

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“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 Camino¹.; Fredy Enriquez². Javier Tumbaco². Uday Vinicio²

¹ Egresada-ESPE-Santo Domingo-Carrera de Ingeniería Agropecuaria

² Docentes-ESPE, Santo Domingo - Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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 3x3x3+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).

Palabras claves: caucho, hevea (*Hevea brasiliensis*), fertilización.

ABSTRACT

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).

Keywords: Rubber tree, hevea (*Hevea brasiliensis*), fertilization.

I. 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 nuestro país 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.

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.

OBJETIVO 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.

OBJETIVOS 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.

II. MATERIALES Y METODOS

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.

Geográficamente la EESD del INIAP está situada en las siguientes coordenadas UTM 9997162 E y 6800433 N a una altura de 360 msnm, con las siguientes condiciones climáticas: temperatura media anual de 24,32 °C, precipitación total anual de 3185,9 mm/año, heliofanía total anual 730,32 horas/luz/año, humedad relativa 86,6 % estos datos fueron extraídos de la Estación Meteorológica INIAP -Santo Domingo promedio año 2006-2010.

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, de las cuales

resultaron para factor Nitrógeno niveles de 0, 7 y 14 (g/planta), factor fósforo niveles de 0, 15 y 30 g/planta, factor potasio niveles de 0, 6 y 12 g/planta, se utilizó un testigo con los niveles de nitrógeno 8,4 , fosforo 8,4 y potasio 11,9 g/planta fertilización que fueron aplicados en un vivero comercial establecida por la empresa Santa Marianita

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 1.

Cuadro 1. Combinación de niveles de los factores en estudio

Tratamiento N°	Código	Descripción
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

Análisis económico

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

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Altura de planta

En los ADEVA realizados, se estima 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.

En la figura 1 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 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.

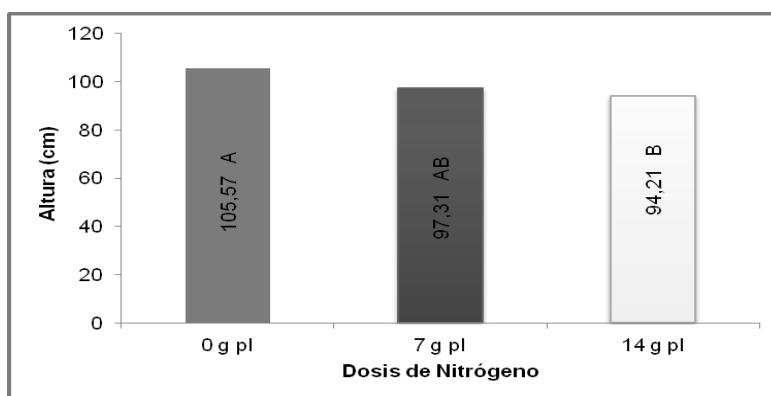


Figura 1. Efecto de diferentes dosis de N sobre altura de plantas (cm) de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

En la Figura 2 se observa que comparten el mismo rango de significación la dosis de 0 y 6 g de K/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 nutrientes en un balance adecuado, que suministrar dosis elevadas, como propone Ingestad (1979) citado por Flores (2010).

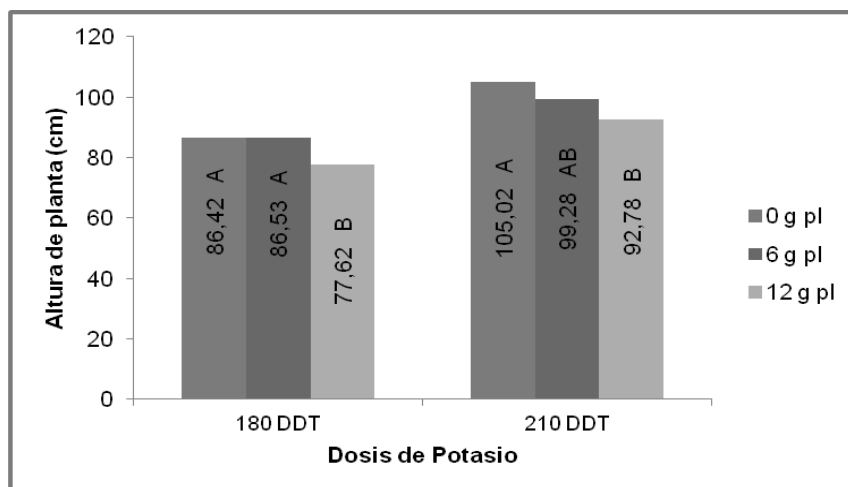


Figura 2. Efecto de diferentes dosis de K sobre la altura de plantas de caucho en vivero a los 180 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

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.

