

EVALUACION DEL INJERTO HIPOCOTILEDONAL EN TRES VARIEDADES DE CAFÉ ARABIGO (*Coffea arabica* L.) A NIVEL DE VIVERO EN EL CANTON CALUMA, PROVINCIA BOLIVAR, ECUADOR

EVALUATION OF THE GRAFT HIPOCOTILEDONAL IN THREE VARIETIES OF COFFEE ARABICA (*Coffea arabica* L.) AT THE LEVEL OF NURSERY IN THE CALUMA CANTON, BOLÍVAR PROVINCE, ECUADOR

Kleber Espinoza-Mora¹, Hugo Vásquez-Coloma¹, María Toapanta-Palomino¹, Juan García-Lozano¹, Juan Jiménez-Becerra¹, Willian Chilán-Villafuerte², Zulay Niño-Ruiz¹

¹Universidad Estatal de Bolívar. Guanujo 92. Guaranda, Ecuador. kespinoza@ueb.edu.ec

²Técnico Proyectos Café – Solubles Instantáneos C.A.

RESUMEN

El café es uno de los rubros más importante como producto básico de la economía del caficultor ecuatoriano. Los tipos de café que se negocian en el mercado son: arábigos colombianos, arábicos brasileros y robustas. Sin embargo en la producción de plantas en viveros tradicionales no ha sufrido cambios significativos, a pesar de conocerse que las raíces de éstas plantas en campo son susceptibles a los nematodos (*Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* sp) y otras plagas que afectan el crecimiento y la productividad del grano; una alternativa a este problema, es la injertación de variedades arábigas sobre patrones de café robusta, tecnología que presenta ventajas para el control de nematodos fitoparásitos, debido a que la especie robusta es considerada como menos susceptible. El ensayo se condujo bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial común 3x3, con el complemento de la comparación de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey. Entre los principales resultados, se encontró que las plantas injertadas (robusta) no registraron mayores problemas sanitarios; el prendimiento de los injertos fue superior al 95%; las variables agronómicas evaluadas no registraron mayores diferencias estadísticas después de realizado el injerto. Sin embargo, se evidencio un mejor vigor en Sarchimor 1669 y como patrón destaco el genotipo ETP-3752 – 6.

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

ABSTRACT

Coffee is one of the most important commodity in the economy of the Ecuadorian grower. Types of coffee that are traded in the market are: Colombian, Arabian Arabic Brazilian and robust. However in the production of plants in traditional nurseries has not undergone changes, despite knowing that the roots of these plants in field are susceptible to nematodes (*Meloidogyne* sp and *Pratylenchus* sp) and other pests that affect growth and productivity of the grain; an alternative to this problem, is the grafting of Arabic varieties on patterns of coffee robusta, technology that has advantages for the control of plant-parasitic nematodes, since the robust species is considered as less susceptible. The trial was conducted under a complete block design to random (DBCA) factorial arrangement common 3 x 3, complemented by the comparison of means of the treatments using the Tukey test. Among the main results indicated that grafted plants (arabusta) recorded no major health problems; the arrest of the grafts was superior to 95%; the agronomic variables evaluated no recorded major statistical differences after carried out graft. However, is evidencio a better force in Sarchimor 1669 and as a pattern out the ETP-3752 - 6.

Keywords: Sustainable coffee growing, coffe arbigo, coffe robusta, graft hipocotiledonar.

INTRODUCCIÓN

El café es un producto básico para la economía mundial. Los tipos de café que se negocian en el mercado son: arábigos colombianos suaves, otros arábicos suaves, arábicos brasileros y robustas (PRO ECUADOR, 2013). La producción mundial de café en la actualidad está comprendida en alrededor de los 151 millones de sacos de 60 kg, donde la especie arábica representa el 63% y la especie robusta el 37% (OIC, 2017).

Para el Ecuador, el cultivo de café 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, es 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 (Duicela L. y Corral R.2009).

De acuerdo a estadísticas de PROECUADOR (2013), confirma que en la provincia de Bolívar, se cultivan una gran variedad de productos agropecuarios de manera transitoria, el café arábigo ocupa la superficie de 11.540 ha. Correspondiente a un (14%), distribuidas en las zonas de Echeandia (162 ha), Caluma (79 ha), Chillanes (162 ha) y Guaranda (50 ha).

En la actualidad el vivero tradicional no ha sufrido cambios significativos a pesar de conocer que las raíces de éstas plantas en el campo 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*), éstas plagas afectan el crecimiento y la productividad (ANACAFE, sf) Por tal razón, es importante señalar que ésta producción de plantas (vivero tradicional), debería ser sustituida urgentemente por la práctica de la injertación, la cual permite prevenir los efectos negativos que le causan al cafeto las plagas del suelo. La injertación consiste en la inserción de la yema apical de una variedad comercial de café de la especie arábigo, sobre el tallo de la especie canephora, la cual es utilizada como porta-injerto.

La injertación de variedades arábigo 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 como lo confirma Enríquez G. y Duicela L. (2014). Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron: medir el efecto de tres patrones para el injerto hipocotiledonal en café arábigo; evaluar tres variedades de café arábigo para el injerto hipocotiledonal y estudiar la interacción patrones y variedades para la producción de plántulas de café arábigo en vivero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

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 2945 mm de precipitación media anual (GAD municipal de Caluma, 2014), ubicada en el piso subtropical lo que corresponde a bosque montano bajo húmedo según la clasificación ecológica de L. Holdridge.

Se utilizó 3 cultivares de café robusta como patrón y 3 variedades de café arábigo como porta injerto, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Variedades De Café Arabiga Y Cultivares De Robusta Utilizados En La Experiencia.

N°	Código	Institución de selección	Origen accesión	Tipo café	Origen Germoplasma
1	Catimor	Universidad Estatal de Bolívar	Colección	Arábigo	Bolívar-Ecuador
2	Sarchimor 1669	Universidad Estatal de Bolívar	Colección	Arábigo	Bolívar-Ecuador
3	Acawa	MAGAP	SD	Arábigo	Brasil
4	ETP-3752-6	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
5	ETP-3753-13	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
6	ETP-3756-14	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador

SD: Sin dato

Para los tratamientos se realizó Diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones como se detalla en la tabla II. Una unidad experimental contó con 40 cafetos, organizados en cuatro hileras de cinco plantas. Se evaluaron 10 plantas de la parte central de cada unidad experimental.

Tabla 2. Diseño Experimental Empleado.

Tratamiento N°	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

VARIABLES MEDIDAS

Se midió: los Días al Prendimiento (DP) registrando los días transcurridos desde la injertación hasta cuando más del 50% de las plántulas se hayan unido; el Porcentaje de Prendimiento de Injerto (PPI), el cual 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; el Vigor del Injerto (VI), medido mediante observación directa empleando una escala propuesta por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), de 1-5 según se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Valoración Del Vigor Del Injerto.

ESCALA	DESCRIPCIÓN
1	Plantas raquílicas
2	Plantas con poco vigor
3	Plantas con buen vigor
4	Plantas con muy buen vigor
5	Plantas de excelente vigor vegetal sin deficiencia nutricional y sanas

La Altura del Injerto (**AI**), expresada en cm 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; el Número de Hojas del Injerto (NHI) 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; el Volumen de la Raíz (VR), expresado en cm^3 se registró a los 150 días, por desplazamiento de volumen de agua de una probeta de 40 cm^3 , esto se efectuó en 2 plantas al azar por parcela.

Para el análisis de las variables productivas y agronómicas de los cafetos, se efectuó análisis de varianza. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evidencio un excelente vigor de planta a los 150 días y sin deficiencias nutricionales; además los tratamientos no registraron diferencias estadísticas en cuanto al prendimiento de los cafetos (<95%), evidenciándose este resultado a los cinco días de haber realizado el injerto, resultados exitosos como los obtenido por Estelita S. (2016) en Perú. La respuesta de los tratamientos donde interactúan los patrones de café robusta vs los injertos de café arábica se muestra en la Tabla IV,

donde se indican los promedios de las variables agromorfológicas de los cafetos a los 150 días de injertados:

Tabla 4. Valores Promedios de características agromorfológicas de cafetos injertados a nivel de vivero a los 150 días de injertado.

