



Caracterización de los efectos el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao*) en vivero

Effect of controlled release fertilizers on the development of cocoa plants (*Theobroma cacao*) in nursery, in Santo Domingo de los Tsáchilas

*Efeito de fertilizantes de liberação controlada no desenvolvimento de plantas de cacau (*Theobroma cacao*) em viveiro, em Santo Domingo de los Tsáchilas*

Freddy Enríquez Jaramillo
patriciojimenez2110@gmail.com

Cristian Castro
cristian11castro11@gmail.com

Patricio Jiménez Pozo
freddy23jaramillo45@gmail.com

Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador

Artículo recibido noviembre 2017, arbitrado diciembre 2017 y publicado en mayo 2018

RESUMEN

El estudio tuvo como iniciativa, evaluar el efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en fase de vivero. Para así, contribuir a dar una alternativa de manejo sostenible de la nutrición en plantas de cacao en vivero. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Para la comparación de medias de tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de significancia para tratamientos, tipos y dosis de fertilizantes. Se realizaron polinomios ortogonales entre "Dosis" de cada uno de los fertilizantes a utilizar. La aplicación en dosis bajas de los FLC resultaron ser de mayor beneficio económico. Iyer et. al., (2002) y Erro et. al., (2007), mencionan que los FLC pueden disminuir el impacto ambiental por lixiviación o volatilización de elementos nutritivos y, dada su relación costo-eficiencia, también son económicamente rentables en muchos cultivos.

Palabras clave: fertilizantes de liberación controlada; plantas de cacao

ABSTRACT

The study was aimed at evaluating the effect of controlled release fertilizers on the development of cacao plants in the nursery phase. To this end, contribute to provide an alternative for the sustainable management of nutrition in cocoa plants in the nursery. A Randomized Complete Block Design (DBCA) was used, with four repetitions for each treatment. For the comparison of treatment means, the Tukey test at 5% significance was used for treatments, types and doses of fertilizers. Orthogonal polynomials were performed between "Doses" of each of the fertilizers to be used. The low dose application of the FLCs proved to be of greater economic benefit. Iyer et. al., (2002) and Erro et. al., (2007), mention that FLC can reduce the environmental impact by leaching or volatilization of nutritional elements and, given their cost-efficiency ratio, they are also economically profitable in many crops.

Key words: controlled release fertilizers; cocoa plants

RESUMIO

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito de fertilizantes de liberação controlada no desenvolvimento de cacauzeiros na fase de viveiro. Para isso, contribua para fornecer uma alternativa para o manejo sustentável da nutrição em plantas de cacau no viveiro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (DBCA), com quatro repetições para cada tratamento. Para a comparação das médias de tratamento, foi utilizado o teste de Tukey, com significância de 5%, para tratamentos, tipos e doses de fertilizantes. Polinômios ortogonais foram realizados entre "Doses" de cada um dos fertilizantes a serem utilizados. A aplicação em baixa dose dos CLL provou ser de maior benefício econômico. Iyer et al., (2002) e Erro et. al, (2007), mencionam que a CVF pode reduzir o impacto ambiental por lixiviação ou volatilização de elementos nutricionais e, dada a sua relação custo-benefício, eles também são economicamente rentáveis em muitas culturas.

Palavras chave: fertilizantes de liberação controlada; plantas de cacau

INTRODUCCIÓN

A pesar de ciertos avances tecnológicos en el cultivo de cacao y el desarrollo de materiales de siembra mejorados por parte de instituciones dedicadas a la investigación, aún se evidencian marcadas deficiencias en el manejo adecuado de la fertilización tanto en vivero como en campo.

En vivero la obtención de plantas mal desarrolladas, susceptibles al ataque de plagas, se debe en gran medida a la

incorrecta utilización de los fertilizantes en cuanto fuente, dosis, momento y forma, mermando a futuro la capacidad productiva de la plantación.

El uso de fertilizantes de liberación controlada, denominados "fertilizantes ideales" por Melgar (2005), son todavía una alternativa poco empleada en nuestro país, su elevado costo y la poca investigación sería sobre su verdadera eficiencia, hacen que su uso sea todavía muy limitado. La presente investigación estudió el efecto de estos fertilizantes, contribuyendo a dar una alternativa de manejo sostenible de la nutrición en plantas de cacao en vivero. Esto mediante la evaluación del efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en fase de vivero. Con la intención de determinar la dosis y tipo de fertilizante de liberación controlada de mayor rentabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, km 24 de la vía Santo Domingo-Quevedo, Hacienda Zoila Luz.

Los tratamientos que se evaluaron correspondieron a fertilizantes de liberación controlada y convencional con sus respectivas dosis, adicionándose dos tratamientos el uno con un fertilizante convencional (manejo agricultor) y otro sin fertilización, dando un total de 11, tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipo, dosis y época de aplicación de fertilizantes, en los diferentes tratamientos para evaluar su efecto sobre el desarrollo plantas de cacao en vivero. Santo Domingo. 2014.

TRATAMIENTO	FERTILIZANTE	DOSIS g/planta	ÉPOCA DE APLICACIÓN
T1	Fertilizante recubierto	3	Se aplicó en mezcla con el suelo al momento del llenado de las fundas, una sola aplicación durante toda la etapa de vivero
T2	por polímero de lenta	6	
T3	liberación	9	
T4	Fertilizante estabilizado	3,2	Se aplicó a los 30 días después de la siembra (DDS) en dosis completa
T5	con inhibidor de	6,4	
T6	nitrificación	9,6	
T7	Fertilizante complejo de	4	Se aplicó dos veces: la primera aplicación se realizó a los 30 DDS y la segunda aplicación 15 días después del injerto (DDI)
T8	mezcla química	8	
T9		12	
T10	Fertilizante 10-30-10	10	Se fraccionó la dosis en 2 partes, la primera dosis a los 60 DDS y la segunda 30 DDI
T11	Sin fertilización	0	

*Las dosis de los fertilizantes se establecieron estandarizando la cantidad de nitrógeno en todos los tratamientos.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Para la comparación de medias de tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de significancia para tratamientos, tipos y dosis de fertilizantes. Se realizaron polinomios ortogonales entre "Dosis" de cada uno de los fertilizantes a utilizar.