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

Analizando la figura 3, 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).

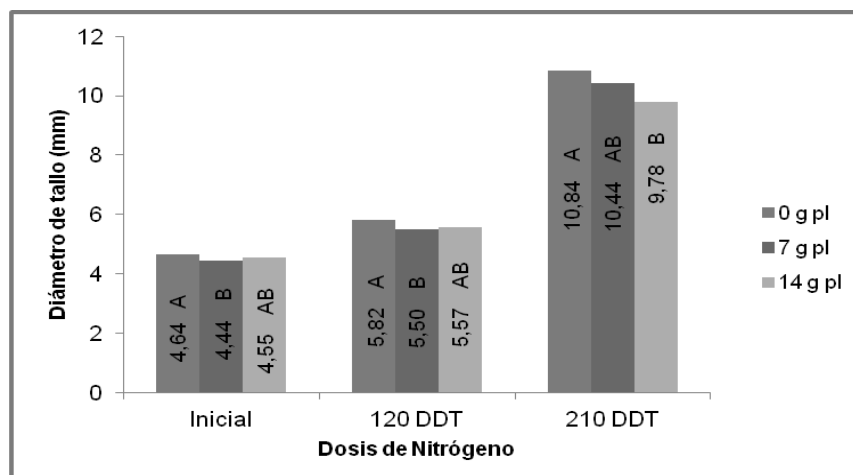


Figura 3. Efecto de diferentes dosis de N sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

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 4), 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

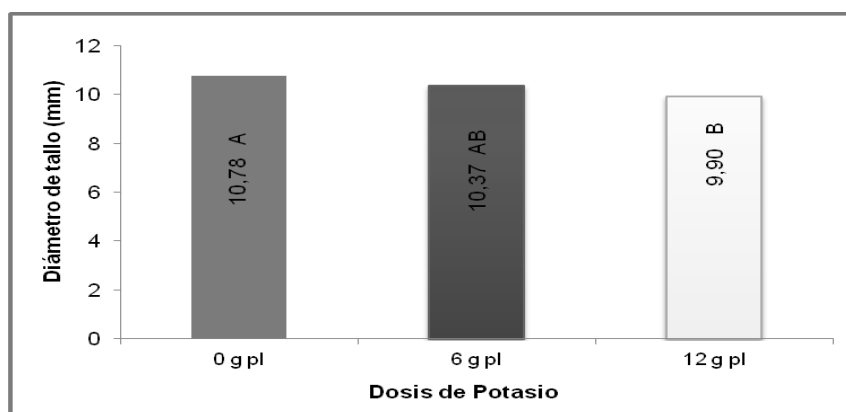


Figura 4. Efecto de diferentes dosis de K sobre el diámetro del tallo de plantas de caucho en vivero a los 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

Índice de vigor (cm³)

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

En la figura 5, 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 cm³ a los 120 y 210 ddt., respectivamente.

Deduciendo de los resultados (Figura 5), 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.

