del tallo receptor del patrón, ya que se tuvieron varetas con tallo grueso que dificultaron coincidir el

acoplamiento. Esto también lo indican Smith y Smith (1999) citado por Orosco *et al.* (2009), que atribuyen el fracaso de injertos en *Pinus palustris*, a factores como el gran tamaño del patrón, mala selección de la vareta, tiempo inadecuado o mala elección de la época de injertado, y poco cuidado de los injertos.

Otra causa posiblemente está relacionado con la constitución genéticas intrínseca del material que puede manifestarse un bajo porcentaje de prendimiento de yemas o de defectos en el material ya que se injertaron cuatro clones distintos, entre los promedios más bajos de prendimientos de yemas están los clones FDR 5788 y CDC 312 que recién se introdujeron al país en el año 2006 los cuales aun se están evaluando su adaptación y comportamiento bajo las condiciones de la zona.

Otro hecho puede ser al antagonismo de micronutrientes con la disponibilidad de absorción de los macronutrientes hecho que se ve reflejado en las características físicas y morfológicas de la planta como lo menciona Carrera, G. (1985) citado por Orosco, *et al.*, (2009), que la cicatrización en la unión del injerto es afectada por la falta de una adherencia adecuada entre la yema y el patrón, fenómeno conocido como incompatibilidad.





**Figura 10.** Efecto de diferentes dosis de N P K sobre el porcentaje de prendimiento de yemas de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

## Variables de Laboratorio

### Materia seca (%)

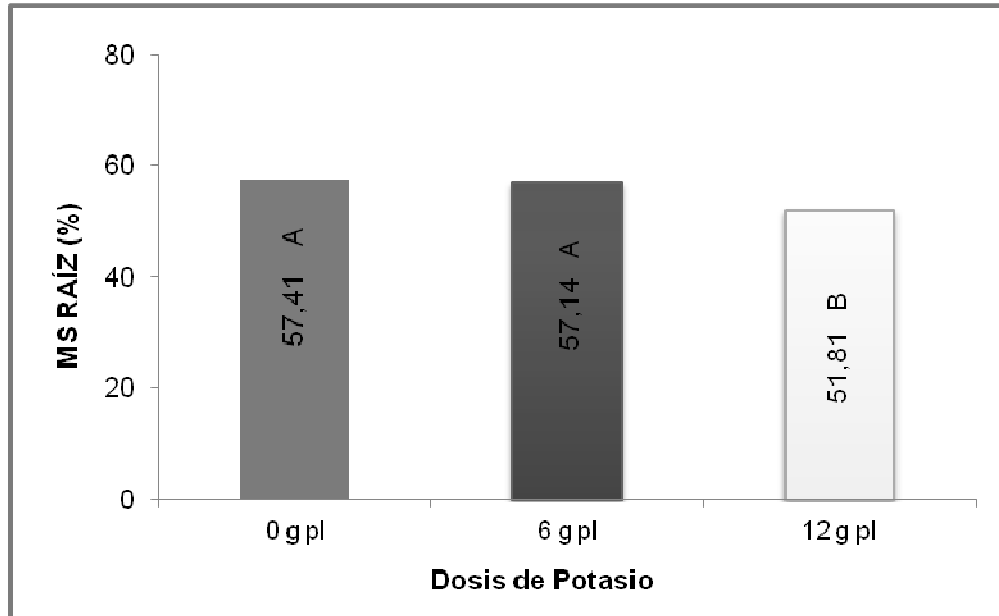
El ADEVA para esta variable solo mostró diferencias estadísticas significativas para la dosis de K a nivel de raíz. Los coeficientes de variación fueron entre 18,55 y 19,11%, valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la materia seca de raíz y parte vegetativa en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* Willd ex A. Juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