Se empleó como patrón semillas de la variedad Nacional Amazónico, de buena productividad y resistente a enfermedades, la misma que se adquirió en mazorcas en INIAP Pichilingue. Las varetas utilizadas para la enjertación provinieron del clon EET-103, que fueron adquiridas en la misma estación experimental.

La dosis y forma de aplicar los fertilizantes se realizó en función del análisis químico realizado al sustrato y de acuerdo a las recomendaciones de uso de cada uno de los fertilizantes estudiados (cuadro 1). Se realizaron fertilizaciones

foliares cada 30 días después de la siembra para el crecimiento de los patrones utilizando Nitrofoska de la fórmula 8-12-24, en todos los tratamientos, esta fórmula se utilizó desde el inicio hasta el final del ensayo.

Las variables evaluadas en los diferentes tratamientos fueron: días al injerto, circunferencia del tallo, diámetro de la circunferencia foliar, altura de planta, índice de vigor, porcentaje de materia seca y radicular, sobrevivencia, análisis beneficio/costo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días al injerto

El análisis de varianza para la variable días al injerto, mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. En la figura 1, se determinó que los tratamientos T1 (3g/planta de fertilizante recubierto por polímero de lenta

liberación), T4 (3,2g/planta de fertilizante estabilizado con inhibidor de nitrificación) y T5 (6,4g/planta de fertilizante estabilizado con inhibidor de nitrificación), presentaron plantas lista para el injerto a los 93,5; 95,8 y 96,8 días respectivamente. Mientras que el T6 (9,6g/planta de fertilizante estabilizado con inhibidor de nitrificación) obtuvo el mayor número de días al injerto (116 días).

Resultados que se corrobora con una investigación realizada en Chile por Reyes, *et al.*(2012), en plantas de vivero de *Pinus*

radiata, quienes concluyen que los fertilizantes de liberación controlada (FLC), con un periodo de entrega más amplio, logran una mayor respuesta en el crecimiento de plantas, la alta eficiencia de estos fertilizantes estaría dada porque la planta responde mejor a pequeñas cantidades con periodos de entrega más prolongados, frente a una mayor cantidad de fertilizante convencional al inicio del periodo de crecimiento.

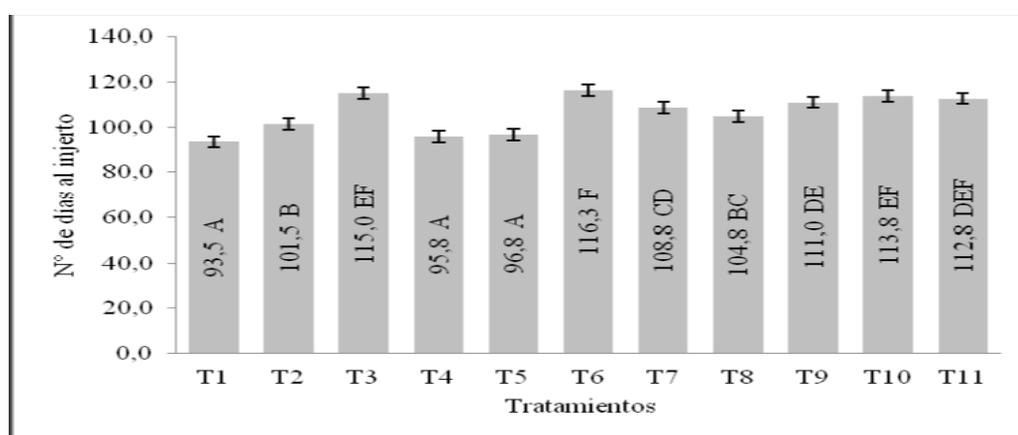


Figura 1. Número de días al injerto de diferentes tratamientos, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

En la Figura 2, se muestra la comparación entre las dosis del fertilizante recubierto por polímero de lenta liberación (FRPLL) y los días al injerto, observándose una tendencia lineal, a mayor dosis del FRPLL se alarga el número de días al injerto, similar resultado se obtuvo con el fertilizante estabilizado con inhibidor de la nitrificación (FEIN), esto permitiría deducir una mejor respuesta en esta variable con

dosis bajas de los FLC. Según COMPO EXPERT (2010), la acción controlada que tiene este tipo de fertilizantes permite adaptar perfectamente la fertilización a los requerimientos del cultivo, minimizando además las pérdidas de nutrientes por lavado. Para las dosis de fertilizante convencional los resultados que se encontraron no mostraron una tendencia definida.

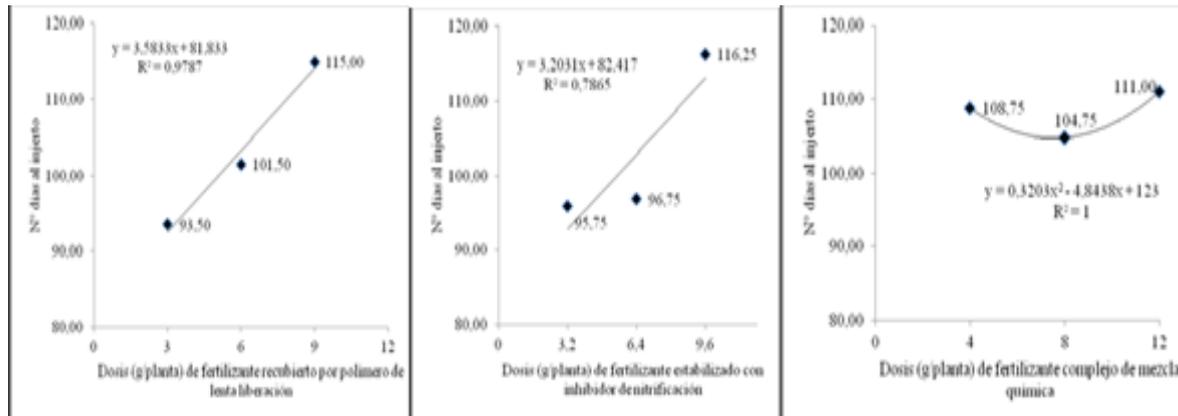


Figura 2. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el número de días al injerto, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Circunferencia del tallo

El análisis de varianza para la variable circunferencia del tallo, mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos a los 60 y 90 días después del injerto (DDI). En la figura 3, se muestra que a los 60 DDI, el T1 (3 g/planta de FRPLL) y T4 (3,2g/planta de FEIN), presentan mayor circunferencia del tallo de 21,89 y 21,77 mm respectivamente, el tratamiento con menor circunferencia fue el T6 con 9,6 g/planta de FEIN con 17,16 mm de circunferencia.

