

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA CALIDAD DE PLANTAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L) MEDIANTE INJERTO HIPOCOTILEDONAR, EN CALUMA, ECUADOR

AGRONOMIC EVALUATION OF THE QUALITY OF COFFEE PLANTS (*Coffea arabica* L.) THROUGH HYPOCOTYL GRAFT, IN CALUMA, ECUADOR

Kleber E. Espinoza Mora⁽¹⁾, María F. Toapanta Palomino⁽¹⁾, Juan G. García Lozano⁽¹⁾, Hugo F. Vásquez Coloma⁽¹⁾, Juan E. Jiménez Becerra⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente Av. Ernesto Che Guevara s/n y Gabriel Secaira, Guaranda Ecuador. kespinoza@ueb.edu.ec

Resumen: La producción de plantas de café en viveros tradicionales como los existentes en Caluma Provincia de Bolívar, Ecuador se ha mantenido sin variaciones significativas, ignorando los avances tecnológicos en el área, a pesar de conocerse que las raíces de éstas plantas en el campo son susceptibles a los nematodos (*Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* sp) y otras plagas que afectan el crecimiento y la productividad del grano; como una alternativa a este problema se presenta la injertación de variedades arábicas sobre patrones de café robusta, considerada como menos susceptible a la influencia de nematodos fitoparásitos, por ello se planteó como objetivo de esta investigación: medir las características agronómicas que presentan las plantas de café propagadas mediante injerto hipocotiledonar, estudiando la interacción entre patrones y variedades para la producción en plántulas de café arábigo injertados en café robusta, realizando un análisis económico de presupuesto parcial. Se midió, entre otras variables, los días al prendimiento, el porcentaje de prendimiento de injerto, el vigor y altura del Injerto. Se utilizaron combinaciones de tres variedades de café robusta injertadas con tres variedades de café arábigo. Se encontró que existe una gran compatibilidad entre las variedades arábicas y los patrones del género robusta con un porcentaje de prendimiento superior al 95%. Para las variedades arábicas el mejor comportamiento agronómico y fisiológico a nivel de vivero se obtuvo en la variedad Sarchimor 1669, mientras que en Para los patrones de café robusta sobresalió numéricamente el genotipo ETP: 3752-6.

Palabras clave: Caficultura sostenible, café arábigo, café robusta, injerto hipocotiledonar.

Abstract: The production of coffee plants in traditional nurseries such as those in Caluma Province of Bolívar, Ecuador has remained without significant variations, ignoring the technological advances in the area, despite being known that the roots of these plants in the field are susceptible to Nematodes (*Meloidogyne* sp and *Pratylenchus* sp) and other pests affecting grain growth and productivity; As an alternative to this problem is the grafting of Arabica varieties on Robusta coffee patterns considered less susceptible to the influence of plant nematodes. For this reason, the objective of this research was: to measure the agronomic characteristics of coffee plants propagated by a hypocotyl graft, studying the interaction between patterns and varieties for production in Arabica coffee seedlings grafted in Robusta coffee, performing an economic analysis of Partial budget. It measured, among other variables, the days to the sting, the percentage of grafting, the vigor and height of the graft. Combinations of three varieties of robust coffee grafted with three varieties of Arabica coffee were used. It was found that there is a great compatibility between the varieties arabicas and the patterns of the robust sort with a percentage of catch more than 95%. For arable varieties the best agronomic and physiological performance at the nursery level was obtained in the variety Sarchimor 1669, while

in the case of robust coffee the genotype ETP: 3752-6 stood out numerically.

Keywords: Sustainable coffee growing, coffee arabigo, coffee robusta, hypocotyl grafting

Recibido: 16 de diciembre de 2016

Aceptado: 24 de mayo de 2017

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos IV (1) 87-94

I. INTRODUCCIÓN

Para la International Coffee Organization (ICO, 2017), el desarrollo de una economía sostenible del café es de importancia fundamental para los países productores de café de África, Asia, América Latina y el Pacífico, ya que dependen en gran medida de este producto para sus ingresos de exportación y para el logro de sus objetivos de desarrollo social y económico, siendo uno de los productos primarios más valiosos, segundo en valor durante muchos años únicamente superado por el petróleo como fuente de divisas para los países en desarrollo. Para muchos de los países menos adelantados del mundo, las exportaciones de café representan una parte sustancial de sus ingresos en divisas, en algunos casos más del 80%.