F. de V	G.L	Cuadrados medios de materia seca	
		Raíz	Área vegetativa
Repeticiones	3	4578,48 **	2752,63 **
Nitrógeno	2	56,44 ns	130,70 Ns
Fósforo	2	310,57 ns	35,11 Ns
Potasio	2	358,94 *	141,61 Ns
Nitrógeno*Fósforo	4	195,43 ns	28,41 Ns
Nitrógeno*Potasio	4	114,41 ns	55,84 Ns
Fósforo*Potasio	4	148,94 ns	49,57 Ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	97,25 ns	159,04 Ns
Testigo vs. Resto	1	129,46 ns	69,44 Ns
Error Experimental	81	105,07	80,86
<b>C.V (%)</b>		<b>18,55</b>	<b>19,11</b>

En la figura 11, se observa que la dosis 0 g de potasio/planta y 6 g de potasio/planta comparten el mismo rango de significación estadística con promedios de 57,41 y 57,14 % de MS radicular.

Al parecer la dosis más alta de K reduce el porcentaje de materia seca radicular, hecho que probablemente también influyó en el crecimiento vegetativo, pues dosis altas de K incidieron negativamente sobre la altura y diámetro del tallo.



**Figura 11.** Efecto de diferentes dosis K sobre el porcentaje de materia seca de la raíz (%) de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

### Análisis foliar

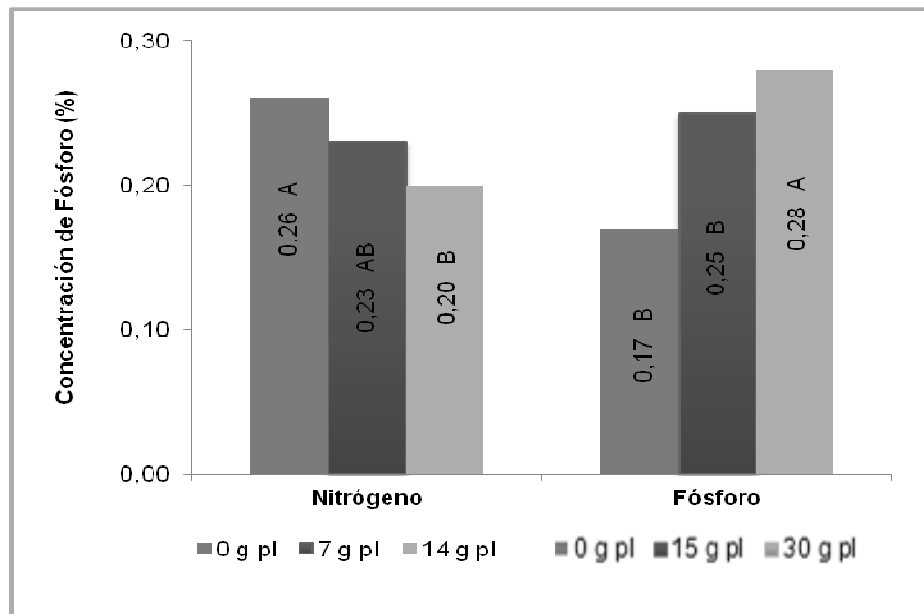
El ADEVA del Cuadro 12, mostró significación estadística altamente significativa para la concentración foliar de P y K con las dosis de N, así mismo para la concentración foliar de N, P, K con las dosis de P y para la concentración foliar de K con las dosis de K.

Los coeficientes de variación fluctuaron entre 17,62 para N y 13,12 %, para K que son rangos aceptables y dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 12.** Resumen del ADEVA mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con N- P- K sobre la concentración foliar de nutrientes en planta de caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

