

MEMORIA TÉCNICA DE INVESTIGACIONES

CEDICAFÉ
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CAFÉ

RENOVACIÓN DE CAFETALES

2016-2021

Reproducción vegetativa del cafeto

Oscar Guillermo Campos Almengor
Cedicafé-Anacafé

Introducción

A partir de 1871, el cultivo del cafeto cobra auge en Guatemala y se convierte en el renglón más importante de la economía nacional, pasando a ocupar el primer lugar de los productos de exportación.

En la actualidad, Anacafé reporta la existencia de 125,000 productores que cultivan el grano en 436,463 manzanas (305,000 Has.), área que representa el 2.8 % del territorio nacional, distribuida en 204 municipios, poniendo en relieve la importancia que el cultivo tiene en el desarrollo social y económico del país

Por las características ecológicas muy especiales de las áreas de producción y el cultivo de variedades tradicionales muy apreciadas por su alta calidad, entre las que destacan Bourbon, Typica, Caturra, Catuai, Maragogipe, el café de Guatemala ha ganado renombre en el ámbito internacional.

La presencia de la roya anaranjada del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk et Br., cambio el escenario de la caficultura, por la susceptibilidad de las variedades cultivadas al patógeno. Hasta antes del año 2012, se reportaron índices de infección por roya relativamente bajos, permitiendo su manejo con niveles de infección económicamente tolerable.

La presión de la roya se acentuó en el parque cafetalero nacional después del año 2012, alcanzando niveles altos de incidencia y severidad, causando cuantiosas pérdidas al sector cafetalero.

Por constituir la forma más efectiva para reducir los impactos causados por el patógeno, la lucha contra la roya, debe enfocarse en el marco de Manejo Integrado. Estructuralmente el Manejo Integrado de la roya (MIR), comprende estrategias como: muestreo, prácticas culturales (control de malezas, nutrición, manejo de tejido y manejo de la sombra), control químico, y Mejoramiento genético (variedades resistentes).

Desde finales de los años sesenta del siglo pasado, cobró auge el mejoramiento genético de *C. arábica*, destacando entre sus logros la obtención de genotipos con características agronómicas promisorias para enfrentar el problema de la roya. De esta cuenta, el mejoramiento genético se convierte en una importante estrategia para mejorar rendimientos, calidad y la resistencia o tolerancia al ataque de la roya.

En años más recientes, la introducción de híbridos de **C. arábica** reproducidos asexualmente a través de la técnica de embriogénesis somática, se ha convertido en una opción importante en la lucha contra la roya.

Por su alto costo, los híbridos de **C. arabica** reproducción in vitro, no están al alcance de la mayoría de caficultores, limitándose su difusión y beneficios.

Entre las variedades de **C. arábica** reproducidas por esta vía - in vitro-, destacan las descendencias del cruzamiento de Caturra por el Híbrido de Timor CIFC 832/1 CIFC, conocidas genéricamente como "Catimores", y las del cruzamiento de Villa Sarchí por el Híbrido de Timor, CIFC 832/2 conocidas como "Sarchimores".

Cierto número de materiales mejorados, pueden reproducirse por vía sexual a través de semillas, existiendo además la reproducción asexual a través de la reproducción de plantas in vitro, conocida como embriogénesis somática, conocida también como embriogénesis asexual, donde se desarrollan plantas a partir de tejidos de ápices radiculares, hipocótilos, peciolo, pedúnculos, hojas jóvenes y, en general, tejidos y órganos con características embrionarias. (GUPTA P. K. TIMMIS R. 2005), (MALABADI R. B., VAN STANDEN JO., 2005)

En años recientes, se han introducido al país genotipos promisorios desarrollados asexualmente, destacando los híbridos H1, muy apreciados por sus características de resistencia a la roya, buena adaptación, vigor, alto rendimiento y excelente taza.

Objetivos

El objetivo del estudio se enfocó en poner a disposición de los caficultores, dos métodos de reproducción vegetativa de genotipos o híbridos de **C. arabica** L., como alternativa para luchar contra la roya del café **H. vastatrix**, en regiones con o sin presencia de nematodos parasíticos de la raíz del cafeto.

Localización

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Investigaciones en Café, de CEDICAFE, localizado en finca Buena Vista, en el municipio de San Sebastián, en el departamento de Retalhuleu.

El sitio del estudio se encuentra ubicado a 14° 33' 40" Latitud Norte y 91° 38' 35" Longitud Oeste, a una altitud de 475 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Los registros promedio anual de las condiciones climáticas, son de 4,850 mm., de lluvia, temperaturas de 26.4 °C y humedad relativa de 73.17 %.

Reproducción vegetativa sin injerto

Materiales y métodos

Instalaciones primera fase de aclimatización

Se utilizó un invernadero artesanal de 15 metros de largo por 5 metros de ancho, tipo dos aguas, con 4 tablonos o propagadores de 5.70 metros de largo por 1.20 metros de ancho, con una profundidad de 0.30 metros.

En los tablonos se colocó en el fondo una base de 15 centímetros de piedrín y sobre esta otra con arena azul de 15 centímetros.

Micro túneles

Para cubrir los propagadores se construyeron micro-túneles con una altura de 1.45 metros, utilizando tubos de PVC de 1 ¼ de pulgada de diámetro y plástico transparente como cobertor.