Duicela, et al., (2011) mencionan que los tipos de café que se negocian en el mercado son: arábigos colombianos suaves, otros arábigos suaves, arábigos brasileiros y robustas. La producción mundial de café entre los años cafeteros 2005-2006 y 2009-2010, por tipos de cafés, se incrementó de 110 millones a 123 millones de sacos de 60 kg. Hubo incrementos en la producción de los cafés naturales brasileños 7,9 millones de sacos, de los robustas 7.5 millones de sacos y de los “otros suaves” (1.8 millones de sacos).

De acuerdo a COFENAC (2010) el sector cafetalero del Ecuador tiene relevante importancia en los órdenes social, cultural, ecológico y económico. La importancia social se relaciona con la generación de empleo directo para 105.000 familias de productores, siendo fuente de trabajo para varios miles de familias adicionales vinculadas a las actividades de comercio,

agroindustria artesanal, industria de soluble, transporte y exportación, en ocupación de muchas familias dedicadas a la provisión de bienes y servicios vinculadas del sector, en la participación de diferentes grupos humanos en procesos de colonización principalmente de la región amazónica, en la intervención en los procesos productivos de las distintas etnias como son los Kichwas, Shuaras, Tsáchilas y Afro ecuatorianos y en la organización de un importante segmento de los cafetaleros, que forman un amplio tejido social y participan activamente en la vida nacional.

En la provincia de Bolívar, el COFENAC (2011) en alianzas con otras instituciones como municipios y organizaciones ha emprendido un proceso de recuperación de cafetales en las zonas de Caluma y Echeandía principalmente, con una gran aceptación por parte de los productores

En la actualidad los cultivares de café arábigo en plantaciones establecidas son susceptibles a los nematodos (*Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* sp), Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp), Piojos Blancos de la cabellera y de la raíz principal (*Geococcus coffeae* y *Dysmicoccus bispinosus*), etc (PROCAFE, 2013), éstas plagas afectan el crecimiento y la productividad de la planta

La injertación de variedades arábicas sobre patrones de café robusta es una tecnología que presenta ventajas para el control de nematodos fitoparásitos, debido a que la especie robusta es considerada como menos susceptible (Duicela et al. 2003).

Los objetivos que se plantearon en esta investigación

fueron: medir las características agronómicas que presentan las plantas de café propagadas mediante injerto hipocotiledonar; evaluar el efecto de los tres patrones para el injerto hipocotiledonar en las plantas de café arábigo; determinarlas características agronómicas que presenta cada una de las tres variedades de café arábigo y realizar un análisis económico de presupuesto parcial para determinar la rentabilidad del proceso.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló durante los años 2015-2016, en la Granja Experimental “El Triunfo” de la Universidad Estatal de Bolívar, del Cantón Caluma, Provincia Bolívar, a una altitud de 350 msnm, con una temperatura media anual de 22°C y 1100 mm de precipitación media anual (GAD municipal de Caluma, 2014), ubicada según la clasificación de L. Holdridge en el bosque húmedo montano bajo.

Se trabajó con tres variedades de café arábigo A1:Acawa, A2:Catimor y A3:Sarchimor, los dos primeros provenientes de la Universidad Estatal de Bolívar y el tercero suministrado por el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador (MAGAP) y tres de café Robusta B1: ETP-3752-6, B2: ETP-3753-13 y B3: ETP-3756-14 proveniente de la estación experimental Pichilinge del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP).

Los tratamientos utilizados se presentan en la Tabla I, siendo sometidos a un diseño de Bloques Completos al azar en arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones Una unidad experimental contó con 40 cafetos, organizados en cuatro hileras de ocho plantas. Se evaluaron 10 plantas seleccionadas al azar de la parte central de cada unidad experimental.