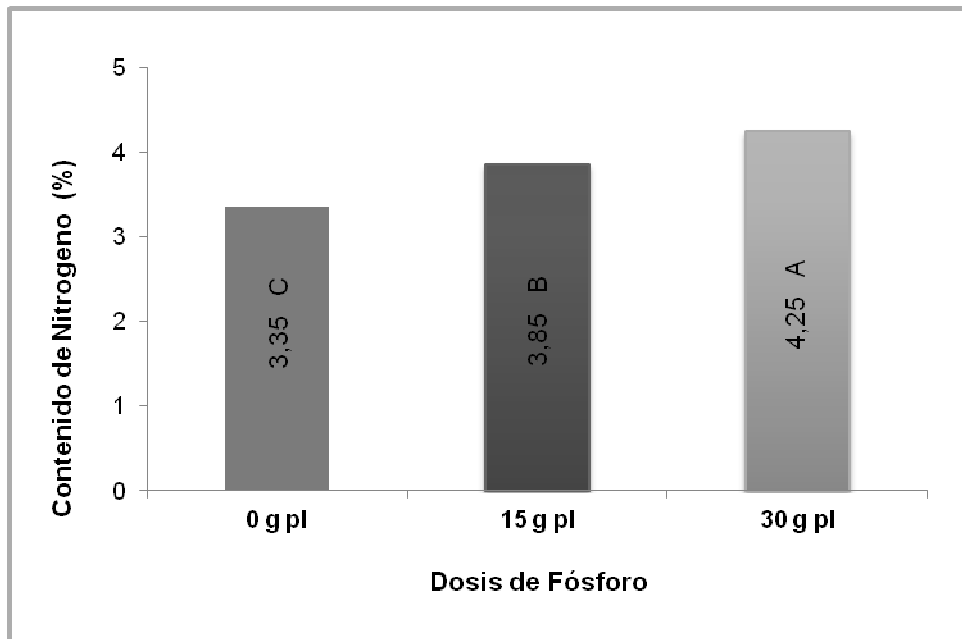
F. de V	G.L	Cuadrados medios de análisis foliar		
		N	P	K
Repeticiones	3	10,71 **	0,02 *	0,04 Ns
Nitrógeno	2	1,03 ns	0,05 **	0,09 **
Fósforo	2	7,34 **	0,13 **	0,12 **
Potasio	2	0,27 ns	0,00 ns	0,29 **
Nitrógeno*Fósforo	4	0,43 ns	0,01 ns	0,01 Ns
Nitrógeno*Potasio	4	0,02 ns	0,00 ns	0,02 Ns
Fósforo*Potasio	4	0,19 ns	0,01 ns	0,00 Ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	8	0,10 ns	0,00 ns	0,01 Ns
Testigo vs. Resto	1	0,02 ns	0,00 ns	0,00 Ns
Error Experimental	81	0,45	0,01	0,01
<b>C.V (%)</b>		<b>17,62</b>	<b>16,54</b>	<b>13,12</b>

En la figura 12 se determinó que a medida que se incrementa los niveles de P decae la concentración foliar de N sobre todo en la dosis más alta de 14 g/planta, hecho que concuerda con la investigación de Bravo, R. y Ventorim, N. (1991) quienes manifiestan que dosis crecientes de P resultaron en aumento en la concentración de P.



**Figura 12.** Concentración foliar de Fósforo por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno y Fósforo. Santo Domingo, 2012.

En la figura 13 se observa que a medida que se incrementó las dosis de P, aumentó la concentración de N foliar sobre todo con las dosis más altas de 30 g de P/planta, sin embargo no se refleja el efecto sobre el crecimiento en altura y diámetro del tallo, al no haber significación estadística para dosis de P en estas variables.