En la misma figura a los 90 DDI, el tratamiento con dosis baja de FRPLL (T1) presentó la mejor circunferencia con 28,23 mm, mientras que la dosis alta de FEIN presentó la menor circunferencia con 22,14 mm. El tratamiento sin fertilizante químico (T11), si bien no presentó los mejores

resultados tampoco ocupó los últimos lugares, justificándose por posibles antagonismos entre nutrientes que pudieron provocar las dosis más elevadas.

En las figuras 4 y 5, se aprecia una tendencia lineal descendente a los 60 y 90 DDI, tanto para los fertilizantes de lenta liberación y el estabilizado con inhibidor de nitrificación, de estos resultados se deduce que los fertilizantes aplicados en dosis bajas son suficientes para obtener la mayor circunferencia del tallo de las plantas de cacao en etapa de vivero, el aumento de la dosis provocaría el efecto contrario.

En cuanto al fertilizante complejo de formula química, en el tercer recuadro de la figura 5 se aprecia más bien una tendencia cuadrática, sobresaliendo la dosis intermedia.

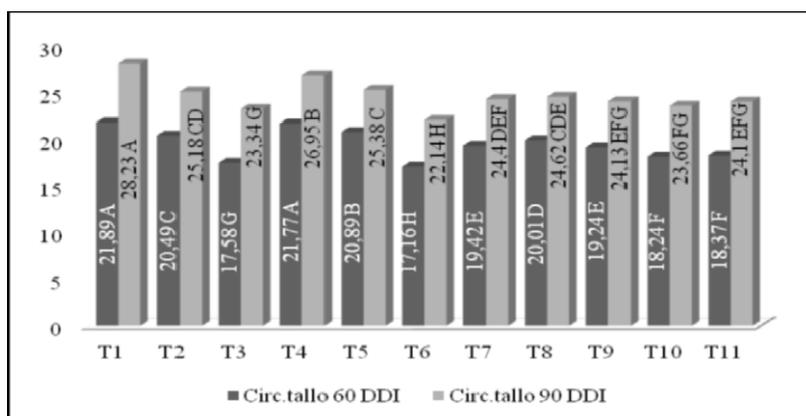


Figura 3. Circunferencia del tallo (mm) en plantas de diferentes tratamientos a los 60 y 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

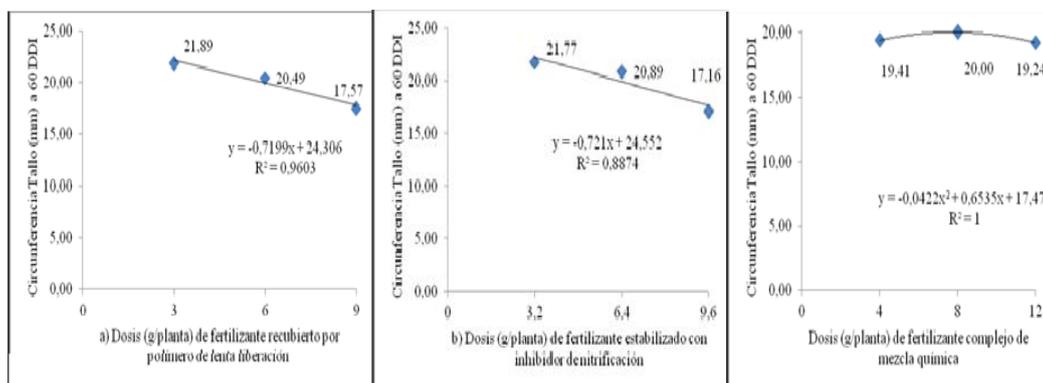


Figura 4. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y la circunferencia del tallo (mm) a los 60 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

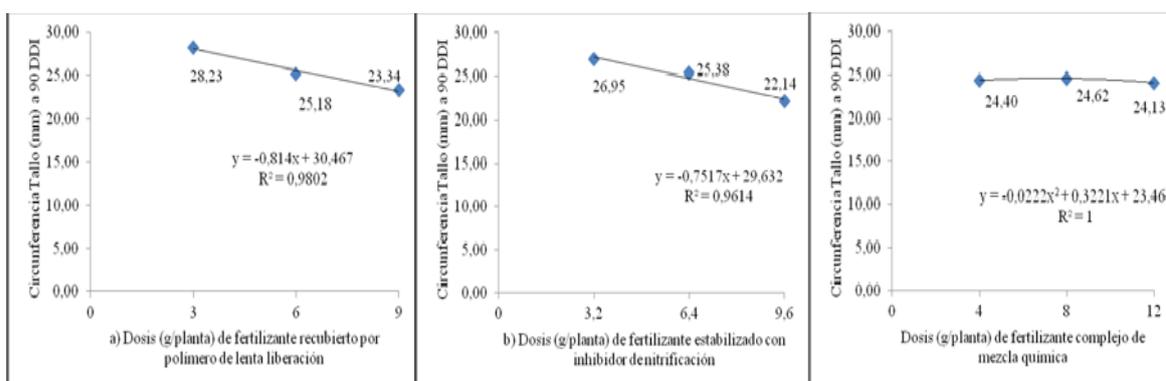


Figura 5. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y la circunferencia del tallo (mm) a los 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Diámetro de la corona foliar

El análisis de varianza para la variable diámetro de la corona foliar, mostró diferencias estadísticas altamente significativas para los 60 y 90 días después del injerto (DDI).