Tratamientos	Variedad	Patrón	Altura de planta		Diámetro de tallo		Número de hojas		Largo de hojas		Ancho de hojas		Área foliar		Largo de raíz		Volumen de raíz	
			cm	SE	cm	SE	N°	SE	cm	SE	cm	SE	cm ²	SE	cm	SE	cm ³	SE
1	Acawa	ETP-3753-13	12,4	ab	4,8	a	11,2	a	11,6	ab	5,3	a	61,9	a	24,3	a	7,5	a
2	Catimor	ETP-3753-13	13,3	ab	5,1	a	11,2	a	11,5	ab	5,2	a	60,2	a	20,7	a	7,8	a
3	Sarchimor	ETP-3753-13	13,8	ab	5,2	a	11,3	a	11,8	ab	5,2	a	61,4	a	24,7	a	6,7	a
4	Acawa	ETP-3756-14	11,0	b	4,7	a	10,7	a	11,3	ab	6,1	a	68,7	a	22,2	a	6,3	a
5	Catimor	ETP-3756-14	12,0	ab	4,7	a	10,9	a	11,1	b	5,0	a	55,6	a	22,8	a	7,3	a
6	Sarchimor	ETP-3756-14	13,1	ab	4,7	a	11,5	a	11,8	ab	5,0	a	59,6	a	22,8	a	7,0	a
7	Acawa	ETP-3752-6	12,7	ab	5,2	a	11,3	a	11,7	ab	5,5	a	64,7	a	24,2	a	8,7	a
8	Catimor	ETP-3752-6	13,6	ab	5,1	a	11,7	a	11,7	ab	5,2	a	60,6	a	20,3	a	7,5	a
9	Sarchimor	ETP-3752-6	15,4	a	5,4	a	11,8	a	12,8	a	5,5	a	70,1	a	22,3	a	9,0	a
Valor mínimo			11,0		4,7		10,7		11,1		5,0		55,6		20,3		6,3	
Valor Máximo			15,4		5,4		11,8		12,8		6,1		70,1		24,7		9,0	
Media			13,0		5,0		11,3		11,7		5,3		62,5		22,7		7,5	
Error típico			0,412		0,087		0,122		0,156		0,114		1,524		0,514		0,290	
Varianza de la muestra			1,531		0,069		0,135		0,218		0,116		20,901		2,378		0,757	
Desviación estándar			1,237		0,262		0,367		0,467		0,341		4,572		1,542		0,870	

SE: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En cuanto a la altura de planta, se evidencio que para el factor de Variedades y patrones hubo diferencias estadísticas ($P < 0,01$) donde destaca el tratamiento Sarchimor + ETP-3752-6 que fue ligeramente superior frente a los demás tratamientos en estudio, presentando un incremento del 40% frente al tratamiento de menor valor promedio; estos resultados coinciden a los obtenidos por Romero F. (1999) en la provincia de Los Ríos, donde destaca el material de robusta. Estos resultados son similares a los obtenidos por Estelita S. (2016) en Perú, donde evaluó diez variedades de arábica. Sin embargo, para las variables diámetro del tallo y numero de hojas no se registraron diferencias estadísticas al realizar la prueba de Tukey (0,05), pero se evidenció que Sarchimor y el cultivar ETP-3752-6, fueron ligeramente superior frente a los demás tratamientos, como se indica en la Tabla IV; esta diferencia se manifiesta por las características propias de los materiales mencionados donde se conoce que la variedad Sarchimor 1669 es una variedad rustica y con una buen adaptabilidad a diferentes agroecosistemas del país, como lo indica Amores et al. (2004).

Al evaluar la variable, largo de hoja, se pudo apreciar que el rango promedio estuvo comprendido entre 11,1 cm (Catimor + ETP- 3756-14) a 12, 8 cm (Sarchimor a669 + ETP-3752,6), una vez realizado el análisis de varianza se pudo constatar que hubo diferencias estadísticas para el factor de variedades ($P < 0,01$) y patrones ($P < 0,05$), pero no para la interacción de factores, lo que evidencia la influencia de las dos especies en el largo de hojas. Sin embargo, para el ancho de hoja no se constató diferencias estadísticas en los tratamientos en estudio y los valores promedios estuvo comprendido entre 5,0 a 6,1 centímetros.

También se evaluó la longitud y volumen de raíz, para establecer la influencia del café robusta en la raíz de los cafetos injertados, al realizar el análisis de varianza se pudo constatar que no se hubo diferencias estadísticas en ambas variables. Los valores para longitud de raíz estuvieron comprendidos entre 20,3 cm (Catimor + ETP- 3752-6) a 24,7 cm (Sarchimor 1669 + ETP- 3752-13). Respecto del volumen de raíz, los valores promedios estuvieron comprendidos entre 6,3 cm³ (Acawa + ETP- 3756-14) a 9,0 cm³ (Sarchimor 1669r + ETP- 3752-6), como se indica en la Tabla IV.

Tabla 5. Matriz de correlaciones lineales de variables agromorfológicas de cafetos injertados a nivel de vivero.

Variables	Altura de planta	Diámetro tallo	Número de hojas	Largo de hoja	Ancho de hoja	Área Foliar
Altura de planta	1					
Diámetro tallo	0,706**	1				
Número de hojas	0,814**	0,529	1			
Largo de hoja	0,879**	0,567	0,684**	1		
Ancho de hoja	0,116	0,249	0,079	0,066	1	
Área Foliar	0,536	0,494	0,402	0,557	0,865**	1

En la Tabla 5, se observan las correlaciones lineales de Pearson al 0,05 de significancia estadística, que permite determinar que la altura del cafeto injertado se asocia positivamente con las variables: diámetro del tallo, número de hojas y largo de hoja ($P < 0,01$), coincidiendo con

resultados obtenidos por Plaza L. (2015), que manifiesta que la asociación positiva de variables agronómicas incide en la producción potencial de los cafetos.

En cuanto a los beneficios económicos que se obtiene al utilizar esta tecnología, 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.

Esta tecnología, es una práctica que ayuda al incremento de la productividad y del manejo integrado de plagas y enfermedades y constituye un paso en el proceso de tecnificación del cultivo en los diferentes sistemas agroecológicos del país, además de tener disponible la tecnología para el manejo de nematodos. Con estos resultados preliminares se necesita conocer la tolerancia o resistencia a los nematodos de los cafetos injertados a nivel de campo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos el injerto hipocotiledonal es una tecnología de fácil acceso y bajo costo para los caficultores del país, además que aporta a la tolerancia de algunos problemas radiculares como nematodos. La compatibilidad de las dos especies resulto ser mayor al 95% lo que minimiza los costos al obtener un buen prendimiento patrón-injerto.

De los 3 cultivares de café robusta empleados como patrón y las 3 variedades de café arábigo como porta injerto se detectó a nivel de vivero que la variedad arábigo Sarchimor 1669 combinado con el cultivar ETP- 3752-6 fue la más destacada, al obtener una altura de planta promedio de 11,8 cm, variable correlacionada positivamente con el número de hojas, diámetro del tallo y largo de la hoja. Siendo el costo promedio en vivero de una planta injertada de 22 centavos de dólar, lo que representa solo un 29% de incremento con respecto a la planta tradicional de semilla y considerando las ventajas del manejo integrado de plagas y enfermedades se visualiza que esta tecnología es prometedora y constituye un paso en el proceso de tecnificación del cultivo en los diferentes sistemas agroecológicos del Ecuador.

V. REFERENCIAS

- Amores P, F; Duicela Guambi, LA; Corral Castillo, R; Guerrero C, H; Vasco M, A; Motato Alarcón, N; Solórzano L, G; Zambrano Azúa, L; Aveiga Z, TR; Guedes C, R. 2004. Variedades mejoradas de café arábigo: Una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador. Quevedo, EC. INIAP, COFENAC, PROMSA, MAG. 26 p. (Boletín Técnico n° 113).
- ANACAFE. (sf). Asociación Nacional de Café. –ANACAFE. (En línea) Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Los_injertos_del_cafe
- Duicela L. y Corral R. 2009. Café y ambiente. COFENAC - GTZ. Manta Ecuador. Pp. 4.
- Duicela, L. 2011. Manejo sostenible de fincas cafetaleras. Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión en la calidad en las organizaciones de productores. Manta Ecuador. Pp. 4. 16. 25. 293.
- Enríquez G. y Duicela L. 2014. Guía técnica para la producción y poscosecha de café arábigo. COFENAC-SICA. 286 pag.
- Estelita S. 2016. Comportamiento en vivero de seis variedades de café injertadas sobre *Coffea canephora* var. robusta en San Ramón (Chanchamayo). Previo a la obtención de título Ingeniero Agronomo de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Peru, 80 pag.
- OIC. 2017. Informe del mercado de café. Organización Internacional del Mercado de café, abril, 2017. Recuperado de www.ico.org.
- Plaza, F., Loor, R., Guerrero, H., y Duicela, L. 2015. Caracterización fenotípica del germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. ESPAMCIENCIA. 6(1):7-13.
- PROECUADOR. 2013. Dirección de inteligencia comercial e inversiones. Análisis sectorial de café. Instituto de promoción de exportaciones e inversión. P. 1-7.
- Romero F. 1999. Fuentes de resistencia al nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, en 15 clones de café robusta. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos, Ecuador, pág. 1-5.
- 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, 61pp.