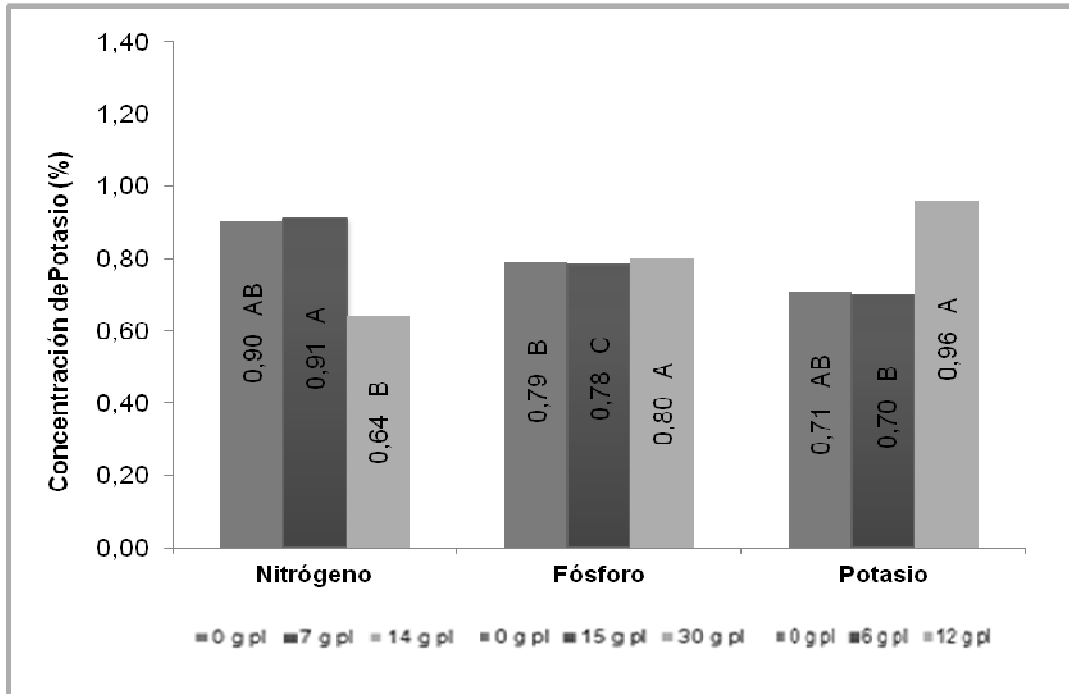


**Figura 13.** Concentración foliar de Nitrógeno por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Fósforo. Santo Domingo, 2012.

Se observa que la concentración de N foliar aumentó con dosis más altas de P (30 g/planta) la reducción de la concentración foliar de K, efecto que tampoco se ve reflejado en aumento de altura, diámetro del tallo, índice de vigor y porcentaje de materia seca (Figura 13).

En la figura 14 se detectó que las dosis más altas de P y K (30 y 12 g/planta) influyeron en aumentar la concentración foliar de K; sin embargo, el efecto es negativo sobre el incremento en altura y diámetro del tallo, al parecer la

concentración de K en el sustrato 0,43 meq/100g (Anexo 2) es suficiente para satisfacer las necesidades de crecimiento de la planta.



**Figura 14.** Concentración foliar de Potasio (%) por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Santo Domingo, 2012.

### **Análisis Económico**

En el Cuadro 13 se observa el análisis económico realizado por tratamiento con el fin de determinar el mejor Costo/Beneficio. Los costos de producción de cada tratamiento se establecieron tomando en cuenta los costos fijos (Materiales y equipos, mano de obra, semillas) y costos variables (Dosis de N, P y K) que se emplearon durante el tiempo de la investigación.

El T27 (14 g N + 30 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 12 g K<sub>2</sub>O) fue el tratamiento que demandó de mayor inversión generando una relación Costo/Beneficio negativo de 0,95 dólares la cual se concluye que aplicar este tratamiento generaría pérdidas económicas.

El tratamiento que presentó mejor comportamiento económico fue el T4 (0 g N, 15 g P y 0 g de K), la relación de Costo/Beneficio es \$ 2,20 lo que corresponde a 1,20 dólares de ganancia por cada dólar invertido y T10 con (7 g N, 0 g P y 0 g K) la relación de Costo/Beneficio es \$1,93 lo que corresponde a 0,93 dólares de ganancia por cada dólar invertido. Este sería un retorno positivo. Cabe acotar que todos los tratamientos arrojan ganancias, pero esta varia, debido a la mortalidad de plantas y al porcentaje de prendimiento de yemas.

**Cuadro 13.** Análisis de Costo/Beneficio de los diferentes tratamientos del efecto de la fertilización con N-P-K. sobre el Crecimiento Vegetativo del caucho (*Hevea brasiliensis* willd ex a. juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo, 2012.