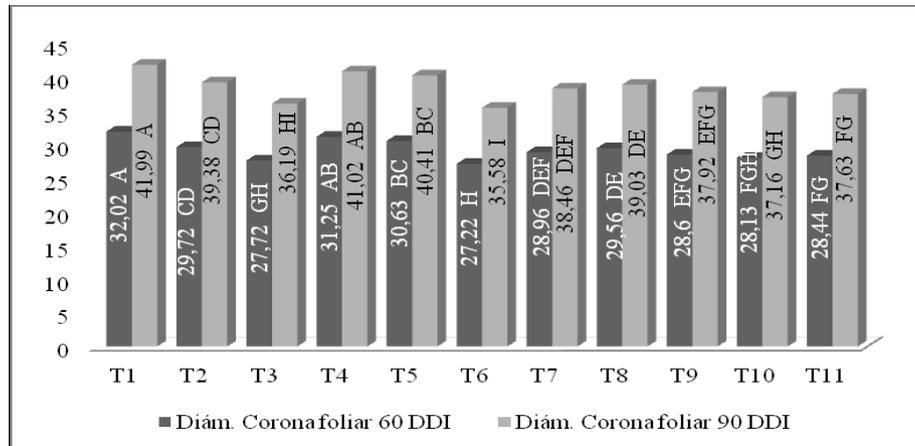


Figura 6. Diámetro de la circunferencia foliar (cm) en plantas de diferentes tratamientos a los 60 y 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo. 2014.

A pesar que las diferencias en el diámetro foliar no son muy marcadas entre los tratamientos en estudio, en la figura 6 se demuestra que a los 60 y 90 DDI, la aplicación de una dosis baja del FRPLL presenta el mayor diámetro de corona foliar de 32,02 y 41,99 cm respectivamente, mientras que la aplicación de dosis altas de FEIN presentan el menor diámetro foliar de 27,22 y 35,58 cm respectivamente. Resultados que muestran la misma tendencia obtenida en las variables anteriores, existe una mayor eficiencia de

los FLC en dosis bajas, al incrementar la dosis se reduciría su efecto, inclusive su acción sería menor a la obtenida por los fertilizantes convencionales (T10) o sin fertilización (T11), estos hechos se confirman con las tendencias lineales inversas observadas en las figuras 7 y 8, donde a medida que se incrementa la dosis de los FLC disminuye el diámetro de la corona foliar, para el fertilizante convencional la respuesta tiende más bien a ser cuadrática, sobresaliendo las dosis intermedias.

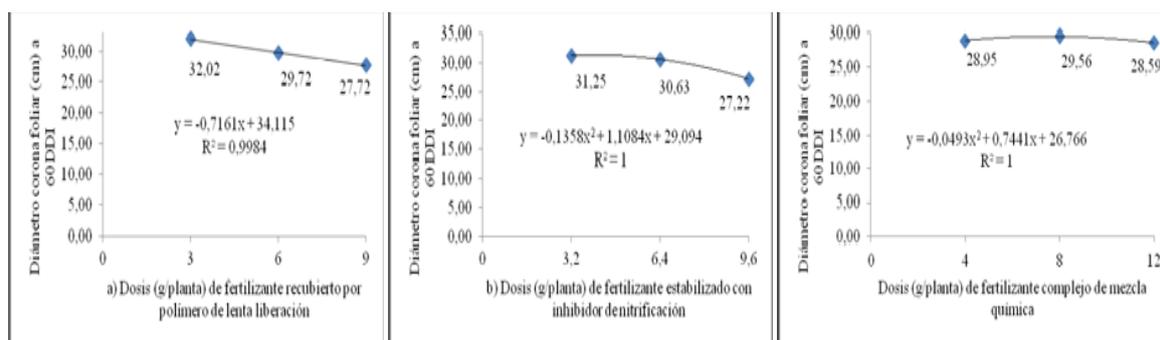


Figura 7. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el diámetro de la corona foliar (cm) a los 60 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo. 2014.

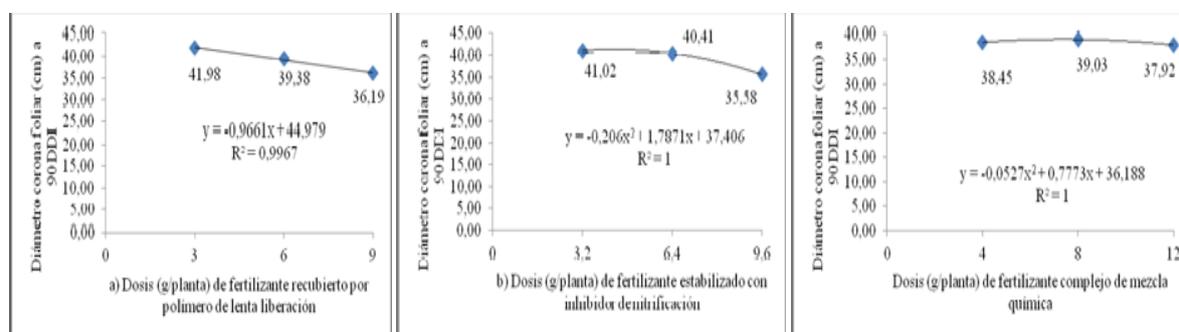


Figura 8. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el diámetro de la corona foliar (cm) a los 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo. 2014.

Altura de planta

Para esta variable se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas a los 60 y 90 DDI. En la figura 9, se denota que las dosis bajas de los FRPLL y los FEIN, presentaron mayor altura a los 60 DDI con 27,72 y 27,31 cm y la aplicación de dosis alta de FEIN presentó la menor altura (20,78 cm). A los 90 DDI se

repite la misma tendencia, siendo los FRPLL los de mayor altura con 33,91 cm. Similares resultados obtuvo Pilco (2009), en un estudio sobre fertilización química de NPK en tomate de árbol, donde concluye que los mejores promedios en altura de la planta; diámetro del tallo; número de hojas; tamaño de hoja, se obtuvieron al aplicar FRPLL.