Riego por microaspersión

Cada micro-túnel contó con un sistema de riego por micro-aspersión con 9 aspersores cada uno. Se programaron 6 riegos por día, con una frecuencia de 2 horas entre riego, iniciando a partir de las 7:00 horas.

Enramada o tapesco

Para la segunda fase de aclimatización de las plantas, se construyó una enramada o tapesco, utilizando materiales de bajo costo como bambú, hoja de palma africana y alambre.

Metodología de la reproducción vegetativa sin injerto

Primera fase:

Desinfección de los tablonos o propagadores

Una semana antes de la siembra de los esquejes, los tablonos propagadores se desinfectaron con una solución de 4 onzas (113.5 grs.) del fungicida Banrot 40 WP (Triazol + Metil Tiofanato) en 200 litros de agua, utilizándose una regadera para asegurar un mojado uniforme de la superficie de los propagadores.

Selección del material vegetativo

Se trabajó con brotes verticales de una recepa de 2 años del cultivar Costa 95, colectados el 22 de febrero del 2010 en la finca San Isidro, en el municipio de

Mazatenango, Suchitepéquez. Los brotes seleccionados con una longitud promedio de 30 centímetros, se dividieron en estrato bajo, medio y alto.

En promedio los esquejes de los 3 estratos quedaron con una longitud promedio de 9 centímetros. La “punta” del brote por tener un tejido muy succulento o “tierno” no se tomó en cuenta para la evaluación. Los cortes de los esquejes se realizaron un centímetro arriba del entrenudo, cortando dos tercios del par de hojas de cada entrenudo para proceder a su siembra en el propagador.

Siembra de esquejes en el propagador

La siembra de los esquejes se realizó una semana después de la desinfección de los propagadores. La siembra se realizó en hilera en forma transversal, con un distanciamiento de 10 centímetros entre esquejes. Después de la siembra, los propagadores se cubrieron con un plástico transparente para formar el micro-túnel con el fin de aclimatar los esquejes.

Diseño estadístico

Para realizar el estudio no se utilizó diseño experimental. Para formar los tratamientos, el material vegetativo (brotes) se clasificó en estrato bajo, medio y alto para medir las variables vegetativas.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
1	Esqueje de la parte del brote
2	Esqueje de la parte media del brote
3	Esqueje de la parte alta o terminal del brote

Medición de variables en los esquejes

- Brotes promedio por esqueje
- Número de yemas promedio
- Altura media del brote
- Número de hojas promedio
- Número de callos promedio
- % promedio de plantas con raíz
- Número de pivotantes promedio
- Largo promedio de la raíz
- % de plantas muertas

- Número de cruces promedio
- Porcentaje peso seco de los esquejes

Programa fitosanitario

Con frecuencia semanal, se realizaron aspersiones para la protección fitosanitaria de los esquejes. Se alternaron los fungicidas Folpan 48 SC en dosis de 1 centímetro cubico por litro, y Pronto 50 WP en dosis de 1 gramo por litro de agua, adicionándose a la mezcla 1 centímetro cubico del insecticida piretroide Decis EC.

Lecturas y tamaño de muestra.

Las lecturas como se describe en el Cuadro 2, se iniciaron cuando se notó la presencia de brotes en los esquejes, tomando en cada lectura una muestra de 40 esquejes para cada tratamiento.

Cuadro 2. Lectura de variables

Lectura No.	Fecha	Días después de la siembra (ddds)
1	4 junio 2010	103
2	10 agosto 2010	169
3	22 septiembre 2010	212