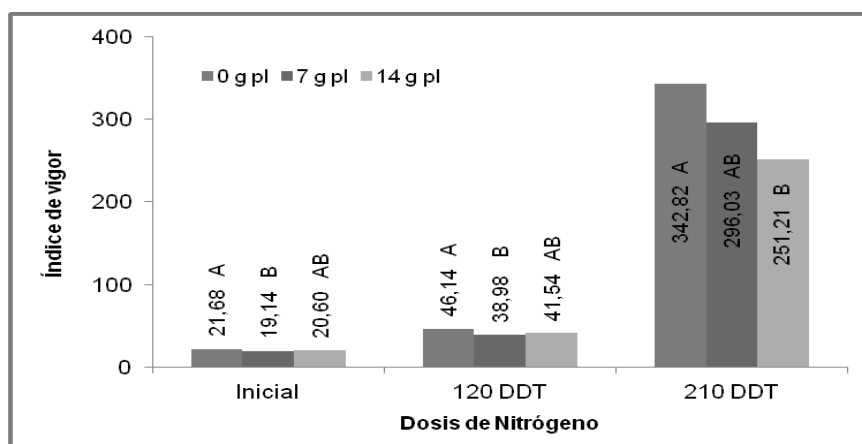


Figura 5. Efecto de diferentes dosis de N sobre el índice de vigor (cm³) de plantas de caucho en vivero a los 0, 120 y 210 ddt. Santo Domingo, 2012.

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 con un coeficiente de variación de 8,89 % lo que brinda confiabilidad con los resultados obtenidos.

En la figura 6 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 supervivencia que los que presentan niveles óptimos o elevados.

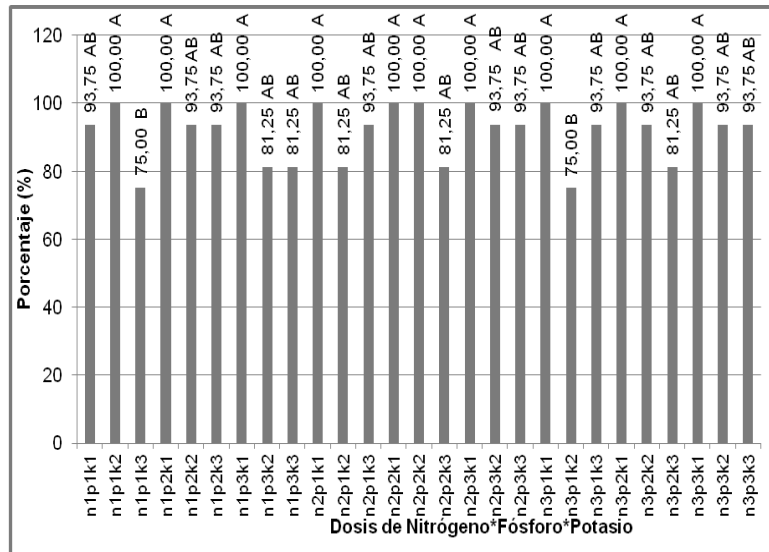


Figura 6. Efecto de diferentes dosis de N P K sobre la sobrevivencia de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

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. 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 %.

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, determinándose 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 7).

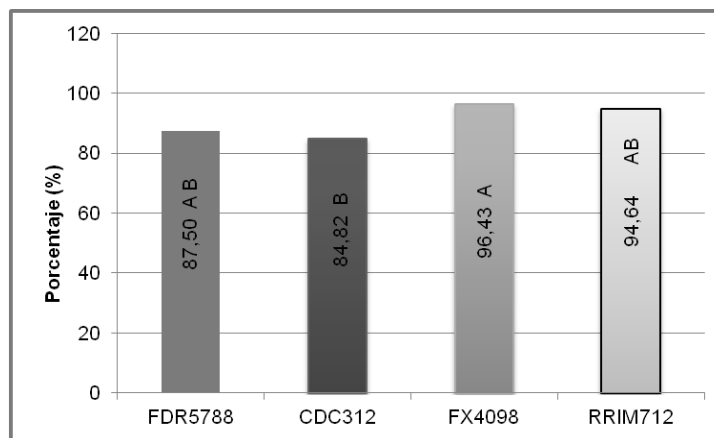


Figura 7. Porcentaje de prendimiento de yemas en plantas de caucho (fase de vivero) por efecto de tipo de clones injertados. Santo Domingo, 2012.

En la figura 8, 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 P₂O₅ + 12 g K₂O) y n2p2k3 (7 g N + 15 g P₂O₅ + 12 g K₂O) 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 varetta, 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 zona¹.

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.