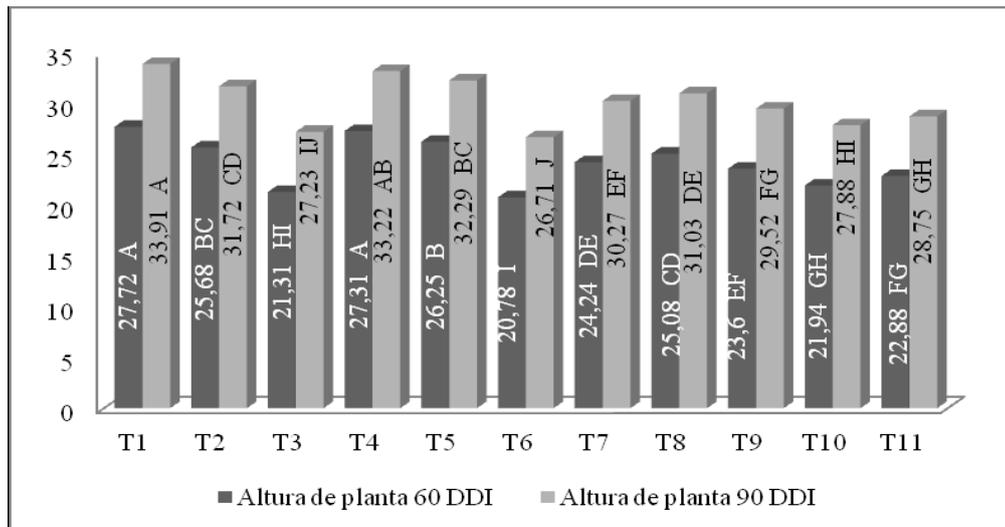


Figura 9. Altura de planta (cm) de diferentes tratamientos a los 60 y 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

Gómez (1999), citado por IDIAF (2004), menciona que las plántulas de cacao normalmente permanecen de cinco a seis meses en el vivero. En muchos casos no alcanzan el vigor necesario para su siembra (40 cm de altura), ocasionado principalmente por el manejo inadecuado del riego, la fertilización y sustratos, inclusive a los seis meses de permanencia en el vivero no alcanzan la altura ideal para el trasplante.

En las figuras 10 y 11 se determinaron exactamente las mismas tendencias encontradas y descritas en las variables anteriores.

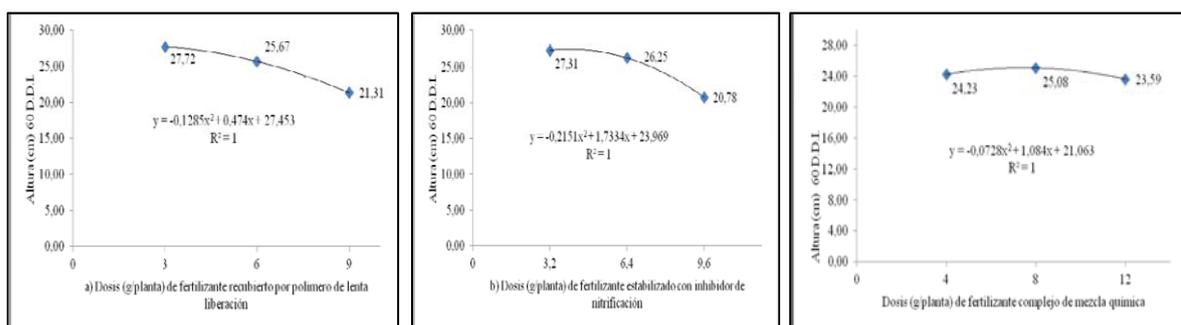


Figura 10. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y la altura de planta (cm) a los 60 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

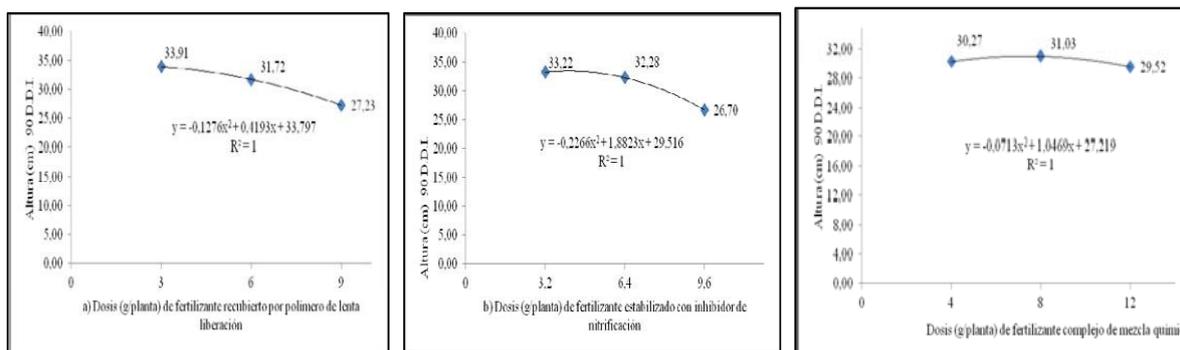


Figura 11. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y la altura de planta (cm) a los 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Índice de vigor

Para el índice de vigor el análisis de varianza estableció diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos a los 60 y 90 DDI. En la figura 12, se establece que a los 60 DDI, la aplicación de dosis baja del FRPLL (T1) y del FEIN (T4) presentaron los mayores índices de vigor (531,98 y 505,79 cm³ respectivamente), dosis altas de FRPLL (T3) y de FEIN (T6) presentaron el menor índice de vigor (227,99 y 208,01 cm³ respectivamente). A los 90 DDI, mantiene los mejores promedios la dosis baja del FRPLL (T1) con un índice de vigor de 1418,49 cm³, mientras que la aplicación de dosis alta del FEIN (T6) presentó el menor índice de vigor (583,11 cm³).

El índice de vigor se emplea para predecir el comportamiento de las plantas en campo, es decir que a mayor índice de vigor a nivel de vivero, mayor adaptabilidad de las plantas tendrán en el establecimiento y por ende se aseguraría mayores rendimientos, criterio que coincide con Arizaleta y Pire (2008), quienes manifiestan que las plántulas de café con mayor índice de vigor a nivel de vivero, alcanzarían más fácilmente el establecimiento en campo y posterior etapa productiva, asimismo Birchler *et al.* (1998) mencionan que esta variable se utiliza para predecir el comportamiento de las especies coníferas en el campo.