TABLA I
REPRESENTACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Tratamiento Nº	Código	Detalle
T1	A1B1	Acawa + ETP: 3753-13
T2	A1B2	Acawa + ETP: 3756-14
T3	A1B3	Acawa + ETP: 3752- 6
T4	A2B1	Catimor + ETP: 3753- 13
T5	A2B2	Catimor + ETP: 3756- 14
T6	A2B3	Catimor + ETP: 3752- 6
T7	A3B1	Sarchimor 1669 + ETP: 3753- 13
T8	A3B2	Sarchimor 1669 + ETP: 3756- 14
T9	A3B3	Sarchimor 1669 + ETP: 3752- 6

Las variables medidas fueron:

Días al prendimiento (DP). Esta variable se registró en días transcurridos desde la injertación hasta cuando más del 50% de las plántulas se hayan unido. Porcentaje de prendimiento de injerto (PPI). Esta variable se evaluó a los 15 días de haber injertado por la cual se contaron las plántulas prendidas en toda la parcela y se expresó en porcentaje.

Vigor del injerto (VI). Mediante observación directa, se midió el vigor del injerto en una escala propuesta por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), de 1-5 en cada tratamiento y repetición. Donde 1 representa: Plantas raquíticas, 2: Plantas con poco vigor; 3: Plantas con buen vigor; 4: Plantas con muy buen vigor y 5: Plantas de excelente vigor vegetal sin deficiencia nutricional y sanas

Altura del injerto (AI). La Altura del Injerto se evaluó en 15 plantas tomadas al azar de la parcela neta. Se midió desde la inserción del injerto hasta el ápice terminal del tallo, a los 90 y 150 días después de haber injertado y los resultados se expresaron en cm.

Número de hojas del injerto (NHI). Esta variable se registró mediante conteo directo el número total de hojas existentes, esto en 15 plantas de la parcela neta a los 90 y 150 días en cada unidad experimental.

Volumen de la raíz (VR). El Volumen de la Raíz se registró a los 150 días en cc, con la ayuda de una probeta la cual contenía un nivel de agua de 40 cc y cuando se sumergía la raíz se pudo observar el volumen de la raíz, esto se efectuó en 2 plantas al azar por parcela.

Para el análisis de las variables agronómicas de los cafetos, se efectuó análisis de varianzas, comparaciones de medias de tratamientos mediante la prueba de Tukey 0,05, un análisis de correlación y regresión lineal simple, el mismo que se tomo como variable dependiente la altura del injerto ya que esta interesa para tener mejor calidad del material a utilizar para el establecimiento de la plantación

El análisis económico de presupuesto parcial y tasa marginal de retorno (TMR), expresada en porcentaje, se calculó con la fórmula 1.

$$\text{TMR} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{CV}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

ΔBN = Incremento en el Beneficio Neto (\$/ha.).

ΔCV = Incremento en los Costos que varían (\$/ha.).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los Días al Prendimiento (DP) se pudo constatar que a los 5 días de haber realizado el injerto, las variedades y patrones estuvieron soldados en todos los tratamientos, esto se debe a que no hubo presencia de estrés, por lo que se indica que los patrones y variedades fueron compatibles.

El Vigor del Injerto (VI) que registraron las plantas después de haber realizado el injerto a los 90 y 150 días, corresponde a 5 según la escala del INIAP, pudiéndose decir que no manifestaron ningún estrés, deficiencia nutricional o ataque de plagas y enfermedades lo cual permite validar lo indicado que las plantas de café injertadas se encuentran con un vigor vegetal excelente sin deficiencias nutricionales y sanas.

En la variable PPI, mostrada en la figura 1 a los 90 días de realizado el injerto, al comparar los tratamientos en estudio, el promedio más alto presento los tratamientos T1, T2, T3 y T4 con una media del 100%. Mientras que el tratamiento 9 con 95,67% es el menor promedio. Los valores promedios de la interacción entre las variedades y patrones de café arábigo superan el 95%, lo que puede referirse que existió una compatibilidad entre los injertos y patrones.