¹ Rivano (2012). Experto Internacional del CIRAD, Montpellier - Francia. e-mail: franck.rivano@cirad.fr

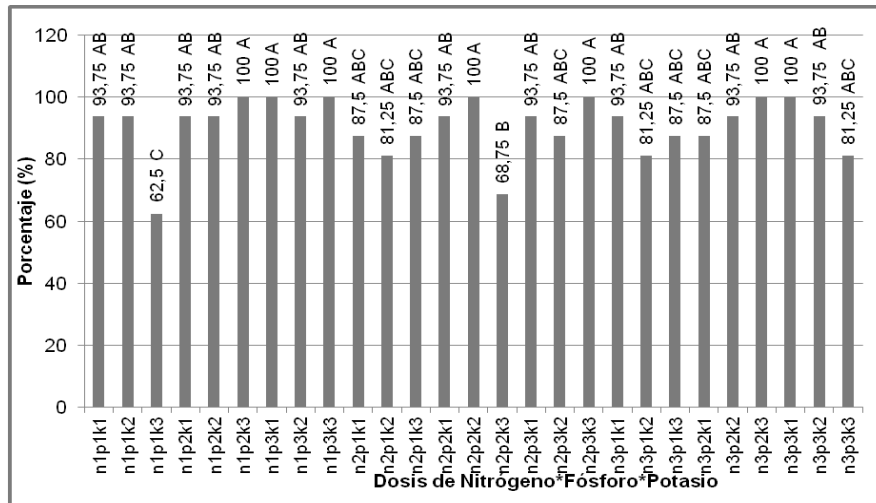


Figura 8. Efecto de diferentes dosis de N P K sobre el porcentaje de prendimiento de yemas de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

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.

En la figura 9, se observa que la dosis 0 g de K/planta y 6 g de K/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.

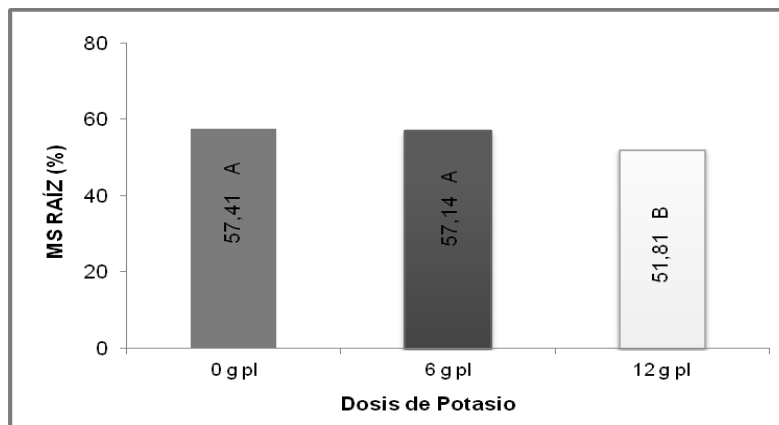


Figura 9. Efecto de diferentes dosis K sobre el porcentaje de materia seca de la raíz (%) de plantas de caucho en vivero. Santo Domingo, 2012.

Análisis foliar

El ADEVA 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.

En la figura 10 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.

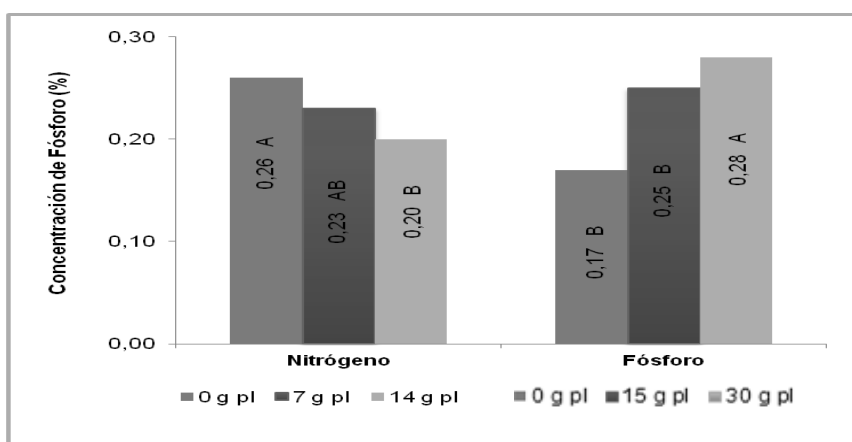


Figura 10. Concentración foliar de Fósforo por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno y Fósforo. Santo Domingo, 2012.

En la figura 11 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.

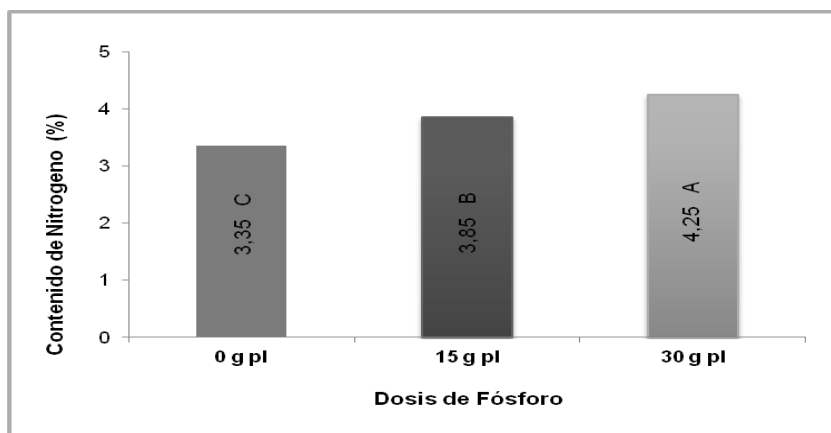


Figura 11. Concentración foliar de Nitrógeno por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Fósforo. Santo Domingo, 2012.

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 12 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 es suficiente para satisfacer las necesidades de crecimiento de la planta.

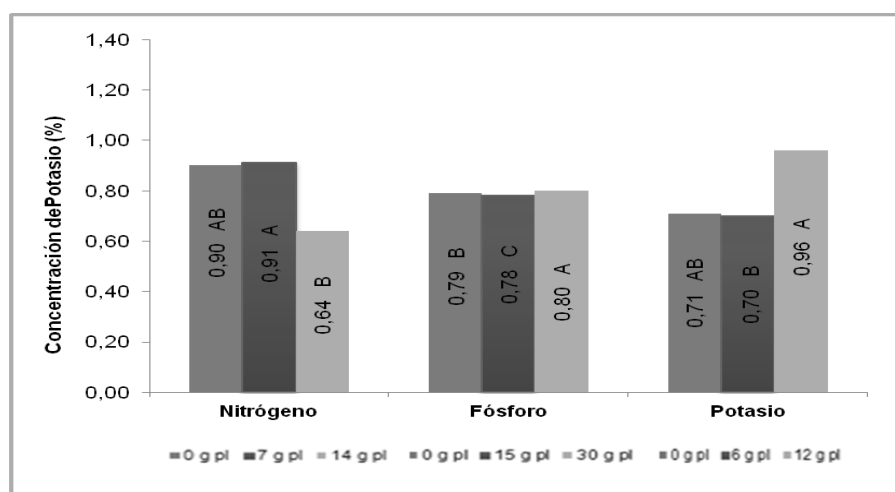


Figura 12. Concentración foliar de Potasio (%) por efecto de la aplicación de diferentes dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Santo Domingo, 2012.

Análisis Económico

El T27 (14 g N + 30 g P₂O₅ + 12 g K₂O) 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 varían debido a la mortalidad de plantas y al porcentaje de prendimiento de yemas.

IV. 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, presentando 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 las dosis de N que redujo la concentración foliar de P, hecho que puedo 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 2 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.

V. RECOMENDACIONES

1. Según los resultados obtenidos la concentración de 14,20 ppm de NH₄ 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.
2. 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.
3. Previa a la adición de fertilizantes realizar un análisis químico del sustrato, para verificar la disponibilidad de nutrientes y posibles interacciones.

VI. AGRADECIMIENTOS

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, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología SENECYT, Escuela Politécnica del Ejército, en especial a la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias 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, Ings. Freddy Enríquez y Javier Tumbaco, Director y Codirector de Tesis, respectivamente; por su ayuda en el desarrollo del presente trabajo y al Ing. Vinicio Uday, por la ayuda prestada para la culminación de este trabajo.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

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.; Ventorim, N. 1991. Variação de Macro e Micronutrientes em função de níveis de N P K Mg em Viveiro de Seringueira. tesis de maestría agrícola. Escuela Superior Agraria de Lavras. Brasilia, BR. pp 145.

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)

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.

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>

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.
- 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.