Resultados y discusión

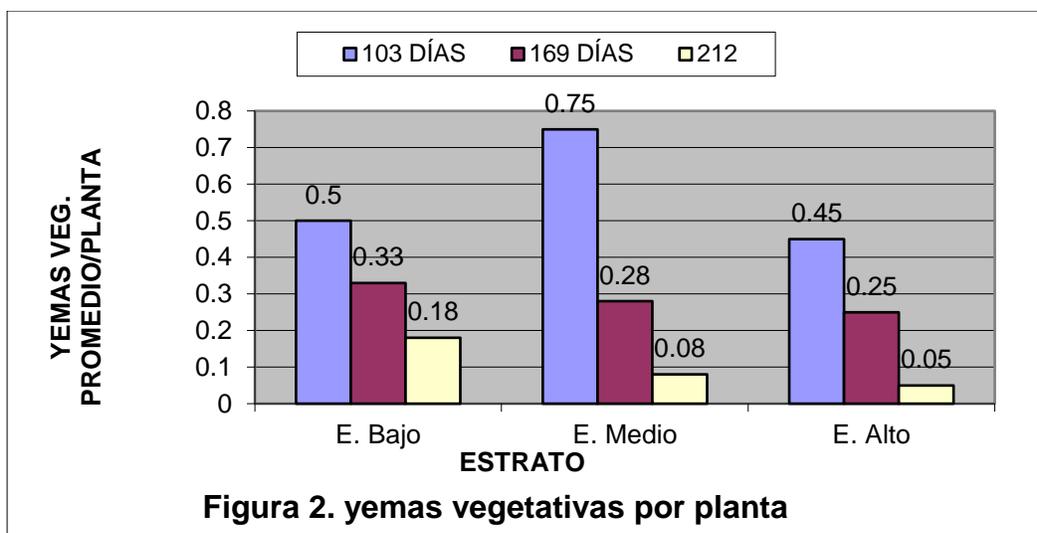
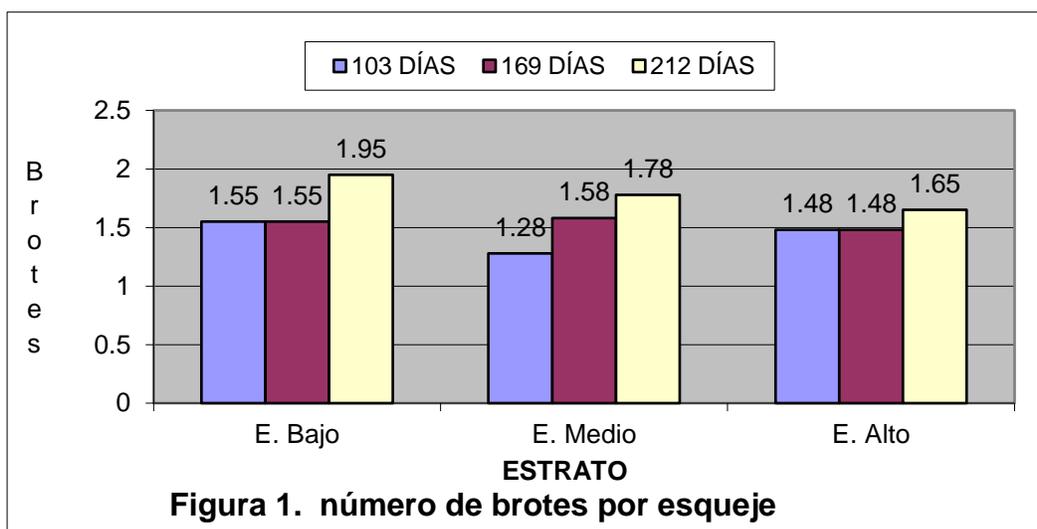
Se presentan los resultados de los 3 tratamientos evaluados (esquejes de la parte basal o baja, media y terminal). En el Cuadro 3 y figuras 1 y 2, se reporta la respuesta de las variables número de brotes y yemas vegetativas durante las 3 lecturas.

Cuadro 3. Brotes y yemas vegetativas promedio por planta

Días después de la siembra	Media de brotes por esqueje			Media de yemas vegetativas por esqueje		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto
103	1.55	1.28	1.48	0.5	0.75	0.45
169	1.55	1.58	1.48	0.33	0.28	0.25

212	1.95	1.78	1.65	0.18	0.08	0.05
-----	------	------	------	------	------	------

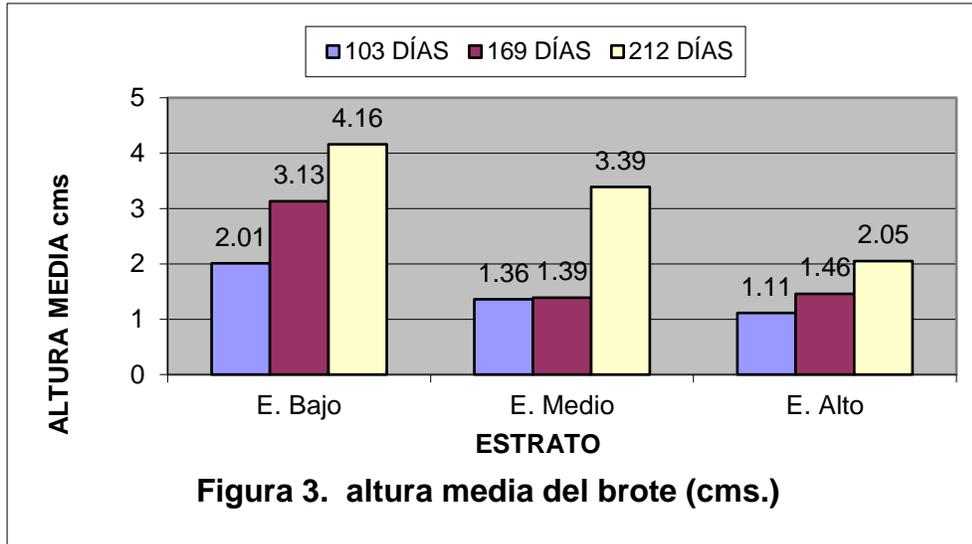
El comportamiento del número de brotes y yemas vegetativas por esqueje, indica que en las 3 lecturas, el tratamiento 1 correspondiente a la parte baja o basal del brote, reportó el mejor desarrollo en brotes y en yemas vegetativas, con valores promedio de 1.95 y 0.18 respectivamente (Cuadro 3 y Figuras 1 y 2). La variable yemas vegetativas por esqueje, en el estrato medio a los 103 días reportó un mayor número de yemas, pero en las lecturas a los 169 y 212 días se estableció que no lograron desarrollarse.

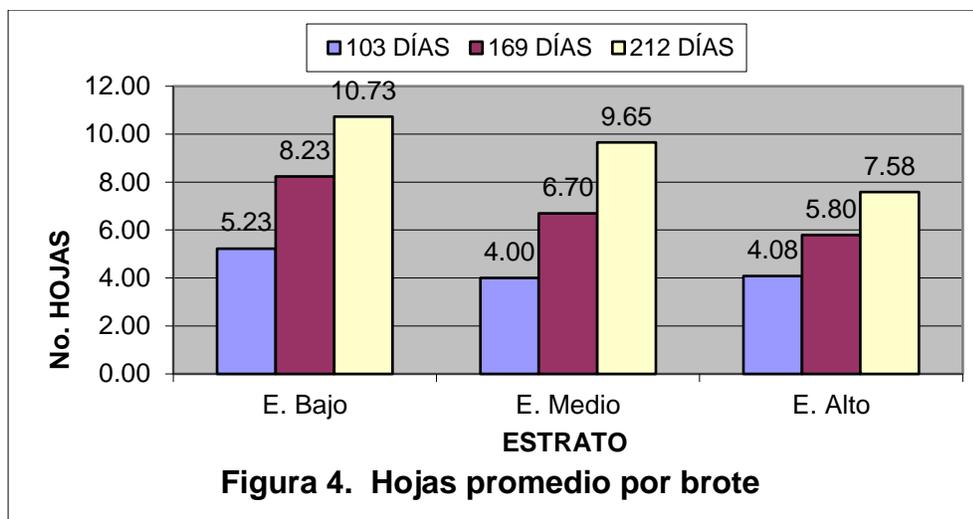


Cuadro 4. Altura media de los brotes y numero de hojas por esqueje

Días después de la siembra	Altura media del brotes (cms)			Número de hojas por esqueje		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto
103	2.01	1.36	1.11	5.23	4.00	4.08
169	3.13	1.39	1.46	8.23	6.70	5.80
212	4.16	3.39	2.05	10.73	9.65	7.58

En el Cuadro 4 y Figuras 3 y 4, se presenta el comportamiento de las variables altura media en centímetros de los brotes y número de hojas por esqueje.



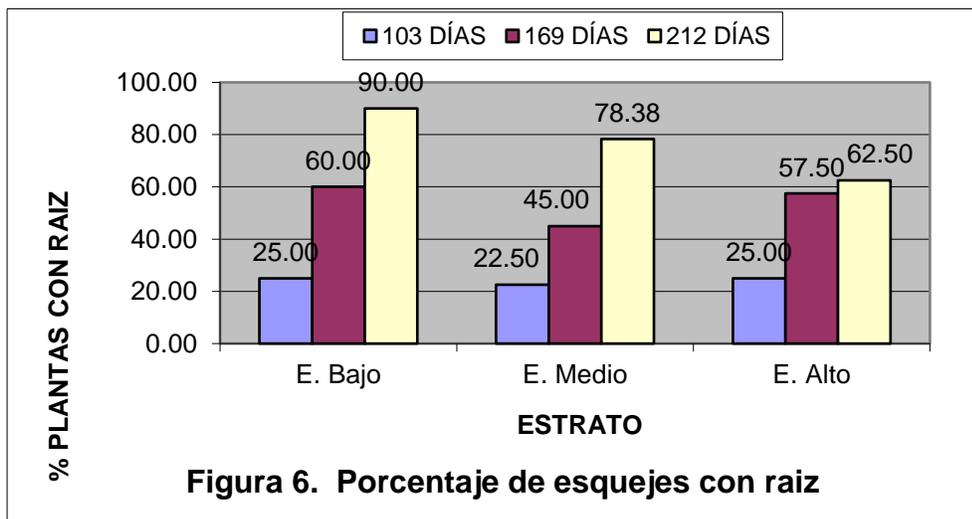
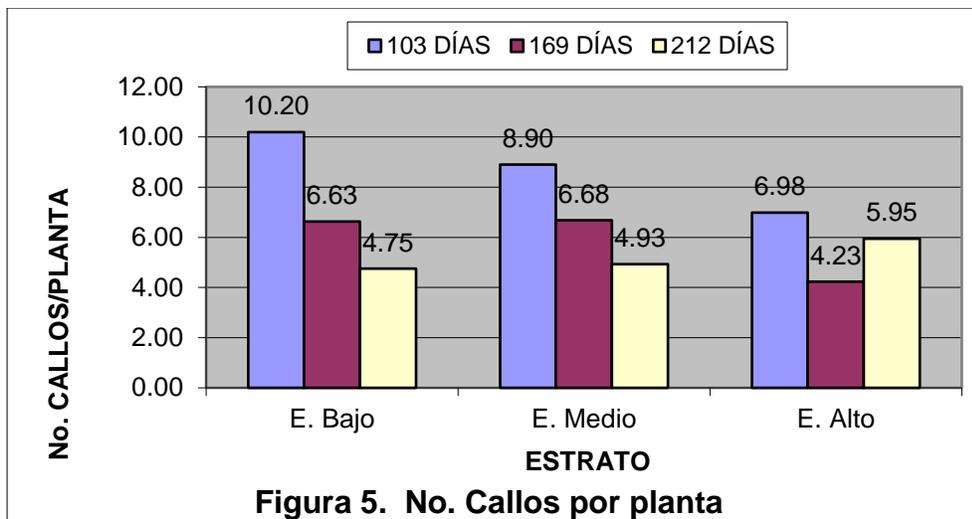


Para estas variables, el estrato bajo reportó el mejor desarrollo en ambas variables con una altura media de 4.16 centímetros de los brotes y de 10.73 hojas., (Cuadro 4 y Figuras 3 y 4).

Cuadro 5. Numero promedio de callos y porcentaje de esquejes con raíz

Días después de la siembra	Número de callos por brote			Porcentaje plantas con raíz		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto
103	10.20	8.90	6.98	25.00	22.50	25.00
169	6.63	6.68	4.23	60.00	45.00	57.50
212	4.75	4.93	5.95	90.00	78.38	62.50

En la tercera lectura se estableció que la variable número de callos reportó una ligera superioridad del estrato alto, con un promedio de 5.95 callos contra 4.93 del estrato medio, y 4.75 del estrato bajo. Estos resultados muestran un comportamiento inverso al observado en las variables ya descritas.

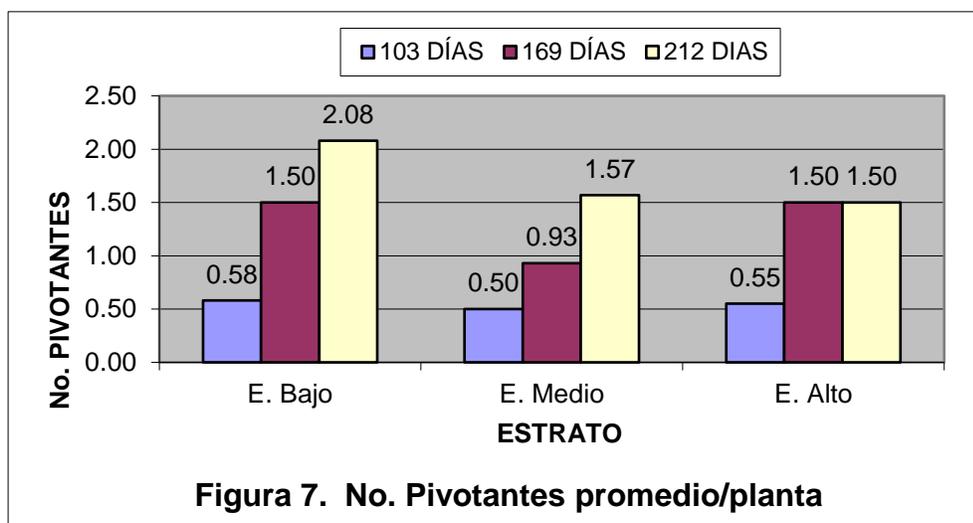


La variable correspondiente al porcentaje de esquejes con raíz, reporto 90 % para el estrato bajo, 78.38 % para el medio y 62.50 % para el alto o terminal. Con estos porcentajes, la lectura de los 212 días después de la siembra de los esquejes, indica que el mayor número de callos reportados en el estrato alto en la primera y segunda lectura, no tuvo correspondencia con el porcentaje de esquejes con raíz, donde reportó el menor porcentaje.

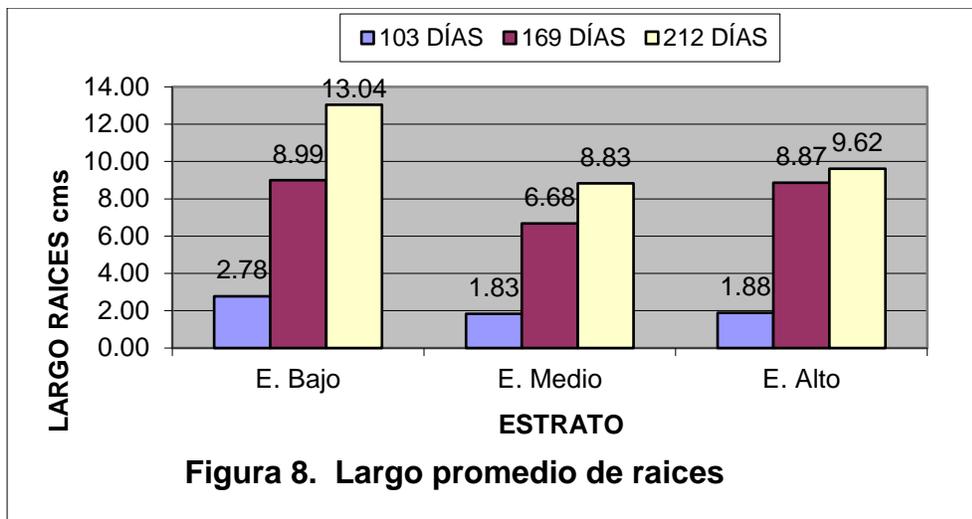
Cuadro 6. Numero de pivotantes y largo de raices por esqueje

Días después de la siembra	Número pivotantes por esqueje			Largo de raíces por planta		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto
103	0.58	0.50	0.55	2.78	1.83	1.88
169	1.50	0.93	1.50	8.99	6.68	8.87
212	2.08	1.57	1.50	13.04	8.83	9.62

Las variables número de pivotantes y largo de raíces por esqueje, son complementarias al porcentaje de esquejes con raíz. En estas mediciones, en el estrato bajo en promedio se desarrollaron 2.08 raíces pivotantes, 1.57 en el estrato medio y 1.50 en el estrato alto (Cuadro 6 y Figura 7).

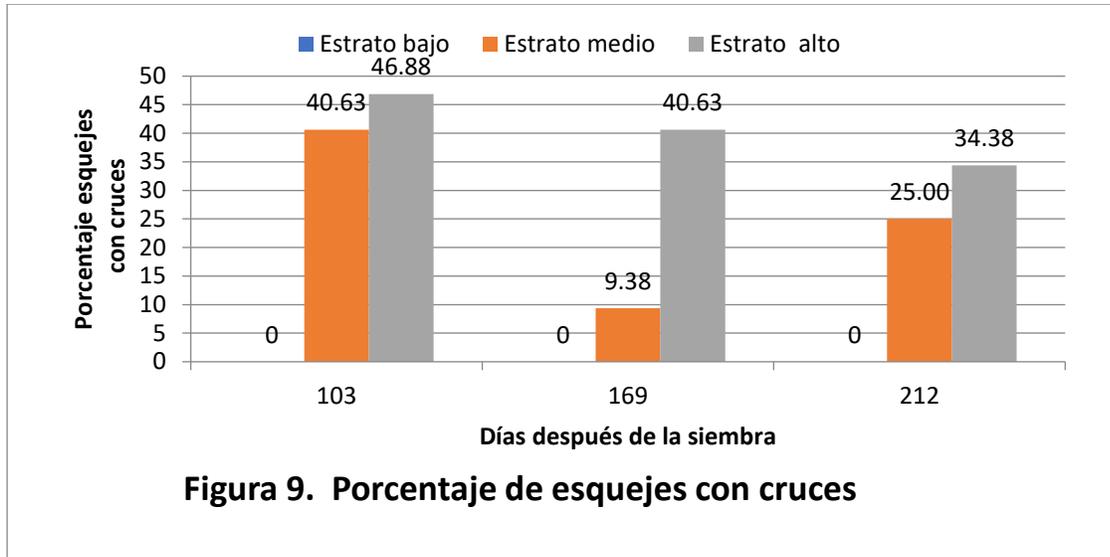


La variable largo de raíces tuvo un mejor desempeño en el estrato bajo con 13.04 centímetros, contra 9.62 y 8.83 centímetros en los estratos medio y alto respectivamente.



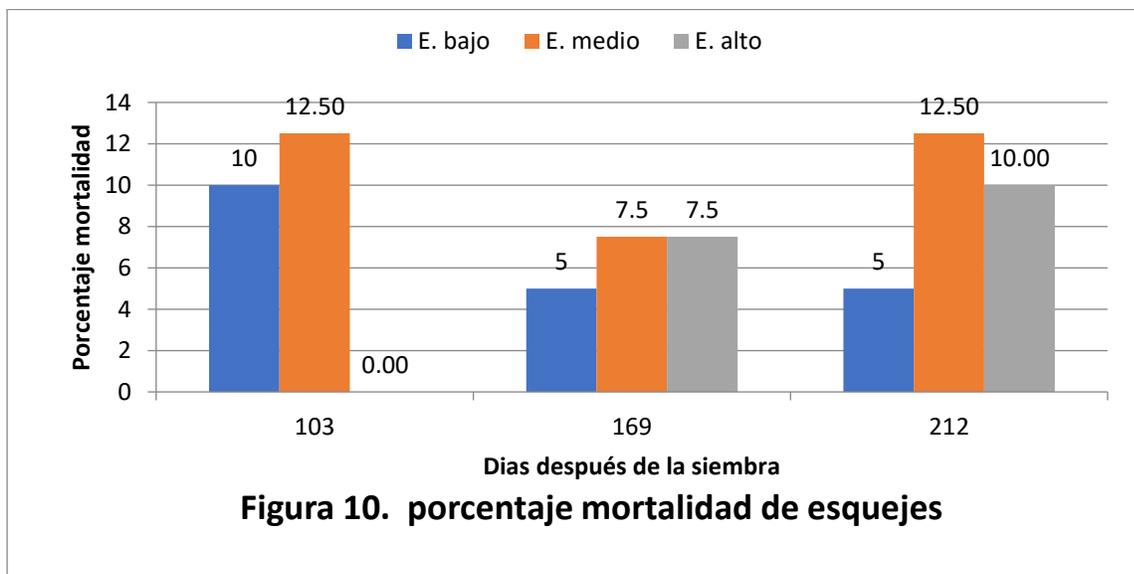
Cuadro 7. Porcentajes de esquejes con cruces y de mortalidad de esquejes

Días después de la siembra	Porcentaje de esquejes con cruces			Porcentaje de mortalidad de esquejes		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto
103	0.00	0.00	0.00	10	5.00	5.00
169	40.63	9.38	25.00	12.50	7.50	12.50
212	46.88	40.63	34.38	0.00	7.50	10.00

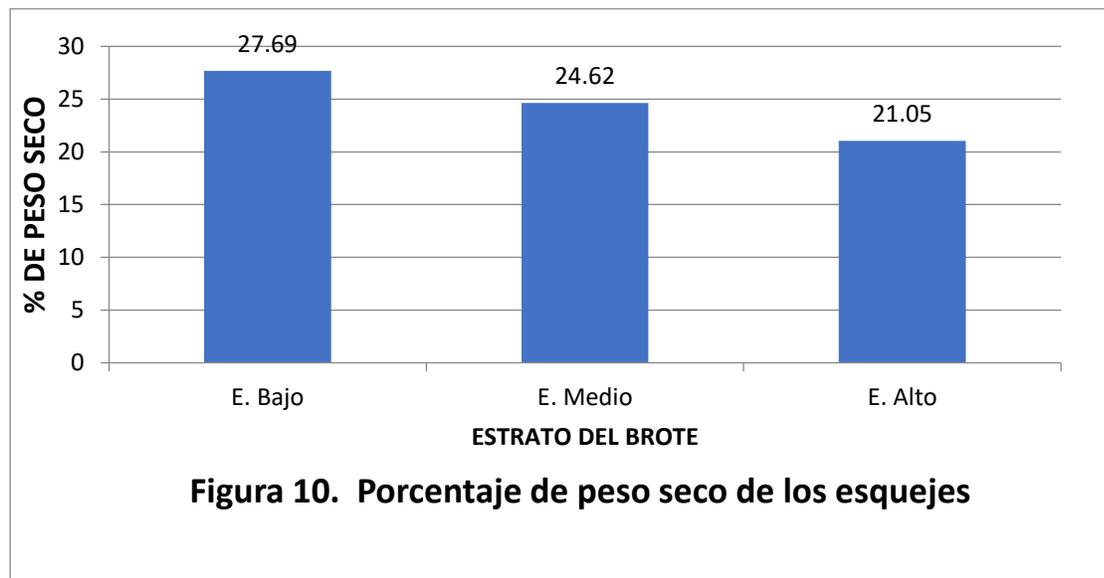


La variable porcentaje de esquejes con cruces, no reporto desarrollo en ninguno de los 3 estratos en la primera lectura. En la lectura 3, el estrato bajo alcanzo el mayor porcentaje con 46.88 %, seguido del medio con 40.63 %, y del alto con 34.38 %, (Cuadro 7 y Figura 9).

En la variable porcentaje de esquejes muertos, en la lectura 1 la mortalidad fue de 10 %, 12.5 % y cero por ciento, para los estratos bajo, medio y alto respectivamente. En el mismo orden en la segunda lectura se registraron mortalidades de 5 %, 7.5 % y 7.5 %. La lectura 3 a los 212 días después de la siembra reporto 5 %, 12.50 % y 10.00 %, respectivamente para los estratos bajo, medio y alto.



PORCENTAJE DE PESO SECO DE LOS ESQUEJES



El análisis del peso seco de los esquejes, reportó que el mayor porcentaje de peso seco se registró en el estrato bajo con 27.69 %, luego el estrato medio con 24.62 % y por último el estrato alto con 21.05 %. En base a estos resultados, se infiere que con un mayor porcentaje de peso seco, se obtiene una mejor respuesta en el desarrollo del esqueje.

Segunda fase de aclimatación en vivero convencional

En la segunda fase aclimatación de las plantas, se utilizó un sustrato a base del 80 % de suelo y 20 % de arena de río, se llenaron bolsas de 6 por 10 pulgadas desinfectándose con una solución de Banrot 40 WP (Triazol-Metil Tiofanato) con una dosis de 4 onzas (113.5 grs.) en 200 litros de agua, utilizándose una regadera para asegurar un mojado uniforme del sustrato.

Una semana después de la desafección del sustrato en las bolsas, se realizó el trasplante de los esquejes, alineándose las bolsas en surcos dobles.

Programa fitosanitario

Semanalmente se realizaron aspersiones alternándose los fungicidas Folpan 48 SC en dosis de 1 centímetro cubico por litro y Pronto 50 WP, en dosis de 1 gramo por litro de agua, adicionándose a la mezcla 1 centímetro cubico por litro del insecticida piretroide Decis EC.

Programa de nutrición

Con una frecuencia de 3 semanas, se aplicó fertilizante 20-20-0 en forma disuelta. En las primeras 3 aplicaciones se utilizó la dosis de 30 gramos de fertilizante por litro de agua, equivalente a 13 libras por tonel de 200 litros (6.00 Kg/Tonel). En las restantes 10 aplicaciones de fertilización disuelta, se utilizó la dosis de 50 gramos por litro de agua, equivalente a 22 libras por tonel (10 Kg/Tonel). En todas las fertilizaciones, se aplicaron 50 centímetros cúbicos por planta.

Establecimiento en campo definitivo

Las plantas permanecieron durante 9 meses en el vivero convencional o tapesco, y fueron trasladadas a campo definitivo con 4 cruces o ramas plagiotrópicas el 4 julio de 2011.

Reproducción vegetativa del cafeto con injerto

La enjertación es un método artificial que favorece la propagación de plantas, que por su naturaleza híbrida no pueden multiplicarse por el método natural de propagación por semilla. El uso de esta técnica favorece la conservación de sus características genéticas como adaptación, producción, calidad y resistencia a ciertas plagas y patógenos, entre otras.

El injerto se desarrolla utilizando una porción de material vegetativo que procede de una planta conocida como injerto, variedad, o vástago, esta se une al tejido de otra planta conocida como el patrón o porta-injerto, de manera que ambos tejidos al juntarse crecerán como una sola planta.

Las posibilidades de éxito son mayores, cuando el injerto se realiza en plantas que pertenecen a una misma familia botánica, como el caso de ***Coffea arabica*** injertada sobre ***Coffea canephora*** (var. Robusta).

En la región suroccidental de Guatemala, extensas áreas cultivadas con ***C. arabica*** L., son afectadas por la presencia de nematodos parasíticos de las raíces, de los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogine*, razón por la que la enjertación de ***C. arabica*** a través del método hypocotiledonar conocida como Injerto Reyna, es considerada como una práctica agronómica necesaria para enfrentar este problema.

El objetivo del presente trabajo es poner a disposición del caficultor dos métodos de reproducción artificial de cultivares promisorios de ***C. arabica***, tomando en consideración si su establecimiento será en áreas infestadas o libres de nematodos. A continuación, se describe el proceso de la reproducción de plantas de café por la vía artificial del injerto.

Semillero de porta injerto

Para programar la preparación del semillero de Robusta (***C. canephora*** L.), debe tomarse en cuenta, que al momento de elaborar los injertos, el cuello de la raíz debe tener un diámetro entre 7-8 milímetros, lo que ocurre alrededor de los 10 meses después de trasplantada la plantita en la bolsa. A los 10 meses que la planta estará en la bolsa, deben

sumarse alrededor de 45 días para que la semilla germine y llegue al estado de “soldadito” o “pariposa”.

Época y elaboración de semilleros

Con el fin de reducir los daños por plagas y enfermedades del suelo, se recomienda elaborar el semillero entre octubre y abril, utilizando un sustrato de arena azul.

Para la elaboración del semillero, deben prepararse camas o tablonces de 1.00 a 1.20 metros de ancho, con una profundidad de 20 centímetros. El largo del tablón estará en función de la cantidad de semilla que se va a utilizar.

Para la desinfección de los tablonces se recomienda aplicar una solución de 4 onzas (113.5 grs) del fungicida Banrot 40 WP (Triazol + Metil Tiofanato) en 200 litros de agua, mojando abundantemente con una regadera la superficie para una buena desinfección del sustrato.

Como porta-injerto, se recomienda utilizar semilla de Robusta variedad Nemaya, o semilla de Robusta Criollo. La semilla debe estar libre de plagas como broca del fruto del café *Hypothenemus hampei*, hongos contaminantes y mohos, y con humedad adecuada para asegurar un buen porcentaje de germinación.

Enramada o tapesco

Para la fase de almácigo del porta-injerto, se construyó un tapesco o enramada utilizando bambú, hoja de palma y alambre. En esta instalación las plantas permanecieron alrededor de 10 meses y estuvieron listas para iniciar el proceso de enjertación.

Programa fitosanitario

Con frecuencia semanal, se realizaron aspersiones para la protección fitosanitaria. Se alternaron los fungicidas Folpan 48 SC en dosis de 1 centímetro cúbico por litro, y Pronto 50 WP en dosis de 1 gramo por litro de agua, adicionándose a la mezcla 1 centímetro cúbico del insecticida piretroide Decis EC.

Programa de nutrición

Con una frecuencia de 3 semanas, se aplicó fertilizante 20-20-0 en forma disuelta. En las primeras 3 aplicaciones se utilizó una dosis de 30 gramos de fertilizante por litro de agua, equivalente a 13 libras por tonel de 200 litros (6.00 Kg/Tonel). Las restantes 10 aplicaciones de fertilización disuelta se realizaron usando la dosis de 50 gramos por litro de agua, que equivalen a 22 libras por tonel (10 Kg/Tonel). En todas las fertilizaciones disueltas se aplicaron 50 centímetros cúbicos por planta.

Selección del material vegetativo

El material vegetativo debe provenir de un lote conocido, cultivado con el o los híbridos que se desea multiplicar. En el presente estudio, el material vegetativo se obtuvo en el lote de la colección de 17 híbridos, existente en finca San Jerónimo Miramar, Patulul, Suchitepéquez.

Los materiales vegetativos seleccionados por sus propiedades de calidad de taza y resistencia a la roya fueron los siguientes:

1. Línea 15. L11A26 (Caturra por Etiope). Susceptible a roya
2. Línea 5. L5A26 (Caturra por Etiope). Susceptible a roya
3. Línea 6. L12A28 Centroamericano. Resistente a roya
4. Línea 7. L13A 44 Milenium. Resistente a Roya.

Selección de brotes verticales

Se seleccionaron brotes verticales con una longitud entre 25-30 centímetros, se cortaron con una tijera podadora y se cortaron 2 tercios de las hojas para preparar la “puas” o injertos. El material seleccionado se envolvió en papel periódico y se trasladó en una hielera al lugar donde se realizaron los injertos.

Preparación e injertación de las pues o injertos

Primeramente con una tijera podadora se realizó un corte al patrón a una altura de 15 centímetros de la base o cuello de la raíz. Seguidamente con una navaja para injertar, se hizo una incisión de 4 centímetros en el centro del tallo.

Con el apoyo de la tijera podadora y la navaja de enjertación, se prepararon púas o injertos de 15 centímetros de longitud. Con la navaja se formó la púa con una longitud de 4 centímetros, luego esta se introdujo y ajusto en la incisión del portainjerto, procediéndose seguidamente al vendaje con Parafilm de una pulgada de ancho.

Al terminarse el proceso de enjertación se le colocó a los injertos una bolsa de plástico transparente de 4 X 8 pulgadas, la que se retiró 20 días después. La función de la bolsa es evitar pudrición del injerto y propiciar un microclima que estimule la emisión de nuevas yemas vegetativas.

Duración de las plantas injertadas en el vivero

Los cafetos injertados permanecieron en el vivero convencional durante 9 meses, tiempo en el que habían logrado un buen desarrollo radicular y aéreo con 4 cruces en promedio, condiciones ideales para su traslado a campo definitivo.