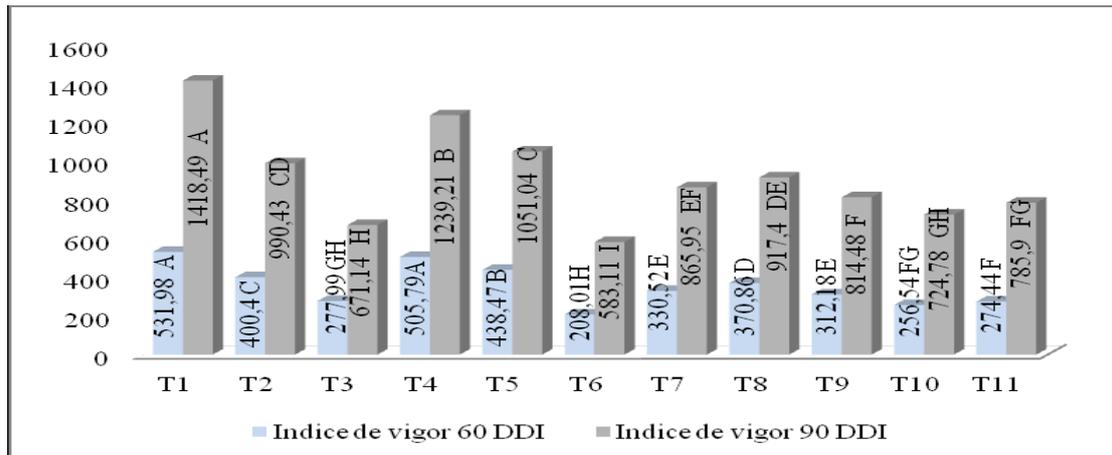


Figura 12. Altura de planta (cm) de diferentes tratamientos a los 60 y 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

Las tendencias observadas en las variables anteriormente descritas también se mantienen para el índice de vigor, tanto a los 60 como a los 90 DDI (figuras 13 y 14).

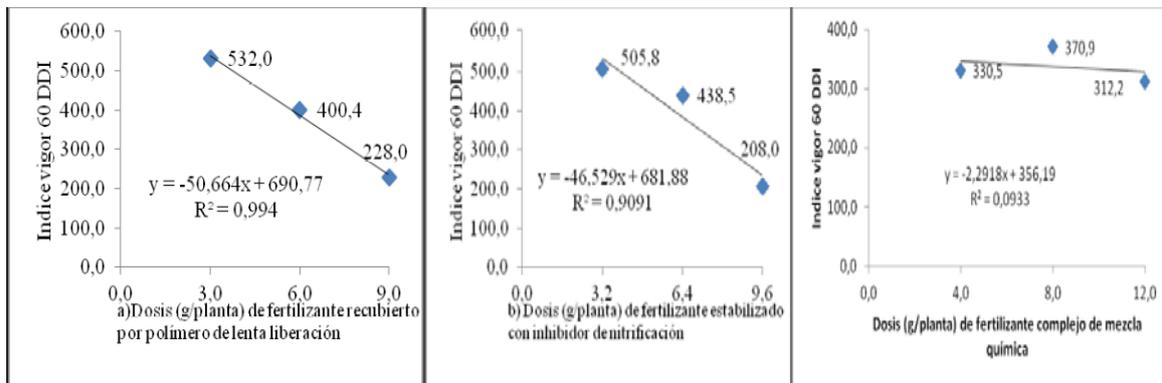


Figura 13. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el índice de vigor (cm^3) a los 60 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

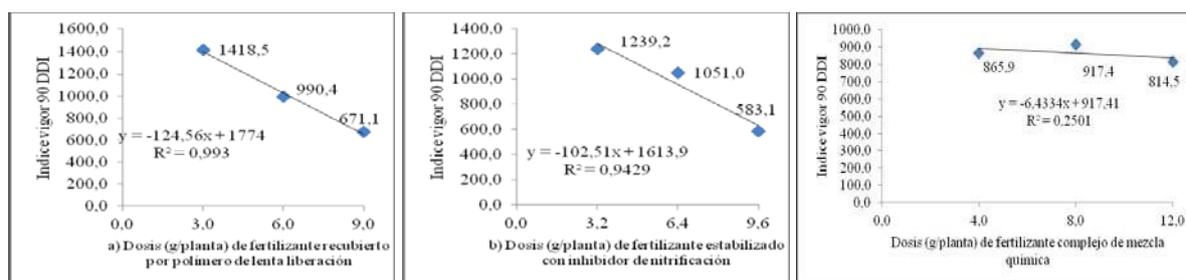


Figura 14. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el índice de vigor (cm^3) a los 90 DDI, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Porcentaje de materia seca radicular

En la variable materia seca de la parte radicular, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. Contrariamente a las variables anteriormente descritas, la aplicación de dosis altas de FEIN (T6) y FRPLL (T3) presentó mayores porcentajes de materia seca de 61,73 y 58,96%, mientras que la aplicación de dosis bajas de FRPLL(T1) y FEIN (T4), presentaron el menor porcentaje de materia seca con

49,33 y 50,76 % respectivamente (figura 15).

En la figura 16, se aprecia que la tendencia lineal se ajusta a los datos obtenidos, el porcentaje de materia seca radicular fue incrementando a medida que se aumentó la dosis de los FLC, es decir, en teoría se podría obtener mayor respuesta en esta variable aumentando la dosis de los fertilizantes. Las dosis del fertilizante convencional no tuvieron una tendencia definida en esta variable.

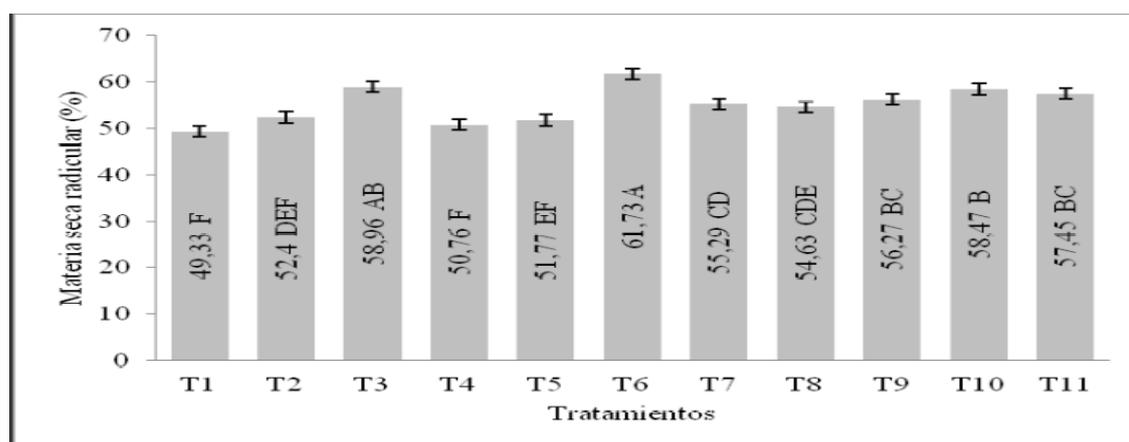


Figura 15. Porcentaje de materia seca radicular de diferentes tratamientos, para evaluar el efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