	TRATAMIENTOS																											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	8,4
<b>Dosis de Nitrógeno g/planta</b>	0	0	0	15	15	15	30	30	30	0	0	0	15	15	15	30	30	30	0	0	0	15	15	15	30	30	30	8,4
<b>Dosis de Fósforo g/planta</b>	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12	11,9
<b>Dosis de Potasio g/planta</b>																												
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>T19</b>	<b>T20</b>	<b>T21</b>	<b>T22</b>	<b>T23</b>	<b>T24</b>	<b>T25</b>	<b>T26</b>	<b>T27</b>	<b>T28</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>																												
Materiales y equipos	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98	23,98
Mano de obra	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32
Semillas de caucho	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Insumos agrícolas	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
<b>COSTOS VARIABLES</b>																												
Nitrógeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,47
Fósforo	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	2,55	2,55	2,55	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	2,55	2,55	2,55	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	2,55	2,55	2,55	0,72
Potasio	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,00	0,30	0,59	0,59
Mano de obra de fertilización	0,00	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84
Injertación	7,60	5,60	6,60	9,20	8,40	6,20	7,60	8,60	5,00	7,80	8,40	5,40	8,60	7,80	5,20	8,00	6,80	5,00	6,80	6,40	4,00	7,80	5,20	5,00	6,60	6,40	4,20	7,40
Eliminación de cinta de injertación	0,43	0,32	0,38	0,53	0,48	0,35	0,43	0,49	0,29	0,45	0,48	0,31	0,49	0,45	0,30	0,46	0,39	0,29	0,39	0,37	0,23	0,45	0,30	0,29	0,38	0,37	0,24	0,42
Decapitación de plantas injertadas	0,46	0,34	0,24	0,70	0,56	0,46	0,56	0,54	0,35	0,59	0,50	0,37	0,58	0,54	0,32	0,53	0,45	0,32	0,48	0,38	0,27	0,56	0,37	0,34	0,48	0,45	0,29	0,51
<b>COSTOS DE PROD. POR TRAT.</b>	52,98	54,87	56,13	60,03	59,33	57,21	59,47	60,80	57,10	57,55	58,39	55,38	59,66	59,08	56,40	60,25	59,20	57,46	56,78	56,55	54,20	59,19	56,55	56,60	59,12	59,17	56,98	58,43
<b>COSTOS DE PROD. PLANTA</b>	1,83	2,61	3,74	1,36	1,70	1,97	1,70	1,79	2,60	1,56	1,88	2,41	1,66	1,74	2,82	1,83	2,11	2,87	1,89	2,36	3,19	1,69	2,46	2,70	1,97	2,11	3,17	1,83
<b>Total plantas sembradas</b>	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Total Plantas vivas	60	64	48	64	60	60	64	52	52	64	52	60	64	64	52	64	60	60	64	48	60	64	60	52	64	60	60	60
Plantas injertadas	38	28	33	46	42	31	38	43	25	39	42	27	43	39	26	40	34	25	34	32	20	39	26	25	33	32	21	37
plantas con injerto vivo	29	21	15	44	35	29	35	34	22	37	31	23	36	34	20	33	28	20	30	24	17	35	23	21	30	28	18	32
Precio de planta de caucho	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>BENEFICIO BRUTO (\$)</b>	87,00	63,00	45,00	132,00	105,00	87,00	105,00	102,00	66,00	111,00	93,00	69,00	108,00	102,00	60,00	99,00	84,00	60,00	90,00	72,00	51,00	105,00	69,00	63,00	90,00	84,00	54,00	96,00
<b>BENEFICIO NETO (\$)</b>	34,02	8,13	-11,13	71,97	45,67	29,79	45,53	41,20	8,90	53,45	34,61	13,62	48,34	42,92	3,60	38,75	24,80	2,54	33,22	15,45	-3,20	45,81	12,45	6,40	30,88	24,83	-2,98	37,57
<b>RELACIÓN COSTO/BENEFICIO</b>	<b>1,64</b>	<b>1,15</b>	<b>0,80</b>	<b>2,20</b>	<b>1,77</b>	<b>1,52</b>	<b>1,77</b>	<b>1,68</b>	<b>1,16</b>	<b>1,93</b>	<b>1,59</b>	<b>1,25</b>	<b>1,81</b>	<b>1,73</b>	<b>1,06</b>	<b>1,64</b>	<b>1,42</b>	<b>1,04</b>	<b>1,59</b>	<b>1,27</b>	<b>0,94</b>	<b>1,77</b>	<b>1,22</b>	<b>1,11</b>	<b>1,52</b>	<b>1,42</b>	<b>0,95</b>	<b>1,64</b>



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- No existió efecto positivo de los niveles de N P K sobre las variables de crecimiento: altura, diámetro del tallo e índice de vigor.
- Al parecer la concentración de N, P y K encontradas en el sustrato fueron suficientes para obtener un desarrollo adecuado de las plantas de caucho y más bien en dosis altas de N y K provocaron un detrimento en las variables de crecimiento evaluadas. Similar efecto ocasionaron las dosis altas de N sobre el porcentaje de materia seca.
- En relación al porcentaje de sobrevivencia de plantas y prendimiento de yemas injertadas, los ADEVAS realizados mostraron significación estadística para la interacción N, P y K, presenta porcentajes de sobrevivencia superiores al 80%.
- Los análisis foliares realizados determinaron que a medida que se incrementaron las dosis de P aumentaron la concentración foliar de N, P y K, sin embargo, esta respuesta no se vio reflejada en el crecimiento, pues no se halló significación estadística para los niveles de P empleados. Efecto contrario se detecto para la dosis de N que redujo la concentración foliar de P, hecho se puede atribuir a un menor crecimiento de las plantas. Las dosis alta de K también incrementaron la

concentración de K foliar que tampoco significó una mejor respuesta en crecimiento.

- Considerando el mayor porcentaje de sobrevivencia y el mejor porcentaje de prendimiento de yemas el tratamiento que mostró una mejor relación Costo/Beneficio superior a dos dólares fue el T4 (0 g de N/planta, 15 g de P/planta y 0 g de K/planta) con una ganancia de 1,20 dólares por cada dólar invertido, mientras que el tratamiento T3 (0 g de N/planta, g de P/planta y 12 g de K/planta) presento la relación Costo/Beneficio negativo de 0,80 dólares y el T27 quien fue el tratamiento con mayor inversión genero una relación Costo/Beneficio negativo de 0,95 dólares la cual generaría pérdidas económicas.

## RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos la concentración de 14,20 ppm de  $\text{NH}_4$  y 0,43 meq/100g de K encontradas en el sustrato son suficientes para el crecimiento vegetativo de plantas de caucho en etapa de vivero.
- En un sustrato con una concentración de 5.16 ppm de fósforo se recomienda la dosis de 15g de P por planta, ya que se obtuvo mayor rentabilidad que los otros tratamientos considerando su mayor prendimiento de yemas y sobrevivencia de plantas.
- Previa a la adición de fertilizantes realizar un análisis químico del sustrato, para verificar la disponibilidad de nutrientes y posibles interacciones.

## RESUMEN

Según estudios realizados en Ecuador la actual área de siembra de caucho genera alrededor de 5 000 t de caucho seco frente a las demandas del país que bordean las 15 000 t, lo que refleja la necesidad de incentivar el cultivo para garantizar la demanda interna. La falta de información técnica y científica de la nutrición de las plantas en etapa de vivero es uno de los principales factores que inciden en la producción y población de plantas, con este antecedente se realizó esta investigación en la que se probaron tres dosis de N, P y K utilizándose un DBCA en arreglo factorial  $3 \times 3 \times 3 + 1$  con prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos y niveles de factores.

La fertilización no tuvo efectos positivos en los niveles N, P y K sobre variables de crecimiento: altura, diámetro e índice de vigor, al parecer la concentración de N, P y K encontradas en el sustrato fueron suficientes para obtener un desarrollo adecuado de las plantas de caucho, los ADEVAS mostraron significancia estadística para la interacción N P K presentando porcentajes de sobrevivencia superiores al 80%.

Los análisis foliares determinaron que a medida que se incrementaron la dosis de P aumentaron la concentración foliar de N, P y K, sin embargo, esta respuesta no se vio reflejada en las variables de crecimiento, al contrario las dosis alta de K también incrementaron la concentración foliar de K. Considerando el mayor porcentaje de sobrevivencia y el mejor porcentaje de prendimiento de yemas el tratamiento que mostró una mejor relación Costo/Beneficio fue el T4 (0 g de N/planta, 15g de P/ planta, 0 g de K/planta).

## SUMMARY

Studies in Ecuador's current rubber planting area generates around 5000 t meet the demands of the country bordering the 15 000 t, reflecting the need to encourage the crop to ensure internal demand. Lack of technical and scientific nutrition of plants in nursery stage is one of the main factors affecting production and plant population, with this background in this research was conducted which tested three doses of N, P and K used one DBCA 3x3x3+1 factorial arrangement with Tukey test of significance of 5% for treatments and levels of factors.

Fertilization hadn't positive effects on levels N, P and K on growth variables: height, diameter and rate of force, apparently the concentration of N, P and K found in the substrate were sufficient for proper development of the rubber plants, the ADEVAS performed showed statistical significance for presenting NPK interaction survival percentages above 80%.

Foliar analysis determined that as the dose increased the concentration of P increased leaf N, P and K, however, this response was not reflected in the growth variables, unlike high doses of K also increased foliar K concentration Considering the increased survival rate and the percentage of surviving best buds the treatment they showed a better cost / benefit ratio was T4 (0 g N / plant, 15 g P / plant, 0 g K / plant).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Álvarez, C. 1994. Respuesta a la Fertilización Mineral y Orgánica en Vivero de Palma Africana (*Elaeins guianensis jacq*). Tesis de grado de ingeniería agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Manabí, EC. pp 22.
- Birchler, T.; Rose R.; Royo A.; Pardos M. 1998. La Planta Ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación agraria: Sistemas y Recursos forestales. Vol. 7. 109-121 p.
- Bravo, R.; Venterim, N. 1991. Variação de Macro e Micronutrientes em função de níveis de N P K Mg em Viveiro de Seringueira. tesis de maestria agricola. Escuela Superior Agraria de Lavras. Brasilia, BR. pp 145.
- Chandi, L. 2008. Evaluación de la Propagación de Morera (*Morus indica var. Kanva* 2), Utilizando Cuatro Periodos y Tres Sistemas de Enraizamiento. Tesis de grado de Ingeniería Agropecuaria. ESPE Santo Domingo, Santo Domingo, EC. pp. 43.
- Compagnon, P. 1998. El Caucho Natural: Fertilización. CIRAD. Capitulo XV. 340-342 p.
- Cortina, J.; Valdecantos, A.; Seva, J.; Vilagrosa, A.; Bellot, J.; Vallejo V. 1997. Relación Tamaño-Supervivencia en Plantones de Especies Arbustivas y Arbóreas Mediterráneas Producidos en Vivero. En: Actas II Congreso Forestal Español, 159-164 p.

Coelho, J. 1994. Importancia de la Nutrición en el Cultivo de Caucho: Exigencia nutricionales. Sao Pablo, BR. pp. 3. Consultado el 25 de junio de 2011, disponible en:

[http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/5941749f3e1bc7f90525710f0057574a/\\$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/5941749f3e1bc7f90525710f0057574a/$FILE/Importancia%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n.pdf)

Cruz J. 2003. Fertilización en plántulas de Abies religiosa (H. B. K.) Schl. et Cham. y Pinus ayacahuite Ehre en vivero. México. Consultado en línea el 28 de mayo de 2011, disponible en:

[www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/.../Cruz%20Nicolas%20Jorge%202003.pdf](http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/.../Cruz%20Nicolas%20Jorge%202003.pdf).

De Padúa, A, Ferreira C. 2008. Seringuera. Solos e nutrição da seringueira. Viçosa, BR. pp. 291.

Flores, S. 2010. Determinación de Dosis Optimas N P K en Especies de Interés Económico y Forestal en Cultivo Hidropónico. Tesis de Maestría en Ciencias, especialista en Hidrociencias, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. ME. pp 27.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2009. Ecuador con Grandes Expectativas en el Cultivo de Caucho. EC, Consultado el 27 de agosto de 2011, disponible en:

[http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3455:ecuador-con-grandes-expectativas-en-el-cultivo-de-caucho](http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=3455:ecuador-con-grandes-expectativas-en-el-cultivo-de-caucho).

- Mexal, J.; Landis, T.; 1990. Target Seedling Concepts: Height and diameter. En: Target Seedling Symposium: Proc. Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose, R.; Campbell S. J.; Landis T. D.; eds. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200, pp. 17-36.
- Orosco, N.; Orozco A.; Patiño E. 2009, Injertado de Especies para la Producción de Árboles de Navidad: *Pseudotsuga macrolepis* Flous Y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw. Jalisco, ME, 3-5 p. Consultado en línea el 3 de julio de 2012, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/12199411/Injertado-de-Pseudotsuga-y-Pinus-FEB-09>
- Ortiz, E. 2011. Paquete Tecnológico del Hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Veracruz, ME. pp.8.
- Prieto, R., Vera, C. y Merlín, B. 2003. Factores que Influyen en la Calidad de Brinzales y Criterios para su Evaluación en Vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, ME. pp. 24.
- Prieto, J, Sáenz, J.; Villaseñor, F.; Muñoz, H.; Rueda, A. 2009. Calidad de Planta en Viveros Forestales de Clima Templado en Michoacán. Folleto Técnico N° 17. Uruapan, ME. pp. 5.
- Prieto, R. 1998. Producción de planta forestal. Folleto técnico N° 10. Campo experimental. Durango, ME. pp. 19.



PROAMAZONÍA, 2003. Plantación Modelo de Caucho en la Amazonia. Ministerio de agricultura. Lima, PE. pp. 9.

Rivano, F. 1997. La Maladie Sud-américaine des Feuilles del hévéa. Variabilité du pouvoir Pathogène de *Microcyclus ulei*. Plantations, Recherche, Développement. 104-110 p.

Rodríguez, T. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Ediciones Mundi Prensa. ME. 156 p.

Rojo, G.; Martínez R.; Jasso J. 2011. El Cultivo del Hule en México. Vivero. 1ª Edición, ME, p. 91-99, Consultado el 28 de febrero de 2012, Disponible en: <http://www.uaim.edu.mx/Documentos/CultivoDelHule.pdf>

Ruano, J. 2008. Viveros Forestales. Segunda edición, ediciones Mundi- Prensa, España, 33-36 p. Consultado el 26 de marzo de 2012, disponible en: [http://books.google.com/books?id=NmO6hoXuXcYC&printsec=frontcover&dq=viveros&hl=es&ei=6lm3TZyNHYnn0QHbz7zhCQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CDsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?id=NmO6hoXuXcYC&printsec=frontcover&dq=viveros&hl=es&ei=6lm3TZyNHYnn0QHbz7zhCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CDsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetal para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEFBIRF y Ecociencia. Quito, EC. pp. 64.

Soriano, 2011, Efecto de la Fertilización con N, P y K en la Calidad de la Planta de *P. patula* y *P.devoniana* en Vivero. Tesis de Postgrado de maestría en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, ME. pp. 44.

Torres, D. 2009. Diagnostico de la Población, Producción y Rendimiento del Caucho (*Hevea brasiliensis*). Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica de Quevedo. Quevedo, EC. pp. 35.