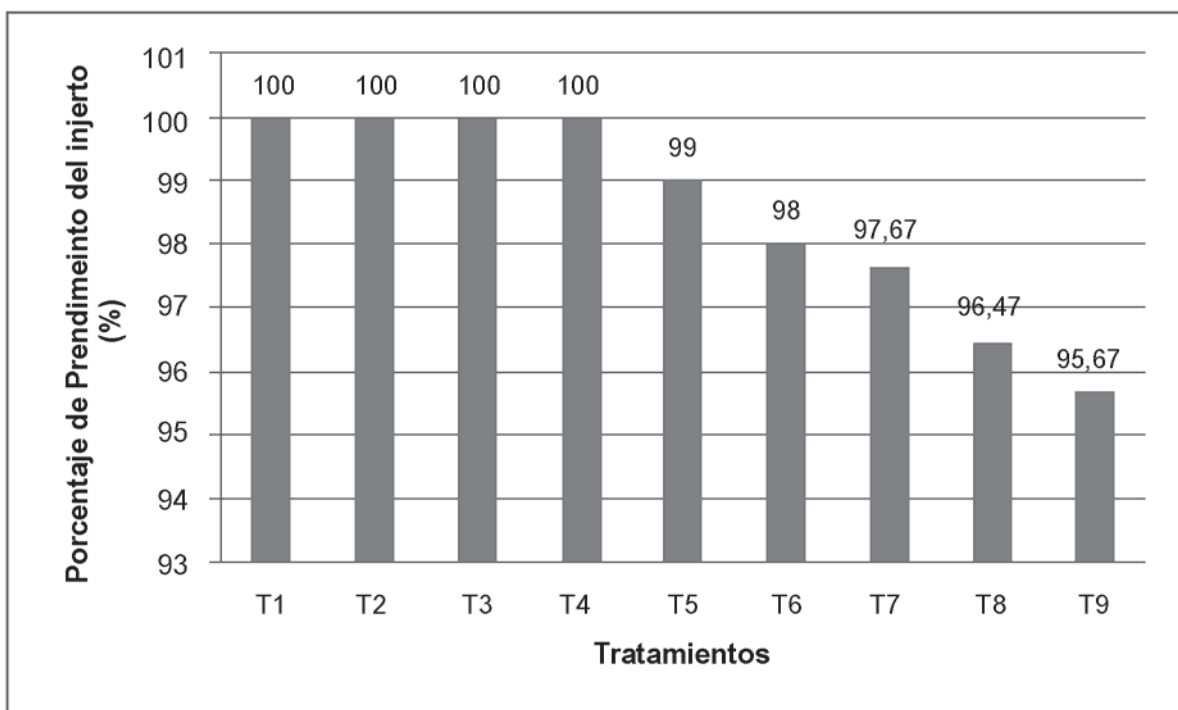


Fig. 1. Porcentaje de prendimiento del injerto (PPI) para las variedades de café Arábigo y patrones de café robusta a los 90 días

El tratamiento que obtuvo el mayor promedio de la variable altura del injerto a los 90 y 150 días fue el T9 con 9,66 y 15 cm respectivamente (figura 2). Lo que permite inferir la compatibilidad entre los injer-

tos y patrones fue muy bueno dependiendo de la fisiología de la planta y por ende del manejo y las características edáficas y climáticas de la zona

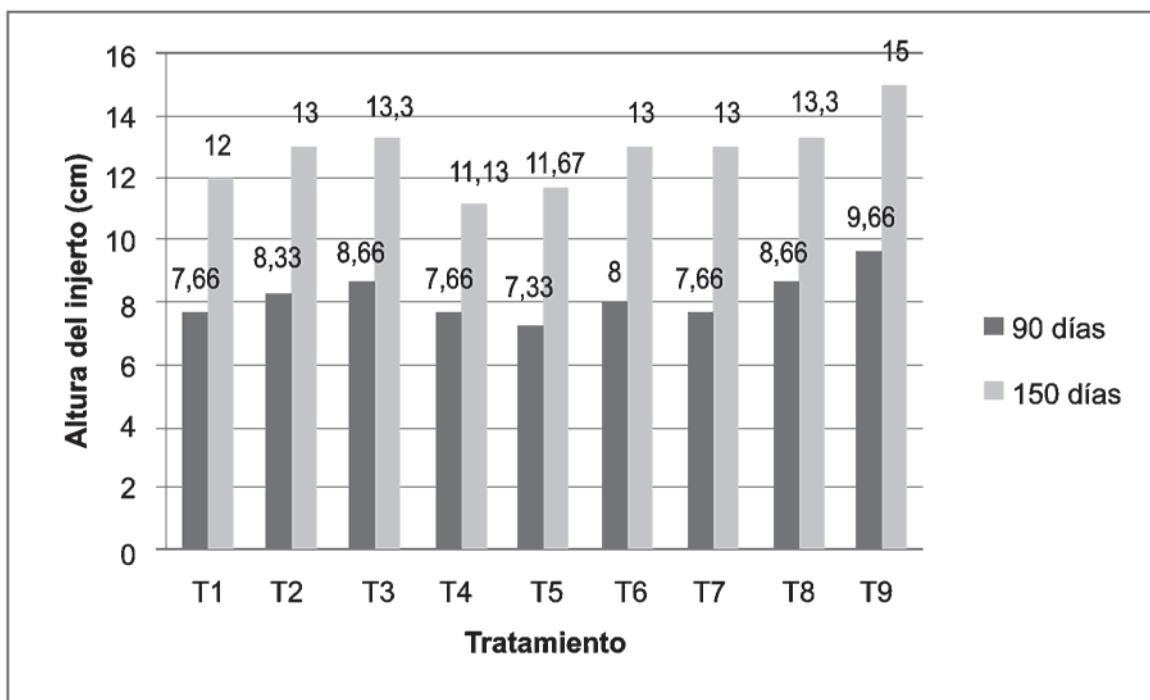


Fig. 2. Resultado de la variable Altura del Injerto (AI) a los 90 y 150 días, para las variedades de café Arábigo injertadas

Los datos que presenta la figura 3 demuestran que a los 90 días del injerto el promedio mayor de número de hojas se encontró en el T9 (Sarchimor1669 +ETP: 3752-6) con 7 hojas y en el T5 (Catimor + ETP: 3756-14) el menor promedio con 5.66.

A los 150 días de haber realizado la injertación el mayor promedio se encontró en los tratamientos T8 y T9 con 11,66 hojas. Estos resultados confirman el normal crecimiento de la planta la misma que depende del manejo, condiciones climáticas y edáficas

del lugar donde se realiza la investigación.

Romero (2012) considera que el éxito de una injertación se debe a la mano de obra con que se contó para el trabajo de injertación, al control fitosanitario que se implemente en los propagadores, manteniendo la raíz de las plantas libres de patógenos al momento de la siembra en el propagador, con aplicaciones de fungicidas cada ocho días, durante las 4 semanas que las plantas permanecieron en los propagadores. *patrones de café robusta a los 90 y 150 días.*

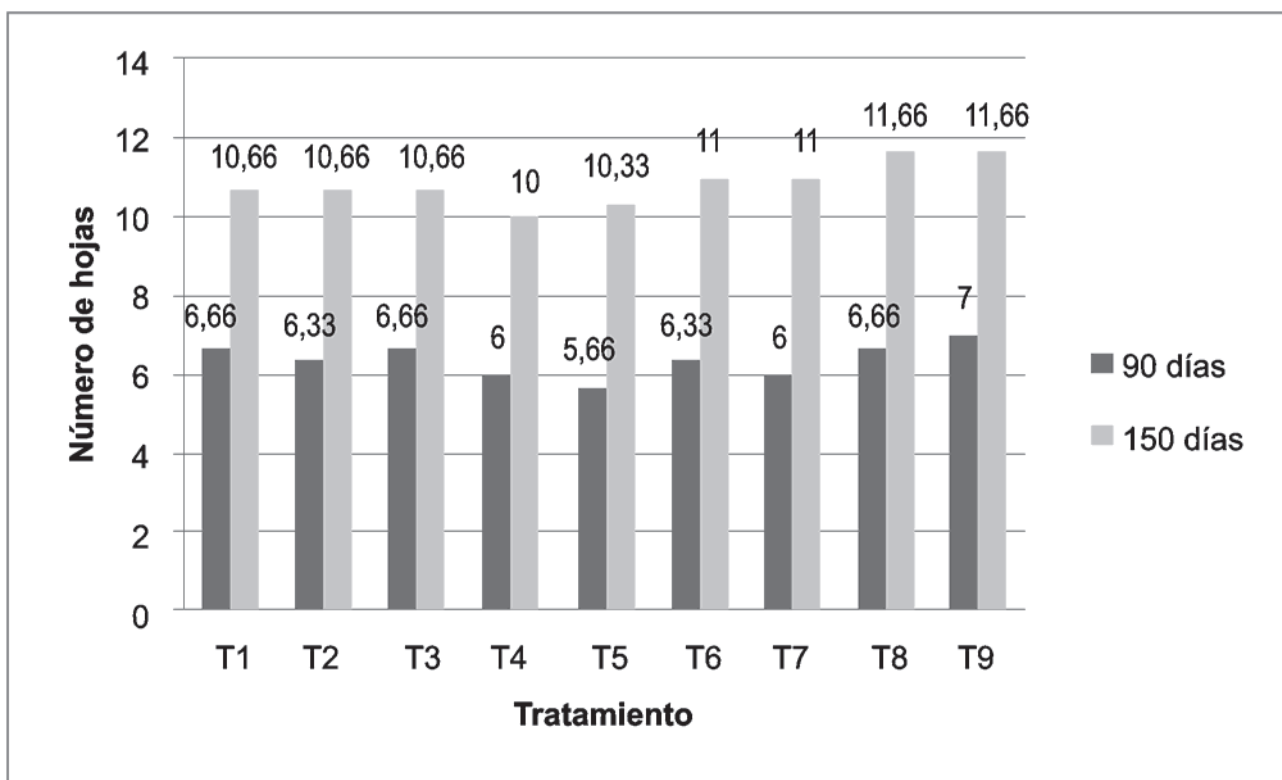


Fig. 3. Resultado de la variable Número de Hojas del Injerto (NHI) para las variedades de café Arábigo y patrones de café robusta a los 90 y 150 días.

La respuesta de las variedades y patrones de café en relación a las variables VR, al final del experimento (150 días), fue similar (NS). Sin embargo el tratamiento que tiene el mayor promedio de volumen radicular fue T9 con 8,33 cc

Se puede inferir que el volumen radicular es una variable que depende de las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, además del manejo del vivero y de las condiciones climáticas de la zona. El crecimiento de la raíz es importante para interceptar

los nutrientes y depende del aporte de carbohidratos y del estímulo causado por los niveles endógenos de fitohormonas. Dependiendo de la especie y del estado de desarrollo de las plantas en promedio del 25-50% de los fotosintatos producidos por día en la parte aérea de la planta se conducen hacia la raíz para el crecimiento y mantenimiento entre otras funciones por ejemplo la toma de nutrientes. Aproximadamente la mitad de estos carbohidratos son usados en la respiración (Álvarez, 2009)

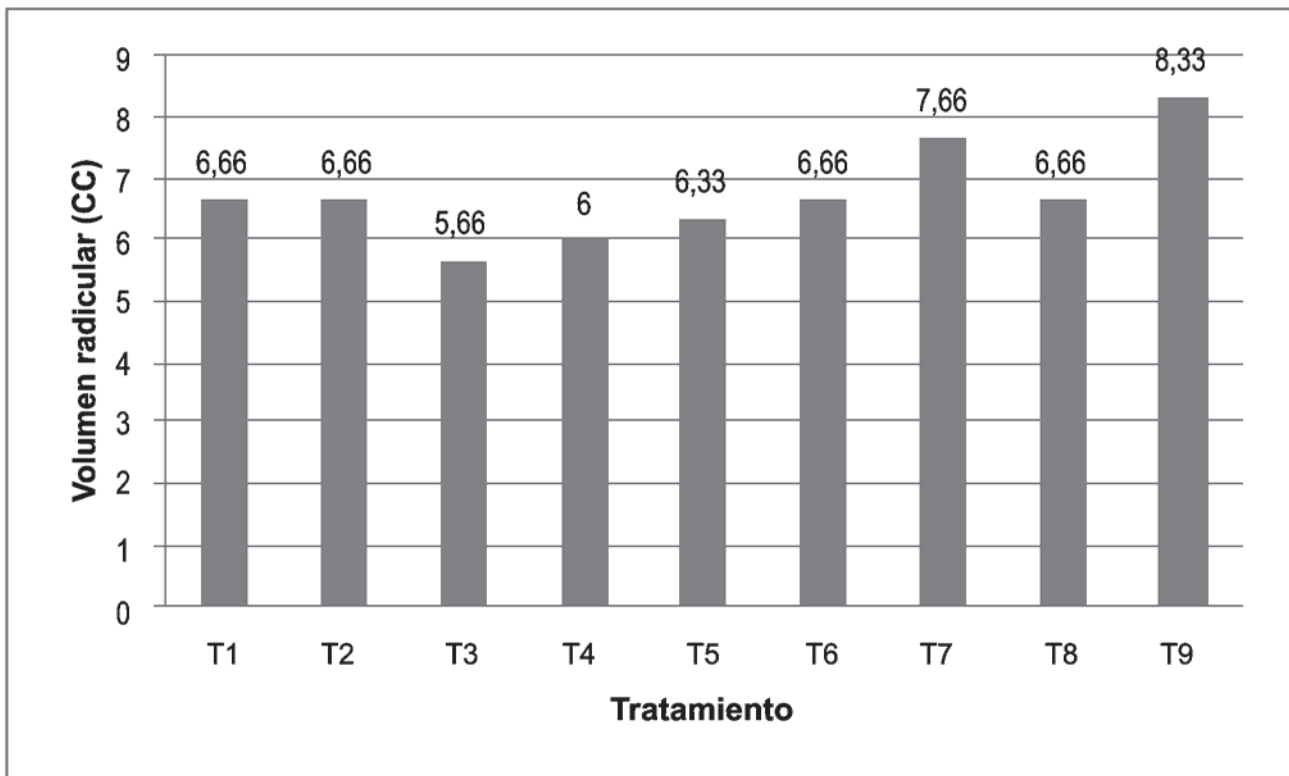


Fig. 4. Resultado de la variable Volumen de Raíz (VR) de variedades de café Arábigo y patrones de café robusta a los 150 días.

Análisis económico de presupuesto parcial

En cuanto a los beneficios económicos que se obtiene al utilizar esta tecnología, se encontró que el costo a nivel de vivero de una planta tradicional obtenida en la fase de estudio tiene un valor de 0,17 centavos de dólar; a diferencia de una planta injertada que tiene con costo de 0,22 centavos, que significa un incremento del 29% con el uso de tecnología a nivel de vivero. Estos resultados son similares a los obtenidos por Romero G. (2012) en Guatemala donde obtuvo un costo de planta de 0,25 centavos de dólar. Económicamente la mejor opción tecnológica para el cultivo de café injerto en la zona agroecológica de caluma fue el tratamiento T8: A3B2 (Sarchimor + ETP: 3756-14) con un beneficio \$ 58,50/ 120 plantas; con una TMR de 700% es decir que por cada dólar invertido en función de los costos que varían en este tratamiento se ganaría \$ 7,00

IV. CONCLUSIONES

En función a los análisis estadísticos y económicos se concluye que las variables evaluadas para los tratamientos en estudio no fueron significativas, existió una gran compatibilidad entre las variedades arábicas y los patrones del género robusta con un porcentaje de prendimiento superior al 95%. Para las variedades arábicas el mejor comportamiento agronómico y fisiológico a nivel de vivero tuvo la variedad Sarchimor 1669. Para los patrones de café robusta sobresalió numéricamente el genotipo ETP: 3752-6

V. REFERENCIAS

Álvarez, J. (2009). La eficiencia en la nutrición de los cultivos (en línea). Innovak News, México. Consultado 28 de Jul. 2011. Disponible en http://www.innovakglobal.com/periodicos_pdf/periodico_innovak_mayo09.pdf.

Castro-Caicedo B., H. Cortina-Guerrero, P. Sanchez-Arciniegas (2010). Evaluación de injertos de café sobre patrones resistentes a *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halts. Hunt. Cenicafé 61(1):46-54.

COFENAC. (2010): Informe técnico. Porto Viejo. Ecuador.

COFENAC. (2011): Diagnóstico del sector cafetalero P. 64

Duicela, L. et al. (2011): Manejo sostenible de fincas cafetaleras. 1ra edición. Manta Ecuador. Pp. 4. 16. 25. 293.

Duicela, L. et al. (2003): Tecnologías para la producción de café arábigo orgánico. Porto Viejo Manabí Ecuador. Pp. 60. 214. 269.

International Coffee Organization, (2017): Developing a sustainable coffee economy. (En línea). Disponible en http://www.ico.org/sustaindev_e.asp

PROCAFE. (2013): Análisis Sectorial de Café. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Manta. Ecuador. P 6. (En línea) Disponible en: http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/05/PROE_C_AS2013_CAE.pdf

Romero, G., (2012): Participación en el proceso de injertos tipo hypocotiledonal en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en el centro experimental Las Flores, Barberena, Santa Rosa. Previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en Gerencia agrícola de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala. P 61.