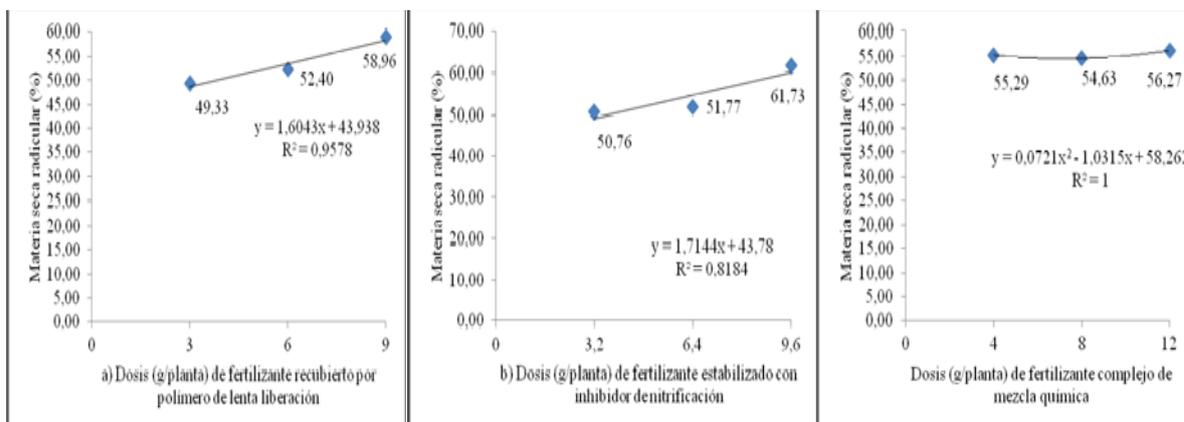


Figura 16. Relaciones entre las dosis de los diferentes tipos de fertilizantes y el porcentaje de materia seca radicular, para evaluar el efecto los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Porcentaje de materia seca vegetativa

En esta variable se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. Al igual que la variable anterior la aplicación de dosis altas de FEIN y FRPLL presentaron el mayor porcentaje de materia seca vegetativa de 50,61 y 49,64%, mientras que la aplicación de una dosis baja de FRPLL presentó el menor porcentaje de materia seca vegetativa con 42,84 %. Estos resultados hacen suponer que una mayor

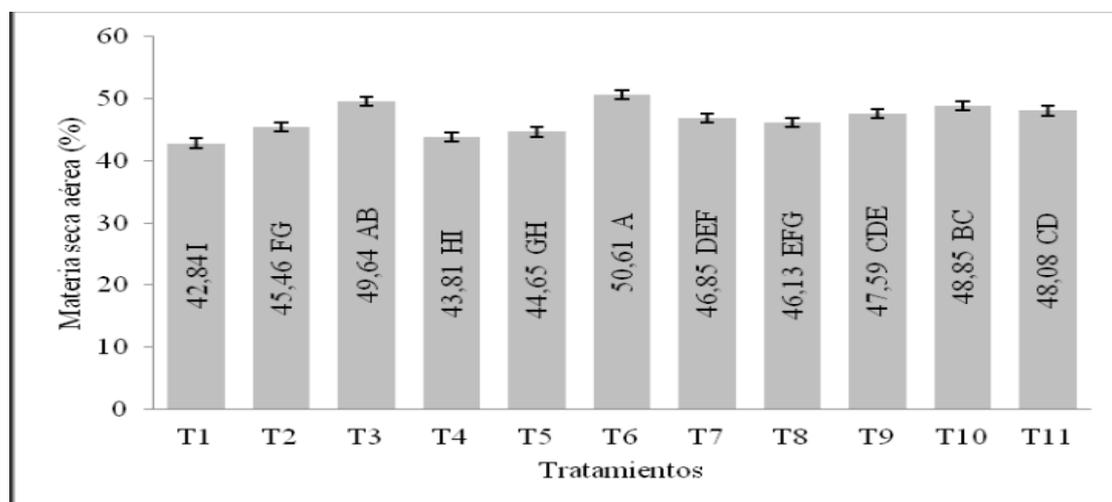


Figura 17. Porcentaje de materia seca vegetativa de diferentes tratamientos, para evaluar el efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

Al efectuar los polinomios ortogonales para las dosis empleadas, las tendencias muestran similar comportamiento obtenido para el porcentaje de materia seca radicular.

Porcentaje de sobrevivencia

En la variable porcentaje de sobrevivencia a los 15 DDS, 60 y 90 DDI, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. A pesar que los porcentajes de sobrevivencia son altos en todos los tratamientos, se observó que el de mayor sobrevivencia a los 15 DDS, 60 y 90 DDI (figura 18), fue el T1 (3g/planta de FRPLL) con valores de 97,50; 93,10 y 92,50 % respectivamente, mientras que el T6 (9,6g/planta de FEIN) obtuvo el menor porcentaje de sobrevivencia a los 15 DDS y 60 DDI (91,3 y 86,3 %), mientras que a los 90 DDI compartieron el último rango las dosis altas del FRPLL y FEIN (85 y 83,75 %

respectivamente). Reyes *et al.*, (2012), al probar diferentes tipos de fertilizantes de lenta liberación, hidrosolubles y un testigo en plantas de vivero de *Pinus radiata*, la supervivencia fue alta, concluyendo que no hay influencia del fertilizante en la supervivencia de las plantas. Contrariamente opinan Amans y Slangen (1994), quienes evaluaron el efecto de un fertilizante de lenta liberación (14-6-12) sobre el cultivo de cebolla, encontrándose que produce una menor mortandad de plantas e incrementa el crecimiento del bulbo de la cebolla en comparación con el fertilizante convencional.

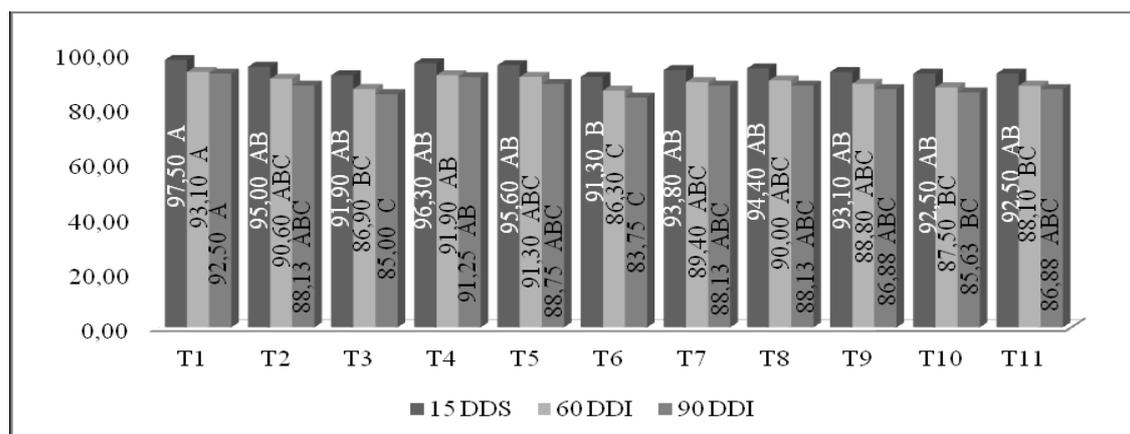


Figura 16. Porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 15 DDS, 60 y 90 DDI de diferentes tratamientos, para evaluar el efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de cacao en vivero. Santo Domingo.

Tabla 2. Relación Beneficio/Costo obtenidos en los diferentes tratamientos, para evaluar el efecto de fertilizantes de lenta liberación en plantas de cacao en vivero. Santo Domingo.

Fertilizante recubierto con polímero de lenta liberación			Fertilizante estabilizado con inhibidor de nitrificación			Fertilizante complejo			Fertilizante 10-30-10	Sin fertilización
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11
1,41	1,29	1,18	1,41	1,36	1,21	1,32	1,31	1,26	1,26	1,31

Al efectuar los polinomios ortogonales para las dosis empleadas de los FLC a los 15 DDS, 60 y 90 DDI, muestran tendencias lineales inversas, es decir, que a medida que se incrementa la dosis el porcentaje de sobrevivencia disminuye. Para las dosis del fertilizante químico convencional la tendencia no está bien definida. Resultados que son similares a los obtenidos para las variables: circunferencia del tallo, diámetro de la corona foliar, altura de planta e índice de vigor, es factible que el menor crecimiento exhibido haya ocasionado una menor sobrevivencia de las plantas, el exceso de nutrientes provoca efectos antagónicos perjudiciales para el buen desarrollo y estado fitosanitario de la planta.

CONCLUSIONES

Las plantas con mejor comportamiento económico se obtuvieron con la aplicación de dosis bajas (3 g/planta) de FRPLL (T1) y FEIN (T4) (3,2 g/planta), que presentaron una relación beneficio/costo de \$ 1,41 dólares en ambos casos (Cuadro 2).

La aplicación en dosis bajas de los FLC resultaron ser de mayor beneficio económico. Iyer *et. al.*, (2002) y Erro *et. al.*, (2007), mencionan que los FLC pueden disminuir el impacto ambiental por lixiviación o volatilización de elementos nutritivos y, dada su relación costo-eficiencia, también son económicamente rentables en muchos cultivos.

REFERENCIAS

- Amans, E. y Slangen, J. (1994). The effect of controlled release fertilizers "Osmocote" on growth, yield and composition of onion plants. *Fert. Res.* 37: 79-84
- Arizaleta, M. Pire, R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia.* 42:47-55
- Birchler, T, Rowse Rw, y Royo A, Pardos M. (1998). La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Invest Agr Syst Recur For* 7(1-2):109-121
- Compo, Expert (2010). Fertilizantes de Liberación Controlada. Chile. Disponible en: www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/ar/documents/pdf/LibControlada.pdf (Marzo 2017)
- Erro, J., Urrutia, O., San Francisco, S. J., Y García-Mina, M. (2007). Development and agronomical validation of new fertilizer compositions of high bioavailability and reduced potential nutrient losses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, P. 55
- IDIAF. (2004). (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) Resultados de investigación en Cacao. Santo Domingo, P. 73. Disponible en: www.idiaf.org.do/documentos/CACAO,%20Resultados%20de%20Investigaci%20F3n.pdf (Febrero 2011)
- Iyer, J., Dobrahner, J., Lowery, B., y Vandettey, J. (2002). Slow release fertilizers in bareroot nurseries. In R. K. Dumroese, L. E. Riley, & T. D. Landis (Eds.), *National proceedings: Forest and conservation nursery associations 1999, 2000, and 2001* (pp. 112-119). USA: USDA, Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Research Station
- Melgar, R. (2005). Nuevos productos de fertilizantes. Principales conceptos e información presentada en el Taller Internacional de Fertilizantes de Eficiencia Mejorada. Frankfurt, Alemania. Disponible en: www.fertilizando.com/articulos/Nuevos%20Productos%20Fertilizantes.asp (Marzo, 2011)
- Pilco, J., (2009). Evaluación de dos formulaciones químicas a base de N - P - K para el crecimiento y desarrollo del tomate de arbol, (*solanum betaceum*). Tesis Ing. Agrón. Riobamba - Ecuador. ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. P 102

Reyes-Millalón, J, Gerding, V., y Thiers-Espinoza, O. (2012). Fertilizantes de liberación controlada aplicados al establecimiento de *Pinus radiata* D. EN CHILE. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente: [Fecha de

consulta: 6 de enero de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62926234005>> ISSN 2007-3828
Rodríguez, J. (1991). Manual de fertilización. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile