

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**" EVALUACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD DE
INJERTACIÓN ENTRE *Coffea canephora* P. Y *Coffea arabica* L.
Y SU CRECIMIENTO CON UNO Y DOS PLANTAS POR
BOLSA EN VIVERO "**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AVENCIO OLIVIO ZACARIAS VELASCO

PROMOCIÓN II - 1994

**"UNAS, 30 años forjando profesionales para contribuir con la paz
y el ecodesarrollo del país"**

TINGO MARÍA – PERÚ

2001

DEDICATORIA

A mis padres Lino Zacarias y Plácida Velasco
con amor y cariño de siempre, mi más sincero
agradecimiento por todo el apoyo brindado para
lograr mi carrera profesional.

A Selene, mi compañera de siempre y Luis mi hijo.

A mis hermanos: Diodono y Hugo
mi más sincero reconocimiento.

AGRADECIMIENTO

- A La Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a mis profesores de la facultad de Agronomía, que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. Agr. Jorge Adriazola del Aguila, patrocinador de la presente tesis, por su orientación y permanente ayuda en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Al Ing. M.Sc. David Guarda Sotelo por su apoyo desinteresado en la elaboración del presente estudio.
- Al Ing. Demetrio Lama Dominguez por su orientación profesional, y esposa Silvia Isminio de Lama.
- A Mis amigos: Rocío Benites P., Elena Baltazar P., Macario Sifuentes M., Clever La Torre M., Victor Condori R., Roger Cenepo J., Carlos Prince H., quienes me brindaron su apoyo incondicional.
- A Todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la culminación de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	11
A. Aspectos generales	11
B. Especies y variedades de café	13
C. Principales variedades de <i>Coffea arábica</i> L.	15
D. Conducción de cafetales	18
III. MATERIALES Y METODOS	26
A. Campo experimental	26
B. Componentes en estudios	28
C. Tratamientos en estudio	28
D. Diseño experimental	28
E. Descripción del campo experimental	30
F. Ejecución del experimento	31
G. Observaciones registradas	33
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	69
VIII. RESUMEN	70
IX. BIBLIOGRAFIA	72
X. ANEXO	76

ÍNDICE DE CUADROS

Número	Pág.
1. Análisis físico-químico del sustrato empleado	27
2. Descripción de los tratamientos en estudio	29
3. Esquema de los cuadrados medios.	30
4. Cuadrados medios para la altura de planta a 165 días de injertado.	36
5. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales, para la altura de planta a 165 días de injertado	37
6. Cuadrados medios para el diámetro basal a 165 días de injertado.	40
7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales para el diámetro basal a 165 días de injertado	41
8. Cuadrados medios para el número de pares de hojas a 165 días de injertado . .	43
9. Cuadrados medios de los efectos simples para el número de pares de hojas a 165 días de injertado	44
10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos simples para el número de pares de hojas a 165 días de injertado	45
11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales, para el número de pares de hojas a 165 días de injertado.	46
12. Cuadrados medios para el área foliar a 165 días de injertado	48
13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales para el área foliar a 165 días de injertado.	49
14. Cuadrados medios para el volumen de raíz a 165 días de injertado.	51

15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales para el volumen de raíz a 165 días de injertado.	52
16. Cuadrados medios para el peso fresco de planta a 165 días de injertado.	54
17. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales para el peso fresco de planta a 165 días de injertado	55
18. Cuadrados medios para el peso seco de planta a 165 días de injertado.	57
19. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los efectos principales para el peso seco de planta a 165 días de injertado	58
20. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para altura de planta, diámetro basal, número de pares de hojas y área foliar.	77
21. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para el volumen de raíz peso fresco y peso seco.	78
22. Evaluaciones de altura de planta (cm)	79
23. Evaluaciones de diámetro basal (mm)	81
24. Evaluaciones del número de pares de hojas.	82
25. Evaluaciones del área foliar, volumen de raíz y peso fresco a 165 días de injertado	83
26. Análisis químico del humus de lombriz.	84
27. Datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica "Jose Abelardo Quiñones" (SENAMHI) (Setiembre 97 - Junio 98).	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Pág.
1. Porcentaje de prendimiento a los 45 días de injertado	35
2. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en la altura de planta	38
3. Evolución del crecimiento ortotrópico de cuatro variedades de café con 1 y 2 plantas por bolsa.	39
4. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el diámetro basal	42
5. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el carácter pares de hojas	47
6. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el área foliar	50
7. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el volumen de raíz	53
8. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el peso fresco	56
9. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/ bolsa en el peso seco	59
10. Número de brotes laterales a 165 días de injertado.	60
11. Germinador del patrón y la yema	86
12. Materiales utilizados en la injertación	86
13. Yema fosforito y patrón mariposa	87

14. Corte del patrón y la yema	87
15. Uniendo la yema con el patrón y planta injertada lista para el amarre	88
16. Injerto amarrado y planta repicada en bolsa	89
17. Plantas a 165 días de injertado (1 Planta/bolsa)	90
18. Plantas a 165 días de injertado (2 Planta / bolsa)	90

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos de mayor importancia para el país, por su tradición cultural, su rol conservacionista y su capacidad de comercialización hacen de este producto un medio generador de divisas y una fuente de ingreso para los agricultores, llegando a un total de 220 mil hectáreas de superficie cosechada a nivel nacional, pero la producción por unidad de área no es satisfactoria con estimados de 8 a 10 qq / Ha, estos bajos rendimientos se atribuyen a una serie de factores, uno de ellos es el ataque de nemátodos que constituyen un problema en almácigos, plantas jóvenes y adultas llegando a reducir las cosechas hasta en un 40 %. En América muchas veces se ha sustituido el café por otros cultivos menos afectados por los nemátodos.

Frente a este problema es conveniente trabajar con variedades que sean resistentes y a la vez tengan buena producción, uno de los métodos para conseguir este propósito es a través del injerto. Para el cultivo de café se recomienda usar como patrones plántulas de *Coffea canephora* P. resistente al ataque de nemátodos y como "pluma" o yema a injertar variedades de *Coffea arabica* L. La compatibilidad entre estas dos especies es perfecta según han podido observar en Guatemala en plantas adultas, en plantas de menor edad, solo la diferencia en color de la corteza hace que en algunos casos se distinga el punto de unión entre el injerto y portainjerto.

Por otra parte en Colombia afirman que el único método efectivo y barato para controlarlos es mediante la injertación utilizando portainjertos resistentes.

En nuestro país no existen reportes técnicos cuantificados sobre la factibilidad de la injertación mediante el método hipocotiledonar de corona, motivo por el cual es necesario iniciar trabajos con esta técnica para proponer al corto plazo sistemas para controlar el ataque de nemátodos.

Los sistemas modernos de cultivo de café recomiendan 2, 3 hasta 4 plantas de café por unidad de cultivo o “mata”, recomendándose conducir viveros con 2 ó 3 plantas por bolsa, con la finalidad de disminuir costos de producción, estos métodos no se realizan en nuestra zona por lo que se plantea este trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- Evaluar la compatibilidad de injertación de 04 variedades de *Coffea arábica* L. con el porta injerto *Coffea canephora* P.
- Evaluar el crecimiento de plantas de café injertados, sembrados con 1 y 2 plantas por bolsa a nivel de vivero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Aspectos generales:

La planta que produce el café es el llamado cafeto y su cultivo comprende principalmente dos géneros: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* P. Un lugar más modesto, en cuanto a las extensiones dedicadas a su cultivo lo ocupan otras especies del mismo género: *Coffea liberia* B., *Coffea abeokutal* C., *Coffea dewevre*, etc. (35).

El origen botánico de *Coffea arabica* L. posiblemente proviene del cruce de las especies diploides *Coffea canephora* P. y *Coffea eugeniodes* ya que en Etiopía y Sudán regiones de donde procede la *Coffea arabica* L. No existen otras especies del género *Coffea*.

De la especie *Coffea canephora* P. , las primeras plantaciones se establecieron alrededor del año 1,900 en Java (actualmente Indonesia) donde reemplazó en tierras bajas a *Coffea arabica* L. más susceptible a la roya del cafeto. Hoy en día los países con zonas bajas tropicales como Costa Marfil, Indonesia, Uganda y Brasil son los productores más grandes a nivel mundial. *C. Canephora* es una especie de polinización cruzada y por ello para mantener la pureza varietal, es necesario reproducirla vegetativamente. El periodo de tiempo requerido para el desarrollo del fruto desde la floración hasta la cosecha es de diez a once meses (25).

Aun se tiene áreas de las selvas africanas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1000 m. donde crece en forma silvestre (14).

El café en nuestro país es uno de los cultivos colonizadores de la Ceja de Selva donde existe aproximadamente el 90 % de la producción, que por su rusticidad de crecimiento permite producir cosechas aun en condiciones muy adversas de manejo. La caficultura peruana al igual que la boliviana y colombiana, se ha establecido en las áreas que comprenden la selva alta o bosque montano húmedo, ambiente propicio para obtener café de calidad (30).

Clasificación taxonómica.

Reino : Vegetal
Sub reino : Fanerogamas
División : Angiosperma
Clase : Dicotiledóneas
Orden : Gentianales
Familia : Rubiaceae
Genero : Coffea
Especie : *Coffea arabica* L.
: *Coffea canephora* P. (1)

B. Especies y variedades de café:

Especies comerciales de café:

El género *Coffea* esta formado por unas 60 especies originarias de los trópicos africanos e Indomalayes, de ellos se utiliza comercialmente 3 especies africanas. *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica*. Estas especies se distinguen por sus características morfológicas, constitución cromosómica y áreas de dispersión.

Diferencias morfológicas:

Coffea liberica.- Arboles de hasta 20 m de altura de forma cónica o piramidal. Hojas de posición de cusada, ovales o abovadas, coriáceas, ápice corto y redondo; color verde oscuro brillante por arriba, verde amarillento por debajo.

Coffea canephora .- La mas cultivada y conocida de las variedades de *C. canephora* es la **Robusta** por lo que comúnmente todos los cafés producidos por esta variedad se le conoce con el nombre de cafés robustas. Es una planta alógama (auto-esteril), a diferencia de *C. arabica*. Sus características principales son: arbusto de hoja perenne que alcanza de 8 a 12 m de altura es una especie menos exigente en cuanto a la calidad de los suelos y prefiere regiones húmedas y calientes. Como portainjerto al trabajar por encima de los 950 msnm la producción baja considerablemente, se ha llegado a estimar una reducción del 10.5 % al injertar Caturra sobre Robusta frente al testigo sin injertar esto se debe principalmente a la mala adaptación de esta especie a las

temperaturas bajas en situaciones de altura. Es un hecho bien conocido que los Robustas tienen reducción de crecimiento importante cuando las temperaturas son bajas (35).

Su tendencia a la formación de varios ejes verticales (multicaule), ramificaciones primarias abiertas con entrenudos largos y delgados y muy escasas ramificaciones secundarias. Hojas grandes y onduladas con las nervaduras abultadas por el haz (12). Los frutos son drupas más o menos elipsoidales o subglobosas; disco pequeño y prominente; pulpa delgada y seca, pergamino coreáceo. Frutos permanentes (24).

Coffea arabica L.- Es la especie más conocida en todo el mundo y la que tiene mayor difusión. Se trata de un árbol autógamo, de aproximadamente unos ocho o diez metros de altura en su estado silvestre. Las variedades cultivadas de cafetos suelen ser de porte más pequeño, seleccionadas expresamente las de mejor calidad en detrimento de su porte, lo que por otro lado facilita su cultivo (labores, tratamiento, recolección, etc.) (35).

Sus hojas están situadas en un mismo plano, elípticas a menudo, oblongas y a veces lanceoladas, color verde oscuro y brillante en la parte superior, verde pálido y mates en el inferior. Los frutos son drupas elipsoidales a veces subglobosas; disco muy pequeño; pulpa delgada, pergamino duro y grueso, frutos caedizos.

Sus cualidades más importantes son el agradable aroma y sabor de la bebida que se obtiene de sus frutos y su bajo contenido de cafeína (29).

Concepto de variedad en *Coffea arabica* L:

El término variedad o cultivar se ha aplicado en café como en otras plantas cultivadas a las variaciones naturales debidas a 2 causas: mutaciones e híbridos.

MUTACIONES: Se expresan como cambios mas o menos bruscos que aparecen en la descendencia de una planta normal y que al propagarse por semilla mantiene permanentemente el nuevo tipo.

HIBRIDOS: Cruces naturales o artificiales entre variedades y especies, que al ser propagadas por semilla no reproducen el nuevo tipo uniformemente sino una segregación de características. En *Coffea arabica* L. los híbridos naturales son escasos. En cambio en *Coffea canephora* P. y *Coffea liberica* la mayoría de las poblaciones son híbridos (22).

C. Principales variedades de *Coffea arabica* L.

Para comparar las diferentes mutaciones en *Coffea arabica* L. fue necesario establecer una variedad tipo normal siendo esta la variedad Typica.

Typica.- Fue introducida al continente americano hace mas de 150 años y es la que actualmente crece en mayor extensión en el Perú y Bolivia, el 68 por ciento de los cafetos Venezolanos corresponde a esta variedad. Es un cafeto de porte alto 4 a 5 metros de altura. Ramas primarias ligeramente pendientes, formando

con el tallo un ángulo abierto. con diversas ramificaciones secundarias y terciarias. Hojas nuevas de color bronceado hojas maduras de color verde oscuro, de forma elíptica y consistencia ligeramente coriácea, los márgenes levemente ondulados. Frutos en drupa de forma elipsoidal de magnífico rendimiento cereza oro de maduración temprana en nuestro medio esta variedad es llamada común. Robustez a condiciones adversas de fertilidad y sequía mayor resistencia y flexibilidad de sus ramas durante la cosecha, alta productividad (15).

Bourbón.- Originario de la isla Reunión, antes llamada Bourbón, áreas que bordean el mar Caribe, variedad conocida como una mutación recesiva, es un árbol de porte similar a Typica (porte alto) las ramas laterales forman un ángulo de 45 a 50 grados, con relación al eje ortotrópico (central). Ramas con internudos largos y mayor número de axilas florales lo cual redundo en mayores rendimientos. Las hojas nuevas son de color verde, las maduras más redondas que las de Typica y brillantes; frutos más pequeños que los de Typica, de menor rendimiento cereza oro y de maduración temprana (24). Por el color de grano se distinguen dos tipos de café Bourbón: El de color rojo/vino tinto y el de color amarillo/anaranjado (15).

Caturra.- Variedad encontrada en Minas Gerais, Brasil. Probablemente originada como una mutación de Bourbón. Cafeto de porte pequeño de donde proviene su nombre altura promedio 2 m, entrenudos en el tallo principal cortos.

Forma del arbusto cilíndrico, lo que es más característico en los cafetos de 4 y 5 años (23).

Las hojas verdes son de color verde claro y cuando maduran de un verde intenso, un poco más anchas y proporcionalmente más largas que las del Bourbon es más precoz y presenta una mayor producción con relación a la Typica y Bourbon.

En la mutante roja de Caturra los frutos adquieren un color rojo vinoso, mientras que en la mutante amarillo, un color amarillo, pero menor retención de los frutos maduros con relación a la Caturra Roja (29).

Pache.- Variedad originaria de Guatemala. Probablemente una mutación de Typica, es una planta de porte bajo, de follaje abundante y compacto. Las ramas laterales son abundantes, forman un ángulo de 60 o 70 grados con el eje ortotrópico. Sus hojas, flores y frutos son similares a los de variedad typica, excepto el tamaño del árbol que es ligeramente menor al de Caturra. Los entrenudos son cortos, las hojas nuevas son de color bronceado, las maduras de forma oblonga elíptica y de color verde oscuro. En los primeros años su productividad es buena aunque su maduración es prolongada e irregular (24).

Catimor.- Se origina del cruzamiento inicial de Caturra (susceptible a la roya y de alta productividad) por híbrido de Timor (resistente a la roya y de baja

productividad). De todos los híbridos resistentes a la roya que se han obtenido el que ofrece mayores perspectivas comerciales es el Catimor que se caracteriza por su porte bajo, su tronco de grosor intermedio, considerable número de ramas laterales, formando una copa medianamente vigorosa y compacta (29). En el Perú se han introducido en las últimas dos décadas, las variedades de catuaí y Catimor (15).

D. Conducción de cafetales.

Germinadores.- Las semillas deben ser seleccionadas en la misma finca o comprados de un centro de producción de semilla certificada, el germinador debe ser de arena de río lavada. La semilla tiene un embrión y su desarrollo depende de las reservas mientras más grande las semillas, habrá más reservas. La época más apropiada para establecer el germinador es 7 a 8 meses antes de la época de trasplante al campo, que coincida con el periodo de invierno. Para 1 m² de germinador se requiere 1 kg de semilla suficiente para 1 Ha. de plantación en campo definitivo. Luego de regar la semilla se cubre con sacos de yute, hojas de plátano u otro material, a los 40 días cuando empiezan a aparecer las cabezas de fósforo por encima del substrato se levanta la sombra hasta una altura aproximada de 50 cm, a los 50 días se retira toda la sombra y entre los 55 y 60 días las plantulas (fosforitos) se encuentran listas para el trasplante hacia la cama de vivero (11).

Vivero.- El vivero es el lugar donde se transplantan las plantulas (fosforitos) antes de pasarlas al lugar definitivo. Los viveros se pueden hacer en bolsas

perforadas de polietileno negro o directamente en el suelo o en camellones con sombrío natural o artificial. Se construye un tinglado (techo) que deje pasar 60 % de luz y mantenga 40 % de sombra. El distanciamiento de siembra es 15 x 15 cm. Antes del transplante se corta la punta de la raíz de la cabeza de fósforo y se transplantan 2 cabezas de fósforo por hoyo, si es necesario se aplican abonos foliares después que aparecen el segundo par de hojas verdaderas. La sombra se va raleando a partir del segundo mes de tal manera que al final del quinto mes la cama está a plena luz, a los 5 meses de instalada la cama de vivero tenemos plantones listos para el transplante a campo definitivo (11).

Con las nuevas técnicas de manejo del cultivo de café, como son la renovación y el cultivo a plena exposición, se han acentuado los problemas fitosanitarios, especialmente de nemátodes del género *Meloydogine*. La presencia de este parásito parece ser más crítica durante los primeros meses de desarrollo del cultivo. Cuando se siembra plantas infectadas en el sitio definitivo se manifiestan ó acentúan los daños, obligando al caficultor a efectuar mayor número de resiembras y constantemente se aumenta los costos de establecimientos del cultivo (6).

Los nemátodes fitosanitarios son microorganismos que afectan a muchos cultivos económicos de diversos países agrícolas. La disciplina sobre los nemátodes se considera como una ciencia relativamente nueva y su tecnología es poco conocida en países en desarrollo, y esto hace difícil determinar pérdidas por

nemátodes en algunos cultivos. Sin embargo con el avance de las investigaciones se han demostrado que estos parásitos participan directamente en limitar la producción de los cultivos (33).

Una desventaja de todas las variedades resistentes a nemátodos es su baja productividad. Solución para esto sería, el injerto de *Coffea canephora* P. con *Coffea arabica* P. El primero posee un amplio sistema radicular de rápida regeneración, lo que permite producir y mantener un gran número de raicillas para la alimentación, incluso en suelos fuertemente infectados con *Pratylenchus*. *Coffea arabica* L. como púa contribuye a su vez con rendimientos mas elevados (25). En zonas donde los nemátodes presentan un problema al cultivo de café, se recomienda llevar a cabo un programa de injertación (33).

Injerto.- Es un método de multiplicación vegetativa que consiste en soldar una o más porciones de la variedad o cultivar que se desea reproducir en una planta de la misma especie o de una especie afin, con el objetivo de obtener una nueva planta (19,26).

La incompatibilidad entre patrón e injerto es la incapacidad para producir con éxito una unión y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta. Las causas de la incompatibilidad son fenómenos biológicos que los científicos aún no han conseguido aclarar totalmente. Una de las posibles causas es el distinto ritmo vegetativo de las dos partes, por consiguiente los viveros

especializados en la producción de portainjertos proceden a la determinación de la compatibilidad entre diversos individuos mediante al experimentación práctica, existiendo dos tipos de incompatibilidad: (26).

- **Translocada.**- Este tipo implica degeneración del floema y puede reconocerse por el desarrollo de una línea o zona necrótica en la corteza, en consecuencia se presenta la restricción del movimiento de carbohidratos en la unión del injerto.
- **Localizada.**- Aquí se incluye combinaciones en las cuales reacciones de incompatibilidad aparentemente dependen del contacto mismo entre patrón e injerto (19).

Síntomas de incompatibilidad.- Los síntomas del fracaso del injerto, con consecuencias más o menos graves, son los siguientes:

- Simple hipertrofia en el punto de injerto.
- Debilitamiento grave o muerte de la parte aérea, e incluso del aparato radical, causadas por la dificultad o la obstrucción de la circulación de la savia.
- Degeneración de los tejidos en el punto de injerto, con producción de jugo y sustancias parecidas a la goma, que inhiben en forma gradual el paso de las sustancias nutritivas.
- Muerte del aparato radical, y mas tarde, como es lógico, de la parte aérea, a causa de sustancias tóxicas transmitidas al portainjerto por el injerto incompatible.

- Rotura imprevista en el punto de injerto por técnica errónea o, si la rotura tiene una superficie limpia, por incompatibilidad.
- Aparición de quimeras o de brotes híbridos, con características intermedias entre el portainjerto y el injerto por incompatibilidad. Algunas de estas formaciones resultan interesantes y se aíslan como plantas ornamentales (26).

Los cafetos de la misma especie o de diferentes especies, corrientemente son compatibles. De las dos partes de las plantas que se injertan, una se llama patrón y la otra injerto. El patrón es la parte basal, el injerto es la parte superior (29).

Los métodos de injertación que más se usan en café son:

- Hipocotiledonar de corona.- Se llama así por que se practica sobre el hipocótilo, que es el tallito de la mariposa. Para hacer este injerto hay que disponer de las dos clases de café que se van a injertar. Este injerto es muy aconsejable para obtener cafetos con resistencia a los nemátodes, utilizando como patrón variedades de la especie *canephora* resistentes a esta plaga.

Procedimiento: Las plantulas de café se retiran cuidadosamente del germinador, se lavan y se colocan en recipientes separados. Un recipiente para los patrones y otro para los injertos. A las mariposas que se van a utilizar como patrones, se le podan las raíces si están muy largas. Para hacer la injertación se necesitan: una navaja bien afilada y tiras de cintas de polietileno, de 1/2 cm de ancho y 35 cm de largo. Con la navaja se hace un corte transversal sobre el nudo del tallito de la mariposa que se va a usar

como patrón y a partir de ese corte por todo el medio se abre una hendidura hacia abajo de 1 cm de largo, al fosforito que se va a usar como injerto se le hace una cuña a unos 2 cm por debajo de la parte terminal, la cuña debe tener 1 cm de largo para que acople con la hendidura del patrón. Se coloca la cuña en la hendidura procurando que los cortes queden en contacto, con la tira de polietileno se venda cuidadosamente la parte injertada comenzando de arriba hacia abajo de manera que cubra la parte injertada para evitar la filtración de agua que es perjudicial para el injerto. Luego las plantulas injertadas se llevan a la bolsa, a los 40 o 50 días se les quita la venda.

- Hipocotiledonar de aproximación lateral.- Se hace con mariposas germinadas al mismo tiempo. Se marcan con pequeñas etiquetas las mariposas que se van a usar como patrones para no confundir los cortes. Tanto a los tallos de los patrones como a los de los injertos se les sacan lengüetas superficiales del mismo tamaño. Se unen por estos cortes y se vendan se siembran ambas plantitas en el mismo hoyo de la bolsa. Pasado 25 días se quita la venda y se elimina la parte aérea del patrón por encima del sitio donde se hizo la injertación.
- Injerto de corona. Es similar al injerto hipocotiledonar de corona, pero practicado a plantas de vivero en edad de transplante o a chupones de plantas adultas.
- Enchapado lateral.- Se practica en cafetos de viveros que han llegado a edad de transplante o a chupones de cafetos adultos. Se hace un corte en el patrón

de arriba hacia abajo inclinado hacia adentro para remover un poco de madera de 3 a 4 cm de largo. Como injerto se usa la parte del eje vertical o chupón que lleva la yema de producción. Se corta hacia abajo en forma de púa al patrón y se venda con cinta de polietileno. A los 25 días se quita la venda y 15 días mas tarde se corta el tallo del patrón por encima de la parte injertada para favorecer el desarrollo de la yema terminal del injerto (29).

Hay influencias del injerto sobre el patrón o de este sobre el injerto, las cuales en algunos casos pueden ser considerables. Estas pueden ser benéficas o nocivas, demostrando que se debe tener cuidado antes de emplear el injerto en gran escala. Con una buena práctica de injertación se puede conocer con anticipación el grado de compatibilidad de los patrones y de los injertos, así como la influencia del uno sobre el otro.

En términos generales las reacciones no son conocidas o lo son solo aproximadamente y el hecho de que haya tantas formas de diferentes especies de café, muchos de los cuales pueden ser híbridos naturales y de que las determinaciones son confusas muestra claramente que hay mucho que aprender.

Los diferentes cafés robusta son híbridos varietales y los híbridos entre café liberiano y árabe, constituyen todos buenos patrones (18).

Anacafe indica que se está propiciando el injerto de café Bourbon sobre Robusta, es decir de una variedad de calidad sobre una resistente a plagas y

enfermedades (31). El injerto de púa hecho en plantas hipocotiledonales de café Arábigo injertado sobre Robusta, ha demostrado ser resistente a los nemátodes, cochinillas de raíz y al cáncer (16).

Se recomienda que las variedades de café Robusta por ser una planta adaptada a nuestro clima y resistente a plagas y enfermedades sirvan como patrón para injertar con *Coffea arabica* L. (5). Cuando se utilice la variedad Robusta como patrón de injerto para contrarrestar el ataque de los nemátodes, parásitos del café, lo conveniente es sembrarla con anterioridad (17).

Densidad de siembra en vivero. Es posible obtener plantas de buena calidad para el trasplante cuando se siembran 2 plantas de café en la misma bolsa de polietileno usada actualmente en la siembra de una sola planta. Cuando se siembran 2 plantas por bolsa éstas deben transplantarse antes de los 8 meses para evitar un exceso de autosombreamiento y alargamiento de los tallos.

La siembra de 2 plantas por bolsa trae como consecuencia una reducción considerable en los costos de producción de plantas de café en vivero, los cuales pueden llegar hasta un 50%, comparado con el sistema de 1 planta por bolsa. Si las plantas van a permanecer en el vivero por más de 8 meses la distancia entre bolsas debe ser mayor para los tratamientos con dos plantas; por tal motivo la producción de plantas en el vivero debe calcularse para que estén listas al inicio de la época lluviosa (11).

III. MATERIALES Y METODOS.

A. Campo experimental.

1. Ubicación.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Rupa rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, Región Andrés Bello Cáceres; cuyas coordenadas geográficas son:

- Longitud Oeste: 75° 57' 00"
- Latitud Sur : 09° 09' 08"
- Altitud : 670 m.s.n.m.

El lugar experimental corresponde al de clima muy húmedo tropical con temperatura media de 24.9 °C, humedad relativa promedio de 82.5 % y una precipitación total anual de 3,400 mm.

2. Análisis físico - químico del suelo.

Los resultados del análisis del suelo se muestran en el Cuadro 1, obtenidos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Cuadro 1. Análisis físico - químico del sustrato empleado.

Parámetros	Contenido	Método
<u>Análisis Físico</u>		
Arena %	36	Hidrómetro
Limo %	27.3	Hidrómetro
Arcilla %	36.7	Hidrómetro
Clase textural	Fco Ar.	Triángulo textural
<u>Análisis Químico</u>		
pH	4.8	Potenciómetro (1:1)
M.O (%)	1.1	Walkley y Black
N (%)	0.049	M.O x 0.045
P (ppm)	2.6	Olsen modificado
Al (meq/100g)	3.8	Yuan
Ca + Mg (meq/100g)	1.5	Versenato
CIC (meq/100g)	5.9	Suma de Cationes
Al + H (meq/100g)	4.40	Yuan

Fuente. Laboratorio de Suelos UNAS.

B. Componentes en estudio.

Para el presente estudio se consideró a *Coffea canephora* P., variedad Robusta como patrón, los factores en estudio lo constituyen las variedades de *Coffea arabica* L. y el número de plantas por bolsa.

- Factor A (Número de plantas /bolsa).

a_1 : 1 planta/bolsa

a_2 : 2 plantas/bolsa

- Factor B (Variedades de *Coffea arabica* L.)

b_1 : Pache

b_2 : Catimor

b_3 : Caturra

b_4 : Bourbón

- Mas dos testigos adicionales Catimor sin injertar con 1 y 2 plantas/bolsa.

C. Tratamientos en estudio.

Los tratamientos en estudio fueron las variedades sobre el patrón con 1 y 2 plantas por bolsa de acuerdo al Cuadro 2.

D. Diseño experimental.

El estudio se distribuyó según el Diseño Bloque Completo al Azar con arreglo factorial $4 \times 2 + 2$ testigos adicionales sin injertar. En total 10 tratamientos con 3 repeticiones de acuerdo al Cuadro 3.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Clave	Plantas/bolsa	Patrón	Yema
T1	a ₁ b ₁	1	Robusta	Pache
T2	a ₁ b ₂	1	Robusta	Catimor
T3	a ₁ b ₃	1	Robusta	Caturra
T4	a ₁ b ₄	1	Robusta	Bourbón
T5	a ₂ b ₁	2	Robusta	Pache
T6	a ₂ b ₂	2	Robusta	Catimor
T7	a ₂ b ₃	2	Robusta	Caturra
T8	a ₂ b ₄	2	Robusta	Bourbón
T9	Testigo 1	1	Catimor	-----
T10	Testigo 2	2	Catimor	-----

El Modelo Aditivo Lineal es :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor observado en la K-ésima repetición sujeta a la aplicación del i-ésimo nivel del factor A (número de plantas/ bolsa) y con el j-ésimo nivel del factor B (Variedades).

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (número de plantas/ bolsa)

β_j = Efecto del j-ésimo nivel debido al factor B (variedades de café).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A (plantas/bolsa) con el j-ésimo nivel del factor B (variedades).

λ_k = Efecto del k-ésimo bloque

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación Y_{ijk}

Para: $i = 1, 2$. plantas por bolsa.

$j = 1, \dots, 4$ variedades de café.

$k = 1, \dots, 3$ repeticiones.

$t = 1, 2$ Testigos adicionales (9).

Cuadro 3. Esquema de los cuadrados medios.

Fuente de Variabilidad	G. L.
Bloques	2
Tratamientos	9
Factorial	7
A	1
B	1
A x B	3
Testigos	1
Factorial vs. Testigo	1
Error Experimental	18
TOTAL	29

E. Descripción del campo experimental.

La unidad experimental estuvo constituida por 20 bolsas de polietileno de 1.5 kg de capacidad con 1 y 2 plantas por bolsa.

1. Dimensiones del área.

- Largo	4.20m
- Ancho	3.40m
- Total	14.28m ²

2. Bolsas.

- Bolsas por tratamiento	20
- Total de bolsas	600

3. Número de plantas.

- Plantas injertadas	720
- Plantas por tratamiento - (1 planta/bolsa) 20	
- (2 plantas/bolsa) 40	
- Total de plantas	900

F. Ejecución del experimento.

1. Recolección de semillas para el patrón

Las semillas de la especie *Coffea canephora* P. variedad Robusta se tomaron del Fondo N° 1 de la Facultad de Agronomía (cafetal). Los frutos se cogieron de las ramas centrales (primarias y secundarias) del cafeto, los cerezos se despulparon a mano evitando dañar el grano. Luego de fermentar durante 12 horas se lavó las semillas eliminando aquellas que flotan en el agua, las que presentan lesiones, las picadas por insectos y las mal formadas. Las semillas se secaron solo por un día a pleno sol terminando el secado bajo sombra.

2. Obtención de semillas para las yemas

Las semillas de las variedades Pache, Catimor, Caturra y Bourbon fueron recolectadas en la zona cafetalera del Distrito de Villa Rica, Provincia de

Oxapampa. El proceso de cosecha, despulpado y secado fue lo mismo al empleado para la obtención de semillas para el patrón, el número de semillas por kg de café es muy variado dependiendo de la variedad pero en promedio se encuentran entre 3000 a 3500 semillas.

3. Germinador

Las dimensiones del germinador fueron de 1m de ancho por 5 m de largo, disponiendo de 1 m² para cada variedad. Los bordes se protegieron con bambú a una altura de 20 cm, el sustrato fue arena de río lavada. Las semillas del patrón (Robusta) se sembró 37 días antes que las semillas de las variedades correspondientes a las yemas (Pache, Catimor, Caturra, Bourbón). En el germinador las semillas permanecieron en promedio 67 y 30 días para el patrón y la yema respectivamente.

4. Injerto.

Se injertó mediante el método Hipocotiledonar de Corona también llamado método Reyna, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Las plantulas de café se sacaron del germinador teniendo cuidado no dañar las raíces, después de lavarlas se colocaron sobre recipientes separados, a las mariposas (patrones) se puso sobre una solución de Benomilo al 0.1 %.
- A las mariposas (patrón) se hizo un corte con una hoja de afeitar sobre el nudo del tallito y a partir de este corte, por todo el medio, se abrió una hendidura hacia abajo, de 1 cm de largo. Al fosforito (yema) se cortó en forma de cuña a 1.5 cm debajo del fosforito, la cuña fue de 1cm de largo de manera que coincida con el corte del patrón.

- Luego de hacer los cortes a las plántulas se colocó la cuña en la hendidura, y se amarró con cinta de polietileno delgado de 0.5 cm de ancho por 25 cm de longitud cubriendo toda la parte injertada de abajo hacia arriba. Terminado el injerto se puso las plántulas en otro recipiente con solución de Benomilo para evitar la pérdida de humedad.
- En promedio se injertó 23 plantas en una hora terminando el injertado en 3 días trabajando dos injertadores teniendo en total 720 plantas injertadas.

5. Vivero.

El llenado de bolsas de polietileno negro de 6" por 8" se hizo con sustrato en una proporción 3: 1, 3 de tierra agrícola y 1 de humus de lombriz más 1 kg. de roca fosfórica por carretilla de mezcla.

- Las bolsas con las plántulas injertadas se distribuyeron en el vivero de la Facultad de Agronomía, y se realizaron los siguientes cuidados:
- Después de 45 días de injertado se quitaron las cintas de amarre.
- El riego fue frecuente manteniendo la capacidad de campo y se hizo a la base de las plántulas evitando mojar la parte injertada.
- Para el control de plagas se fumigó con Dimetoato (insecticida) a una concentración de 0.1% y con Benomilo al 0.1% para evitar ataques fungosos.

G. Observaciones registradas.

1.- Compatibilidad de variedades. La compatibilidad de injertación se observó hasta el final del experimento siendo los síntomas mas comunes: hipertrofia en el punto de injerto, debilitamiento grave o muerte de la parte aérea, degeneración de

los tejidos en el punto de injerto, muerte de la parte radical y luego de la parte aérea, rotura imprevista en el punto de injerto, etc.

2.- Porcentaje de prendimiento. Pasado los 45 días se contó el número de plantas prendidas de acuerdo a cada tratamiento.

3.- Altura de planta. El crecimiento ortotrópico se evaluó cada 15 días midiendo desde la base de la planta hasta la yema terminal o ápice vegetativo.

4.- Diámetro del tallo. La medida se tomó en la parte basal con el vernier tomando 4 evaluaciones durante el experimento.

5.- Número de pares de hojas. Se contó el número de pares de hojas mensualmente a partir de 75 días después de injertado.

6.- Área foliar. Para tomar esta medida se dibujó las hojas sobre un papel para luego ser pesado. Mediante una regla de tres simple se determinó el área foliar tomando como base el peso de 100 cm² de papel esta observación se hizo al final del experimento.

7.- Volumen de raíz. Las raíces después de lavar se sumergió en una probeta con agua y por diferencia de nivel (final - inicial) se halló el volumen.

8.- Peso fresco. Se tomó la evaluación al final del experimento cogiendo al azar tres plantas de cada tratamiento.

9.- Peso seco. Después de tomar el peso fresco se llevó al horno durante 24 horas a una T° de 150 °C y luego se pesó en una balanza analítica.

10.- Número de brotes laterales. Se contó al final del experimento el número de brotes laterales.

IV. RESULTADOS

A. Compatibilidad entre *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* P.

De acuerdo a la Figura 1 el mayor porcentaje de prendimiento fue para los tratamientos T_4 (Bourbon con 1 planta/bolsa) y el T_8 (Caturra con 1 lanta/Bolsa) con 98.33% seguido de los tratamientos T_1 (a_1b_1), T_2 (a_1b_2), T_5 (a_2b_1) y T_7 (a_2b_3) con 96.67% el T_6 (a_2b_2) obtuvo 95.83% y el mas bajo fue para el T_3 (a_1b_3) con 95%, de prendimiento.

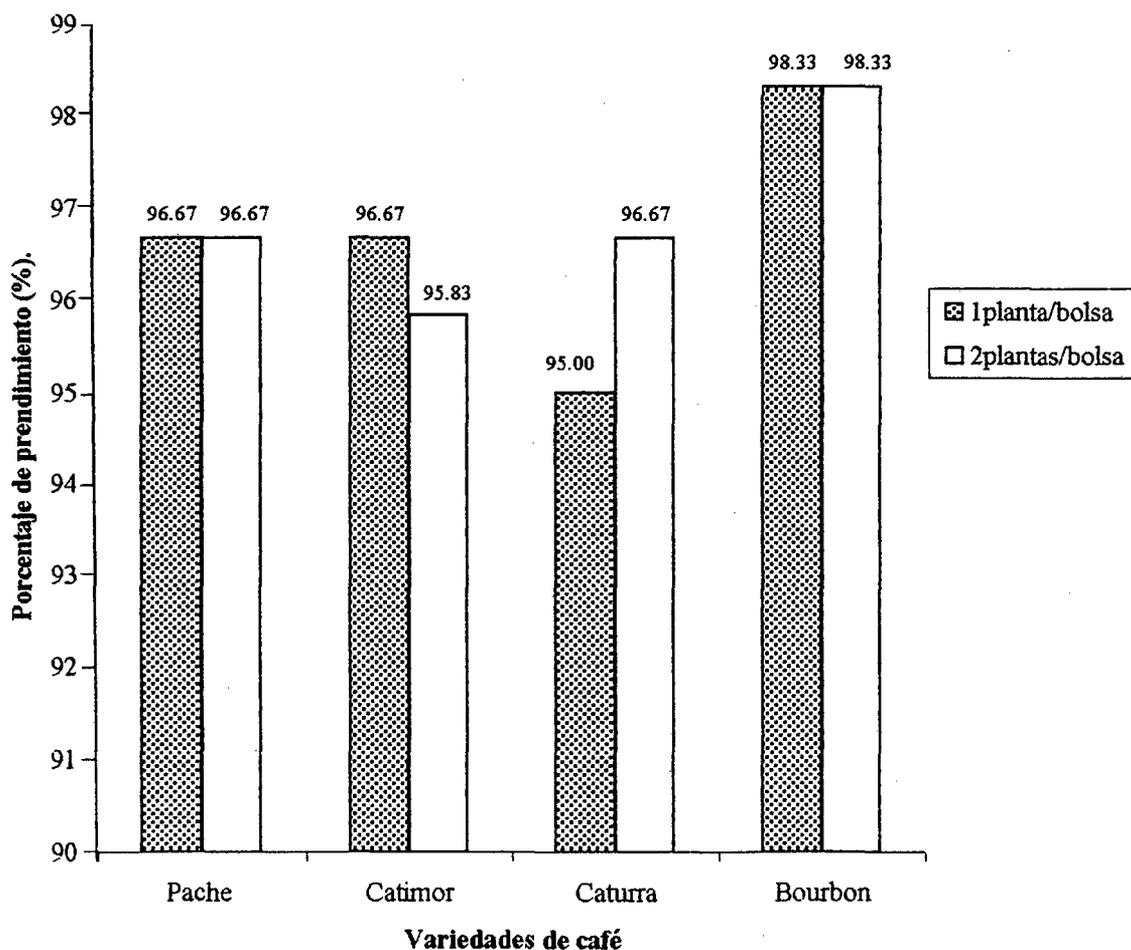


Figura 1. Porcentaje de prendimiento a los 45 días de injertado.

B. Crecimiento de plántulas de café injertado.

Los cuadrados medios del Cuadro 4 muestran alta significación estadística para los tratamientos, factorial y el factor B, para el factor A existe significación al 5% y un coeficiente de variabilidad de 8.71%.

Cuadro 4. Cuadrados medios para la altura de planta a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	0.287	ns
TRATAMIENTOS	9	45.866	**
FACTORIAL	7	56.772	**
A	1	26.313	*
B	3	113.621	**
A x B	3	10.075	ns
TESTIGOS	1	0.138	ns
FACT. vs TEST.	1	15.258	ns
ERROR EXPERIMENTAL	18	3.616	
TOTAL	29		

C.V. = 8.71%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

En la prueba de Duncan del Cuadro 5 de los efectos principales para el factor A observamos el mayor valor al nivel a_1 con (1 planta/bolsa) con 23.23cm y en cuanto al factor B el mayor valor es para la variedad Bourbon (b_4) con 28.14 cm que supera estadísticamente a las demás variedades.

En la Figura 2 se observa el efecto de interacción entre número de plantas/bolsa y variedades de café para la altura de planta y en la Figura 3 observamos la evolución del crecimiento ortotrópico.

Cuadro 5. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para la altura de planta a 165 días de injertado.

Altura de planta (cm)			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a_1 (1 planta/bolsa)	23.23 a	b_4 (Bourbon)	28.14 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	21.14 b	b_3 (Caturra)	21.81 b
		b_2 (Catimor)	21.06 b
		b_1 (Pache)	17.72 b

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En el Cuadro 6 los cuadrados medios muestran alta significación estadística en los tratamientos, factorial, factor A y el factor B presenta una significación al 5%. Con un coeficiente de variabilidad de 7.91%.

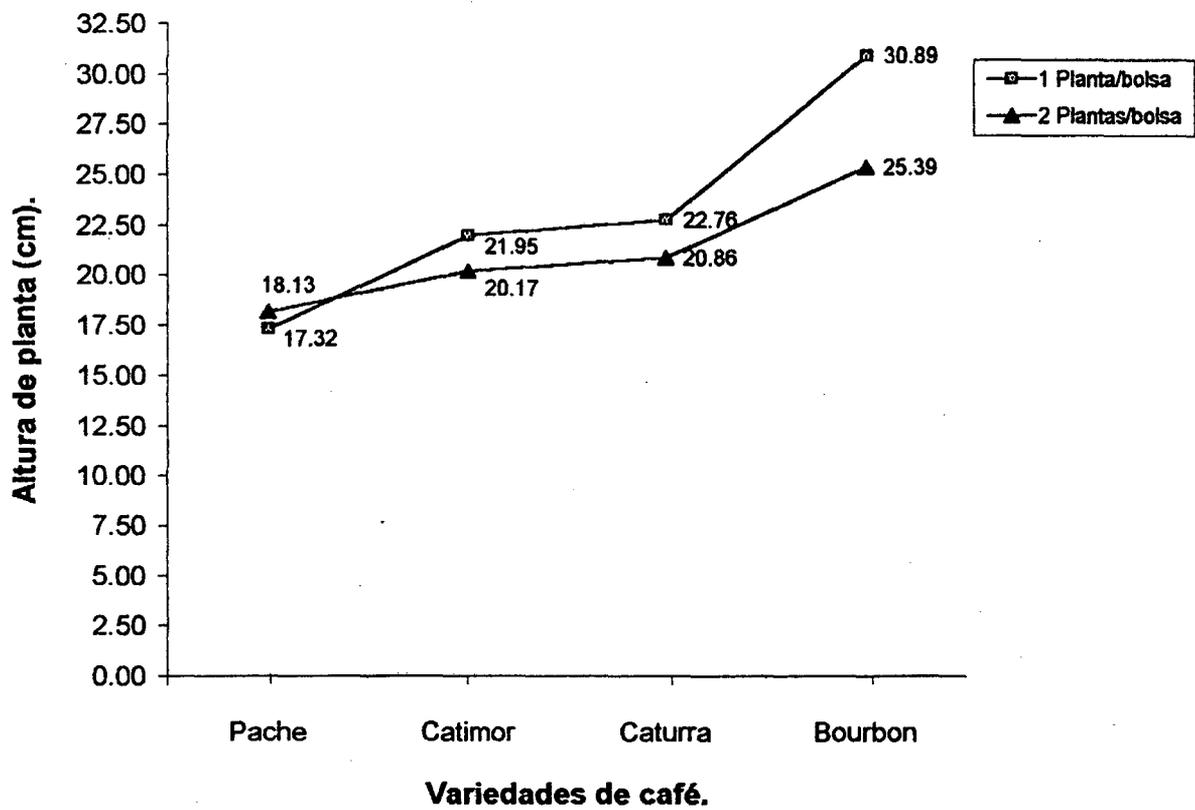


Figura 2. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en la altura de planta.

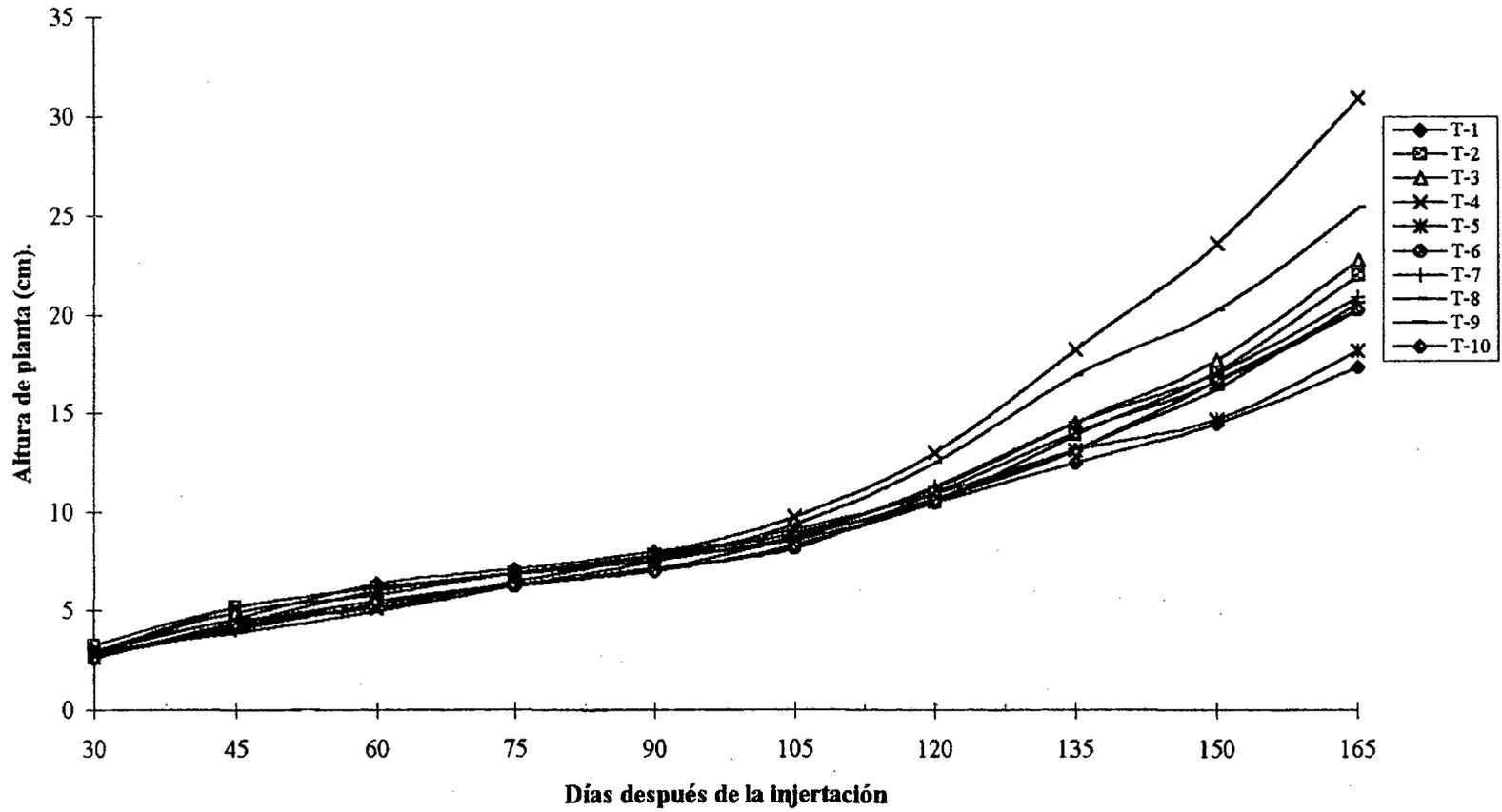


Figura 3. Evolución del crecimiento ortotrópico de cuatro variedades de café, con 1 y 2 plantas/bolsa.

Cuadro 6. Cuadrados medios para el diámetro basal a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	0.085	ns
TRATAMIENTOS	9	0.705	**
FACTORIAL	7	0.751	**
A	1	3.824	**
B	3	0.366	*
A x B	3	0.111	ns
TESTIGOS	1	0.313	ns
FACT. vs TEST.	1	0.774	*
ERROR EXPERIMENTAL	18	0.109	
TOTAL	29		

C.V. = 7.91%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

En el Cuadro 7 la prueba de Duncan de los efectos principales observamos que para el factor A el nivel a_1 (1 planta/bolsa) con 4.67mm supera significativamente al nivel a_2 y en cuanto al factor B las variedades Bourbon (b_4), Catimor (b_2) y Caturra (b_3) obtienen los mayores valores que no difieren entre si pero superan estadísticamente a la variedad Pache (b_1) que obtuvo 3.93mm.

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para el diámetro basal a 165 días de injertado.

Diámetro basal (mm)			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a ₁ (1 planta/bolsa)	4.67 a	b ₄ (Bourbon)	4.52 a
a ₂ (2 plantas/bolsa)	3.87 b	b ₂ (Caturra)	4.35 a
		b ₃ (Catimor)	4.29 a b
		b ₁ (Pache)	3.93 b

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 4 podemos observar el efecto de interacción entre número de plantas/bolsa y las variedades en estudio para el diámetro basal.

Los cuadrados medios del Cuadro 8 muestran alta significación estadística en cuanto a tratamientos, factorial, factor A y factor B con una significación al 5% para la interacción A x B y con un coeficiente de variabilidad de 2.14%.

En el Cuadro 9 de los cuadrados medios de efectos simples observamos que existe alta significación estadística en el factor A (número de plantas) debido a la variedad Pache (b₁) y una significación al 5% debido a la variedad Catimor (b₂).

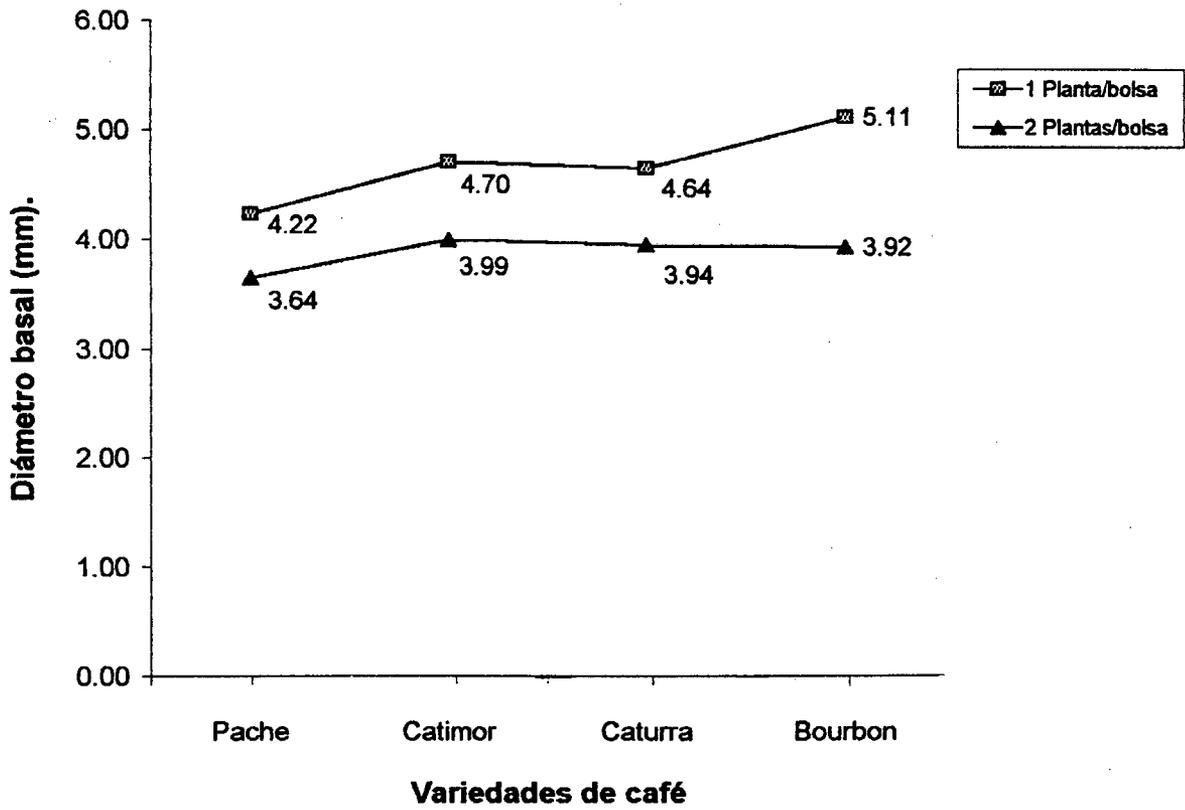


Figura 4. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el diámetro basal.

En cuanto a las variedades Caturra (b_3) y Bourbon (b_4) no existe significación estadística en cuanto al factor B existe alta significación estadística debido a los niveles a_1 y a_2 .

Cuadro 8. Cuadrados medios para el número de pares de hojas a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	0.034	ns
TRATAMIENTOS	9	0.242	**
FACTORIAL	7	0.289	**
A	1	0.277	**
B	3	0.512	**
A x B	3	0.071	*
TESTIGOS	1	0.002	ns
FACT. vs TEST.	1	0.146	*
ERROR EXPERIMENTAL	18	0.019	
TOTAL	29		

C.V. = 2.14%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

Cuadro 9. Cuadrados medios de los efectos simples para el número de pares de hojas a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
A en b_1	1	0.260	**
A en b_2	1	0.150	*
A en b_3	1	0.068	ns
A en b_4	1	0.011	ns
B en a_1	3	0.129	**
B en a_2	3	0.454	**
ERROR EXPERIMENTAL	18	0.019	

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

En el Cuadro 10 se observa lo siguiente:

- Del efecto simple de A en b_1 :

El nivel a_1 con 6.67 pares de hojas supera estadísticamente al nivel a_2 con 6.25 pares de hojas.

- Del efecto simple A en b_2 :

El nivel a_1 con 6.46 pares de hojas supera significativamente al nivel a_2 con 6.14 pares de hojas.

- Del efecto simple de B en a_1 :

Las variedades Bourbon (b_4) con 6.90 y Pache b_1 con 6.67 pares de hojas tienen los mayores valores que estadísticamente no difieren entre sí, pero superan a las variedades Caturra b_3 con 6.47 y Catimor b_2 con 6.46 pares de hojas.

- Del efecto simple de B en a_2 :

La variedad Bourbon b_4 con 6.99 pares de hojas supera estadísticamente a las demás variedades Pache (b_1), Caturra (b_3) y Catimor (b_2).

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples para el número de pares de hojas a 165 días de injertado.

Factores	Altura de planta (cm)	
	b_1 (Pache)	b_2 (Catimor)
A (Plantas/bolsa)		
a_1 (1 planta/bolsa)	6.667 a	6.46 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	6.250 b	6.143 b
B (variedades)	a_1 (1 planta/bolsa)	a_2 (2 plantas /bolsa)
b_4 (Bourbon)	6.90 a	6.99 a
b_1 (Pache)	6.67 a b	6.25 b
b_3 (Caturra)	6.47 b	6.25 b
b_2 (Catimor)	6.46 b	6.14 b

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En el Cuadro 11, la prueba de Duncan de efectos principales indica lo siguiente:

- Efecto principal de A (Plantas/bolsa):

El mayor valor fue para el nivel a_1 con 6.62 pares de hojas que supera significativamente al nivel a_2 con 6.41 pares de hojas.

- La variedad Bourbon (b_4) supera estadísticamente a los demás variedades Pache (b_1), Caturra (b_3) y Catimor (b_2) con 6.46, 6.36 y 6.30 pares de hojas respectivamente.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para el número de pares de hojas a 165 días de injertado.

Número de pares de hojas			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a_1 (1 planta/bolsa)	6.62 a	b_4 (Bourbon)	6.94 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	6.41 b	b_1 (Pache)	6.46 b
		b_3 (Caturra)	6.36 b
		b_2 (Catimor)	6.30 b

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 5 observamos el efecto de interacción entre números de plantas por bolsa y las variedades en estudio para el número de pares de hojas.

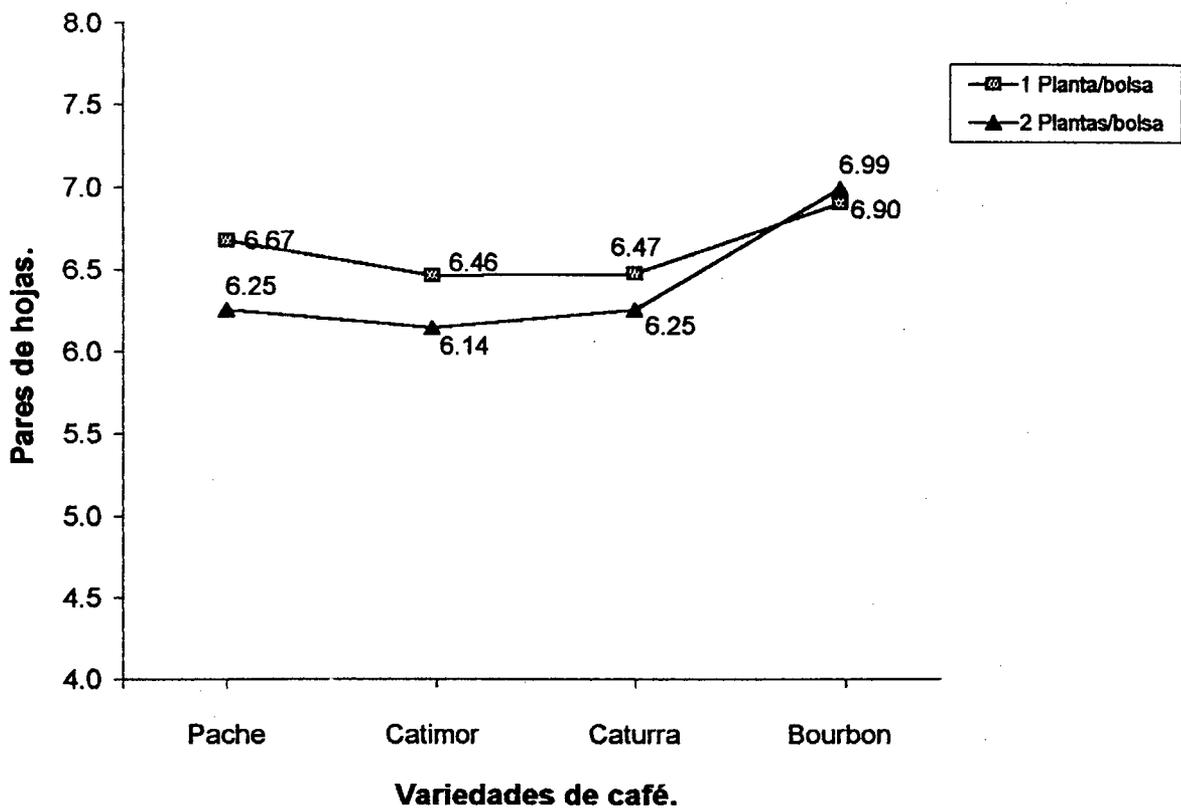


Figura 5. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el carácter pares de hojas.

Los cuadrados medios del Cuadro 12 indican una significación al 5% para los tratamientos y factorial alta significación para el factor A y no significativos, para el factor B, interacción A x B, testigos y factorial vs testigo con un coeficiente de variabilidad de 23.34%

Cuadro 12. Cuadrados medios para el área foliar a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	2443.141	ns
TRATAMIENTOS	9	29228.242	*
FACTORIAL	7	33455.428	*
A	1	192102.827	**
B	3	6778.438	ns
A x B	3	7249.951	ns
TESTIGOS	1	22774.951	ns
FACT. vs TEST.	1	6092.445	ns
ERROR EXPERIMENTAL	18	10575.796	
TOTAL	29		

C.V = 23.34%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad.

* Significación estadística al 5 % de probabilidad.

ns No significativo.

La prueba de Duncan del Cuadro 13 de los efectos principales para el factor A muestra que el nivel a_1 (1 planta/bolsa) con 537.22 cm^2 supera significativamente al nivel a_2 con 358.28 cm^2 .

Para el factor B (Variedades) la variedad Pache tiene el mayor valor con 492.33 cm^2 no supera significativamente a las demás variedades, Caturra, Bourbon y Catimor. Con 454.37 , 427.0 y 417.30 cm^2 respectivamente.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para el área foliar a 165 días de injertado.

Area foliar (cm^2)			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a_1 (1 planta/bolsa)	537.22 a	b_1 (Pache)	492.33 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	358.22 b	b_3 (Caturra)	454.37 a
		b_4 (Bourbon)	427.00 a
		b_2 (Catimor)	417.30 a

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 6 se muestra la interacción entre números de plantas por bolsa y variedades de café para el área foliar.

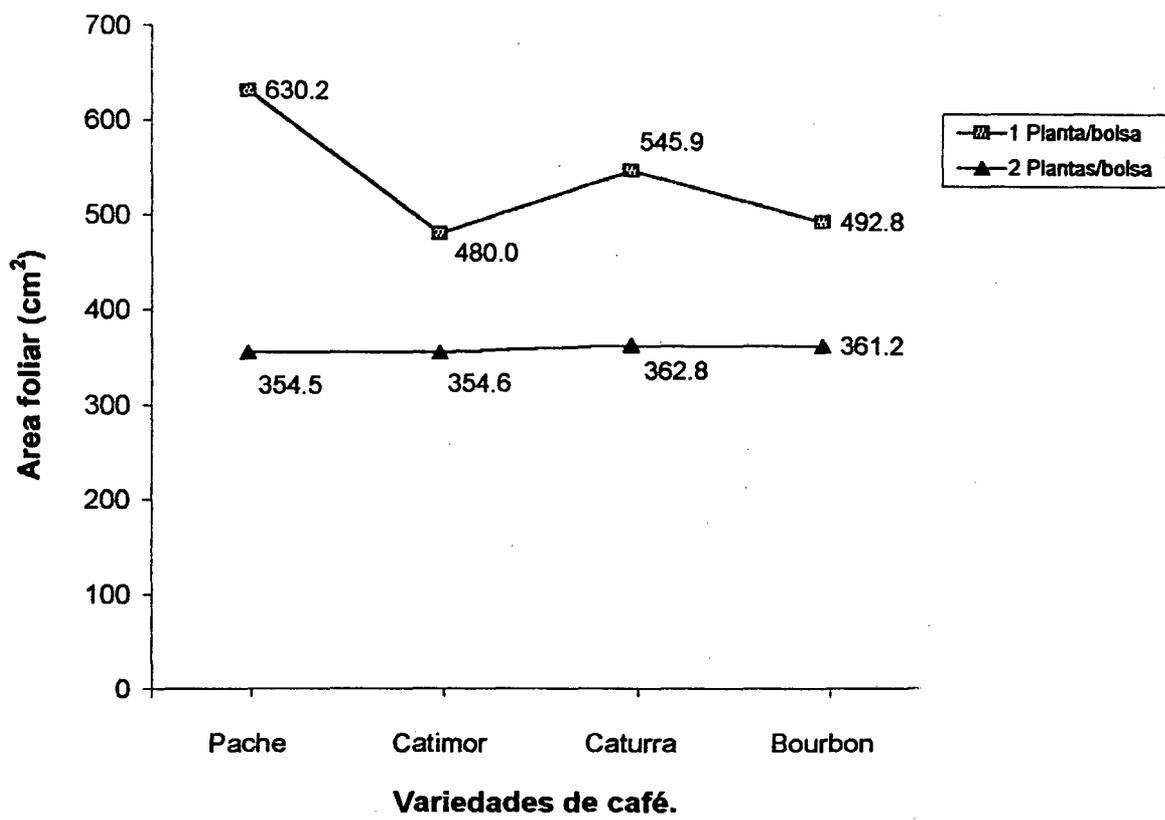


Figura 6. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el área foliar.

Los cuadrados medios del Cuadro 14 muestran significación al 5% para el factor A y el factor vs testigo, resultando no significativo para los bloques, tratamientos, factorial, factor B, interacción A x B y testigos, con un coeficiente de variabilidad de 11.60%.

Cuadro 14. Cuadrados medios para el volumen de raíz a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	0.644	ns
TRATAMIENTOS	9	0.951	ns
FACTORIAL	7	0.749	ns
A	1	3.103	*
B	3	0.529	ns
A x B	3	0.183	ns
TESTIGOS	1	1.431	ns
FACT. vs TEST.	1	1.887	*
ERROR EXPERIMENTAL	18	0.424	
TOTAL	29		

C.V. = 11.60%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

En la prueba de Duncan Cuadro 15 para los efectos principales el factor A (plantas/bolsa) muestra que el nivel a_1 con 6.10 cm^3 supera significativamente al nivel a_2 con 5.38 cm^3 , para el efecto principal del factor B (variedades) muestra que el mayor valor fue para la variedad Caturra (b_3) con 5.99 cm^3 pero no presenta diferencia significativa frente a las demás variedades Bourbon (b_4) Catimor (b_2) y Pache (b_1) con 5.95 cm^3 , 5.65 cm^3 y 5.35 cm^3 respectivamente.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para el volumen de raíz a 165 días de injertado.

Volumen de raíz (cm^3)			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a_1 (1 planta/bolsa)	6.10 a	b_3 (Caturra)	5.99 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	5.38 b	b_4 (Bourbon)	5.95 a
		b_2 (Catimor)	5.65 a
		b_1 (Pache)	5.35 a

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 7 observamos la interacción número de planta / bolsa y variedades de café para el volumen de raíz.

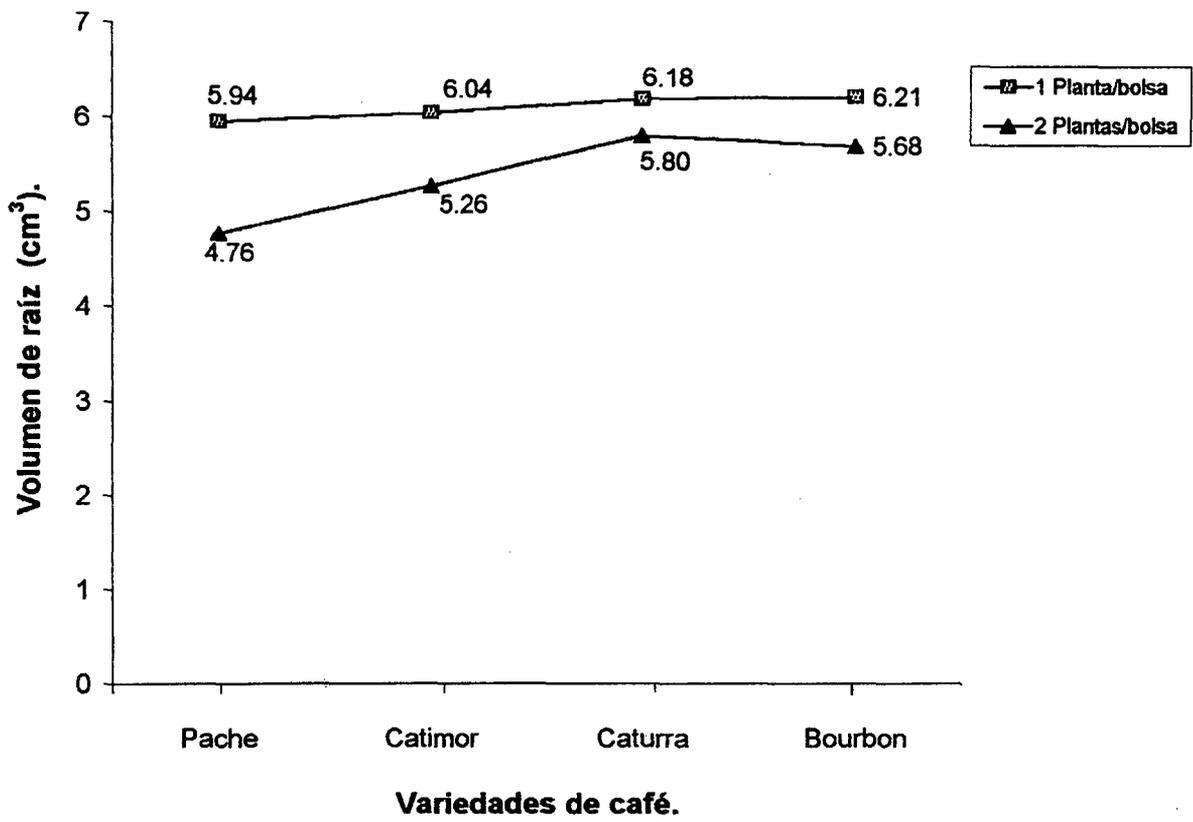


Figura 7. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el volumen de raíz.

Los cuadrados medios del Cuadro 16 muestran alta significación estadística en los tratamientos, factorial, factor A, factor B, y una significación al 5% para los testigos. Resultando no significativos los bloques, interacción A x B y factorial vs testigo con un coeficiente de variabilidad de 11.60 %.

Cuadro 16. Cuadrados medios para el peso fresco de planta a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	2.464	ns
TRATAMIENTOS	9	12.912	**
FACTORIAL	7	15.084	**
A	1	22.698	**
B	3	23.366	**
A x B	3	4.264	ns
TESTIGOS	1	7.958	*
FACT. vs TEST.	1	2.658	ns
ERROR EXPERIMENTAL	18	1.397	
TOTAL	29		

C.V. = 11.60%

** Significación estadística al 1 % de probabilidad

* Significación estadística al 5 % de probabilidad

ns No significativo.

En el Cuadro 17 la prueba de Duncan de los efectos principales para el factor A (número de planta/bolsa) el nivel a_1 con 26.36g supera estadísticamente al nivel a_2 con 24.42g, para el factor B(variedades) la variedad Bourbon (b_4) tiene el mayor peso fresco con 27.80g que supera significativamente a las demás variedades los siguientes valores son para las variedades Pache(b_1) con 25.86g y Catimor (b_2) con 24.81g sin diferencia estadística entre si pero superan a la variedad Caturra (b_3) con 23.09g.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el peso fresco de planta a 165 días de injertado.

=====			
Peso fresco (g)			
-----		-----	
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	

a_1 (1 planta/bolsa)	26.36 a	b_4 (Bourbon)	27.80 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	24.42 b	b_1 (Pache)	25.86 b
		b_2 (Catimor)	24.81 b
		b_3 (Caturra)	23.09 c
=====			

Promedios unidos con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 8 observamos la interacción entre el número de plantas por bolsa y las variedades en estudio para el peso fresco de planta.

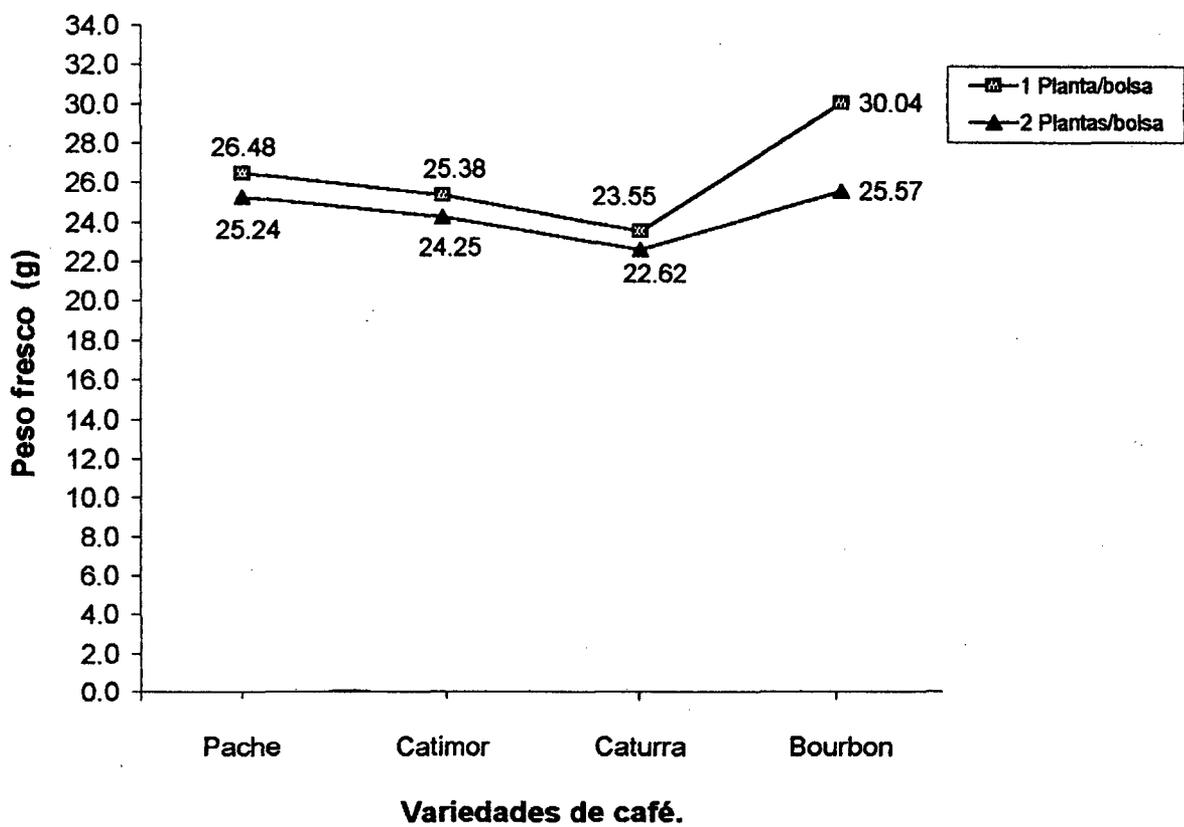


Figura 8. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el peso fresco.

Los cuadrados medios del Cuadro 18 resultan no significativo en cuanto a bloques, tratamientos, factorial, factor A, factor B, interacción A x B testigos y en el contraste Factorial vs testigos. Con un coeficiente de variabilidad aceptable de 15.49 %.

Cuadro 18. Cuadrados medios para el peso seco de planta a 165 días de injertado.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM	
BLOQUES	2	1.056	ns
TRATAMIENTOS	9	1.013	ns
FACTORIAL	7	1.195	ns
A	1	2.829	ns
B	3	0.729	ns
A x B	3	1.117	ns
TESTIGOS	1	0.096	ns
FACT. vs TEST.	1	0.651	ns
ERROR EXPERIMENTAL	18	0.988	
TOTAL	29		

C.V. = 15.49%

ns = No existe significación estadística

En la prueba de Duncan del Cuadro 19 de los efectos principales el factor A (plantas/bolsa) presenta diferencia significativa destacando el nivel a₁ con 6.69 g

frente al nivel a_2 con 6.00 g. Para el factor B. la variedad (Bourbon) b_4 con 6.69 g obtiene el mayor peso seco pero no presenta diferencia estadística frente a las demás variedades Caturra (b_3), Catimor (b_2), Pache (b_1) con 6.56 g, 6.18 g y 5.93 g respectivamente.

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos principales para el peso seco de planta a 165 días de injertado.

Peso seco (g)			
FACTOR A (Planta/bolsa)		FACTOR B (Variedades)	
a_1 (1 planta/bolsa)	6.69 a	b_4 (Bourbon)	6.69 a
a_2 (2 plantas/bolsa)	6.00 b	b_3 (Caturra)	6.56 a
		b_2 (Catimor)	6.18 a
		b_1 (Pache)	5.93 a

Promedios unidos con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la Figura 9 observamos la interacción del número de plantas/bolsa y las variedades en estudio para el peso seco.

En la Figura 10 podemos observar el número de brotes laterales destacando la variedad Bourbon (a_1b_4) con 3.55 y obteniendo el menor número de brotes la variedad Pache (a_1b_1) con dos brotes laterales.

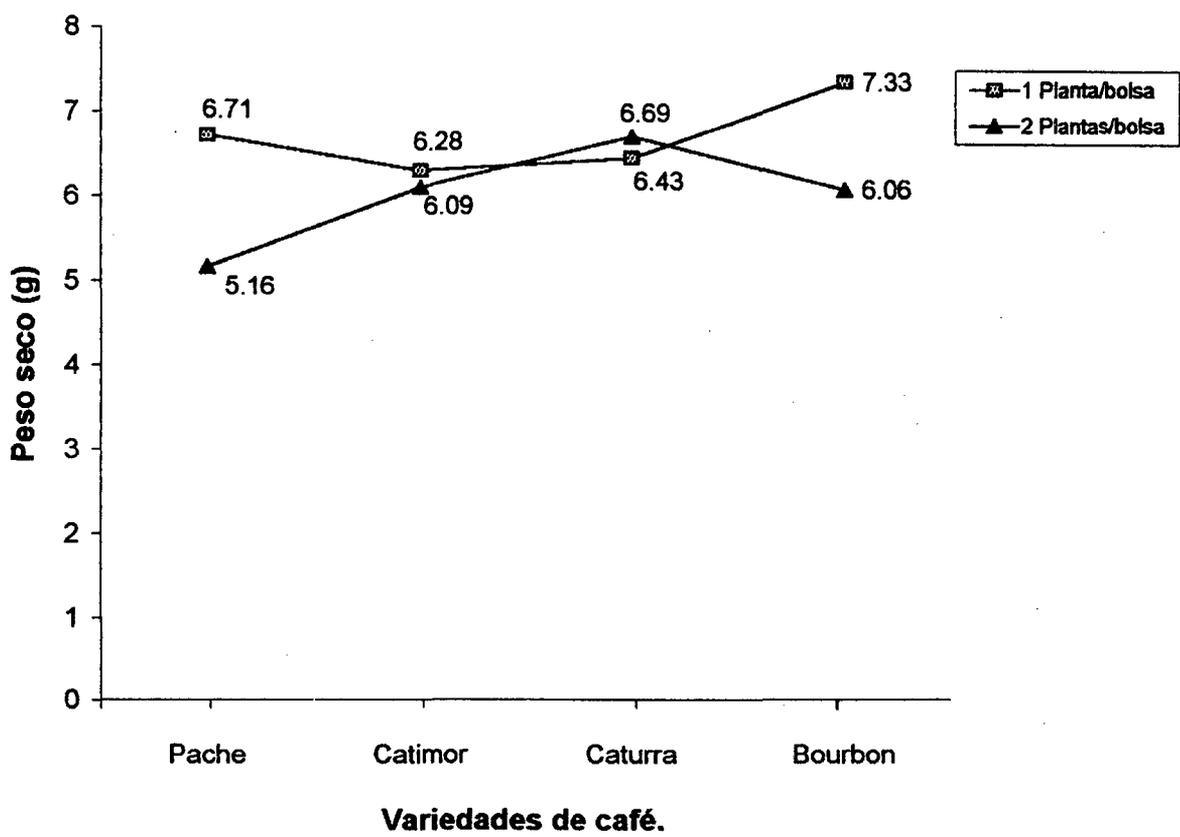


Figura 9. Efecto de interacción entre las variedades de café y número de plantas/bolsa en el peso seco.

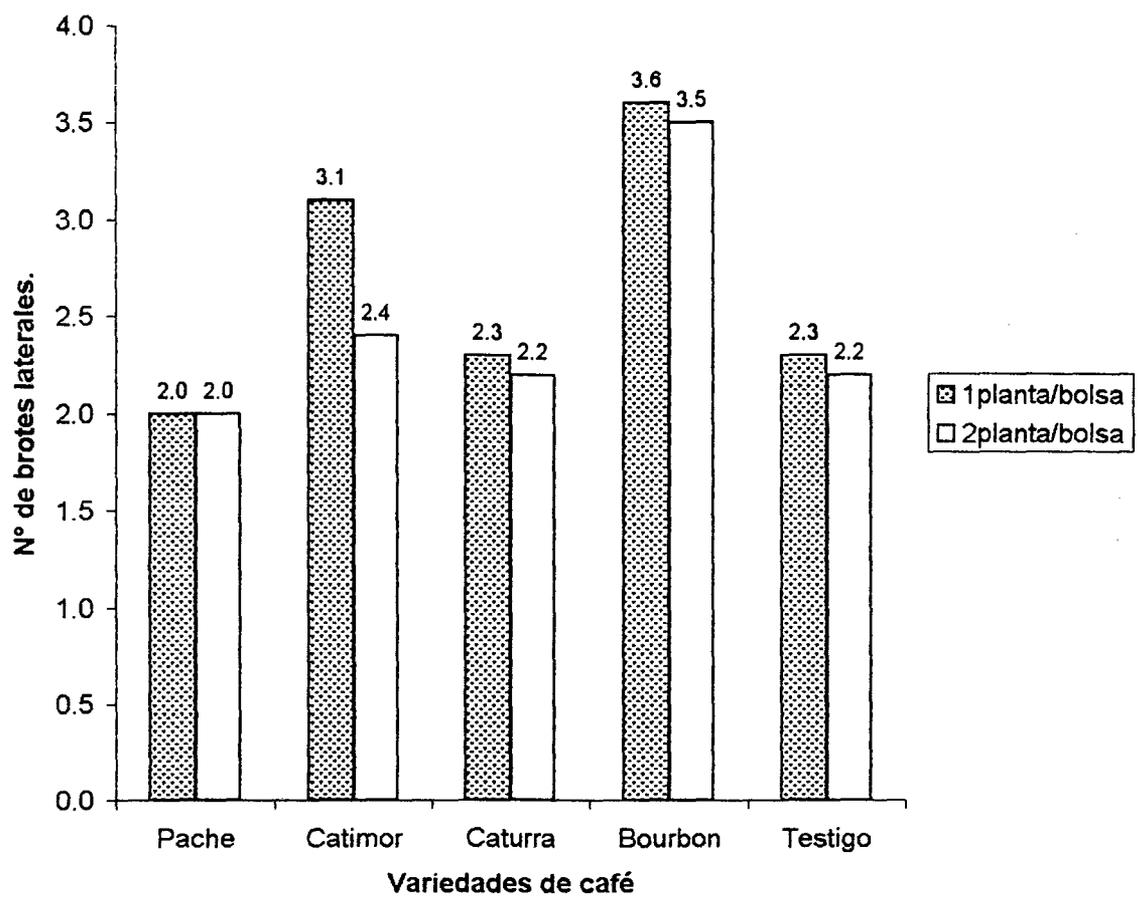


Figura 10. Número de brotes laterales a 165 días de injertado

Costo estimado en la obtención de una planta injertada.

- El promedio logrado fue de 23 plantas / hora.
- En una tarea de 8 horas se logra $23 \times 8 = 184$ plantas / día.
- Costo de una tarea (especializada) 30 nuevos soles.
- Por cada planta tenemos $30 / 184 = 0.163$ nuevos soles.
- Cintas de polietileno, paquete de 100 bolsas cuesta 1 nuevo sol y alcanza para 4800 plantas, para 1 planta $1 / 4800 = 0.000208$ nuevos soles.
- Desinfectante Benomil 250 g cuesta 60 nuevos soles y alcanza para 46000 plantas, para 1 planta $60 / 46000 = 0.001304$ nuevos soles.
- Hoja de afeitar 1.2 soles para 184 plantas, para 1 planta $1.2 / 184 = 0.006522$ nuevos soles.
- Alcohol 1 litro cuesta 6 soles para 1288 plantas (7 días), para 1 planta $6 / 1288 = 0.004658$ nuevos soles.
- Por lo tanto tenemos:

Mano de obra	0.163043
Cintas de polietileno	0.000208
Desinfectante	0.001304
Hoja de afeitar	0.006522
Alcohol	0.004658
Total por planta.	0.175735 Nuevos soles.

Este valor propuesto por Zacarias - Adriazola se debe adicionar a cualquier método de obtención de plantas para tener plantas injertadas.

V. DISCUSIÓN

A. Compatibilidad entre *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* P.

De acuerdo a los resultados finales se observó que las variedades estudiadas fueron compatibles con el patrón Robusta ya que no tuvimos síntomas de incompatibilidad en la injertación que son: amarillamiento de las hojas y no ocurre crecimientos, caída de hojas, muerte descendente de ramas y abultamiento excesivo en la zona de unión del injerto con el patrón (14).

El mayor porcentaje de prendimiento fue para el T₄ (a₁b₄) y el T₈ (a₂b₄) variedad Bourbon con 1 planta/bolsa con 98.33 % y el menor fue para el T₃ (a₁b₃) Caturra con 1 plantas/bolsa con 95.00 %. por lo tanto podemos afirmar que existió un alto porcentaje de prendimiento para todos los tratamientos bajo condiciones normales del vivero. Estos resultados son similares a los obtenidos en Costa Rica, donde afirman que los cafetos de la misma especie o de diferentes especies, corrientemente son compatibles (29).

También en Guatemala sostienen que la compatibilidad entre el café Arábico y el Robusta es perfecta según han podido observar en plantas injertadas con mas de 10 años de edad (13). Sin embargo en Chanchamayo AGROTEC (Agrotecnología Ecológica Chanchamayo S.A.) recomienda trabajar con una cámara húmeda con 80 a 90 % de H° R y manejar la incidencia de luz de 20 a 90 %, lo cual no fue necesario para realizar el presente trabajo (2).

Por otro lado en Colombia afirman que los materiales de Robusta resulta muy adecuado dada sus características de resistencia y su excelente capacidad de enraizamiento, pero sostienen que el método hipocotiledonar tiene un alto costo de mano de obra y bajos promedios de prendimiento que limitan el uso masivo de estas metodologías, Afirmación que difiere sustancialmente de los resultados obtenidos en este ensayo (7,8,20,27).

B. Crecimiento de plantulas de café injertado con 1 y 2 Plantas / Bolsa.

Con respecto a la altura de planta (Cuadro 4) existe alta significación en los tratamientos, factorial, factor A y factor B, esto se debe posiblemente al diferente comportamiento vegetativo que tienen las variedades en estudio.

En la comparación de medias (Cuadro 5) de los efectos principales para el factor A el mayor valor fue al nivel a_1 (1 planta/bolsa) con 23.23 cm, para el factor B la variedad Bourbon (b_4) con 28.14 cm supera a las demás variedades. En el Cuadro 17 (Anexo) se observa que el T_4 (a_1b_4) Bourbon con 1 planta/bolsa supera estadísticamente a los demás tratamientos incluido al testigo, por lo que podemos observar los mayores valores son para 1 planta por bolsa. Estos resultados son similares a los trabajos realizados en Guatemala, donde obtienen mejor rendimiento vegetativo para el crecimiento ortotrópico con 1 postura por bolsa frente a 2 y 3 posturas por bolsa (34). Por otro lado indican que la variedad Bourbon se caracteriza por tener porte alto, con internudos largos desde el inicio de su crecimiento (10).

En el Cuadro 6 para el diámetro basal, resultó altamente significativo los tratamientos, factorial y el factor A.

En la comparación de medias de los efectos principales (Cuadro 7) para el factor A (plantas/bolsa) el mayor valor fue al nivel a_1 con 4.67 mm, para el factor B las variedades Bourbon (b_4), Catimor (b_2), y Caturra (b_3) con 4.52, 4.35 y 4.29 mm respectivamente tienen los mayores valores sin diferencia estadística entre si pero superan a la variedad Pache (b_1) 3.93 mm . Por lo que deducimos, el mayor diámetro basal fue para la variedad Bourbon con 1 planta/bolsa. Estos resultados corroboran a los trabajos realizados en Guatemala donde obtienen los mayores valores del diámetro basal manejando almácigos con 1 y 2 posturas, quedando como alternativa la de 3, la de 4 posturas no recomiendan por su bajo rendimiento vegetativo (14).

En el Cuadro 8 para el número de pares de hojas resultaron altamente significativos los tratamientos, factorial, factor A, factor B y la interacción A x B este resultado nos indica que las variedades en estudio tienen diferente comportamiento de acuerdo a la densidad de plantas.

En la comparación de medias (Cuadro 10) de los efectos simples se observa diferencias significativas para el factor A al trabajar con las variedades Pache (b_1) y Catimor (b_2), para el factor B se observa que el mayor número de pares de hojas se obtiene con las variedades (Bourbon) (b_4) al nivel a_1 (1 planta/bolsa)

y a_2 (2 plantas/bolsa), así también en el Cuadro 20 (Anexo) la prueba de Duncan nos indica que los mayores valores son para los tratamientos T_8 (a_2b_4) y T_4 (a_1b_4) que superan significativamente a los demás tratamientos y al testigo sin injertar. Resultados similares obtienen en Guatemala al trabajar con la variedad Caturra donde obtienen mayor número de hojas (14.15 pares de hojas) frente al testigo sin injertar (12.11 pares de hojas) (21).

En el Cuadro 12 para el área foliar existe significación al 5% para los tratamientos y el factorial, existiendo alta significación debido al efecto del factor A, al hacer la comparación de medias de los efectos principales (Cuadro 13) para el factor A indica que el nivel a_1 con 537.22 cm^2 supera estadísticamente al nivel a_2 con 358.28 cm^2 . Para el factor B (variedades) no encontramos diferencia estadística pero el mayor valor fue para la variedad Pache (b_1) con 492.33 cm^2 , este resultado nos demuestra que a mayor densidad de plantas existe menor área foliar (28).

En el Cuadro 20 (Anexo) se observa que los tratamientos T_1 (a_1b_1), T_3 (a_1b_3), T_4 (a_1b_4) y T_2 (a_1b_2) superan a los testigos comerciales sin injertar. Estos resultados coinciden con trabajos realizados en Colombia a nivel de almácigo donde afirman que la competencia que existe entre plantas se debe a la densidad de siembra (3). También indican que la disminución del área foliar por planta con el incremento en la densidad ha sido registrada en otras investigaciones y esta relacionada con el incremento en la competencia dentro y entre plantas,

principalmente por espacio y luz. (3, 4, 33). Por otro lado en Guatemala obtienen mayores valores del área foliar trabajando con plantas injertadas (337.50 cm^2) frente a plantas no injertadas (271.21 cm^2) (21).

En el Cuadro 14 para el volumen de raíz no hubo significación estadística en los bloques, tratamientos, factorial, factor B, ni en la interacción debido posiblemente a que los tratamientos en estudio tuvieron como raíz solamente a la variedad Robusta. En la comparación de medias (Cuadro 15) de los efectos principales, el factor A al nivel a_1 (1 planta/bolsa) tiene el mayor volumen de raíz y para el factor B la variedad Caturra (b_3) con 5.99 cm^3 tiene el mayor valor, por lo que deducimos a menor densidad hay mayor volumen de raíz .

En la prueba de Duncan del Cuadro 21 (Anexo) el tratamiento T_4 (a_1b_4) Bourbon con 1 planta/bolsa tiene el mayor valor frente a los demás tratamientos. Este resultado se debe a una característica propio de los Robustas ya que esta variedad posee una alta capacidad de enraizamiento debido a su condición genética (32).

En el Cuadro 16 para el peso fresco de planta resultaron altamente significativos los tratamientos, factorial, factor A y factor B, esto se debe a que las variedades en estudio tienen diferente comportamiento vegetativo. En la prueba de Duncan (Cuadro 17) de los efectos principales el factor A (plantas/bolsa) al nivel a_1 con 26.36 g supera al nivel a_1 con 24.42 g .

Para el factor B (variedades) la variedad Bourbon con 27.80 g sobresale frente a las demás variedades. Por lo tanto observamos que el mayor peso fresco de planta coincide con la mayor altura de planta propio de la variedad Robusta, que son calificados como plantas altas y frondosas por consiguiente poseen mayor peso (35).

En el Cuadro 19 la prueba de Duncan de los efectos principales para el peso seco indica que el factor A (plantas/bolsa) al nivel a_1 con 6.69 g supera estadísticamente al nivel a_2 con 6 g y para el factor B la variedad Bourbon (b_4) con 6.69 g tiene el mayor peso seco pero no difiere significativamente de las demás variedades, con este resultado podemos afirmar que hubo efecto de los tratamientos entre el número de plantas por bolsa y las variedades en estudio. En la Figura 10 observamos que el mayor número de brotes laterales fue para el T_4 (a_1b_4) Bourbon con 1 planta/ bolsa, esto se debe a sus características propias de esta variedad que son: Porte alto de la planta, tendencia a la formación de ejes verticales, ramificaciones primarias y secundarias abundantes desde el inicio de su crecimiento (20).

VI. CONCLUSIONES

1. Existe compatibilidad entre *Coffea canephora* y *Coffea arabica*.
2. El injerto mediante el sistema de púa al estado hipocotiledonar es rápido, económico y se logra un alto porcentaje de prendimiento.
3. Los mayores valores del comportamiento vegetativo debido al factor A (plantas/bolsa) para la altura de planta, diámetro basal, volumen de raíz, área foliar, peso fresco y peso seco fueron al conducir el ensayo con una planta por bolsa.
4. En cuanto al factor B (variedades) la variedad Bourbon tuvo los mayores valores en cuanto a la altura de planta, pares de hojas, volumen de raíz, peso fresco, peso seco y número de brotes laterales.

VII. RECOMENDACIONES.

1. El injerto al estado hipocotiledonar debido a su alto porcentaje de prendimiento y compatibilidad entre *Coffea canephora* P. y *Coffea arábica* L. resulta una alternativa adecuada como método de propagación vegetativa del café.
2. Realizar trabajos de investigación a nivel de producción con plantas injertadas en comparación a plantas no injertadas.

VIII. RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la compatibilidad entre *Coffea canephora* P. y *Coffea arabica* L. y su crecimiento con 1 y 2 plantas por bolsa se realizó el presente trabajo de investigación en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva situado a 670 m.s.n.m. Se trabajó con 4 variedades de *Coffea arabica* L. (Pache, Catimor, Caturra y bourbon) injertados sobre *Coffea canephora* P. variedad Robusta.

El experimento se llevó a cabo mediante el Diseño bloques completos al azar con arreglo factorial $4 \times 2 + 2$ testigos comerciales con 3 repeticiones.

Se injertó las plantulas mediante el método hipocotiledonar de corona, llamado método reyna, el patrón se encontraba al estado de "mariposa" y las yemas al estado de "fosforito" para lograr esta diferencia se sembró las semillas del patrón 37 días antes de las variedades que se usaron como yemas o plumas.

Las evaluaciones para el porcentaje de prendimiento se realizó a 45 días después de injertado, para la altura de planta fue cada 15 días y para los demás parámetros evaluados: diámetro basal, área foliar, número de pares de hojas, volumen de raíz, peso fresco, peso seco y número de brotes laterales se hizo al final del experimento a 165 días después de injertado.

Existió compatibilidad entre *Coffea canephora* P. y *Coffea arabica* L. encontrando alto porcentaje de prendimiento para todos los tratamientos destacando el T₄ (a₁b₄) Bourbon con 98.33 % para 1 y 2 plantas por bolsa y el menor valor fue para el T₃ Caturra con 95.00 %, los mayores valores para los demás parámetros evaluados fueron al trabajar con 1 planta por bolsa que superaron significativamente al testigo sin injertar.

El sistema empleado para la obtención de plantas injertadas es económico, por lo que podemos afirmar que el método hipocotiledonar de corona es una alternativa para la propagación vegetativa del café y se puede trabajar a escala comercial.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ANZUETO, R. F. 1985. Mejoramiento Genético y Variedades de café. Anacafe , Guatemala. 259: Pp. 38 -39.
2. AQUINO, Y. , R. 1996. Injertación de café en Chanchamayo (Agrotec). La Merced, Perú. 14 p.
3. ARCILA, P. J. 1989. Desarrollo foliar y otros componentes de la variedad Colombia Informe anual de labores de la sección de Fitofisiología. Cenicafe Pp. 42. 44.
4. ARCILA, P. J. 1992. Productividad potencial del cafeto en Colombia. Cenicafe. Chinchiná, Colombia. Pp. 105 - 119
5. AREVALO, R. , C. 1975. Comportamiento de 9 variedades de café Robusta (*Coffea canephora*) frente al ataque del nemátodo de la raíz. Tesis Ing. Agr. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 99p.
6. BAEZA, A. C. 1977. Evaluación de nematicidas para el control de *Meloidogyne exigua* en plantulas de *Coffea arábica*. Variedad Caturra. Cenicafe. Vol. 28 3:108 p.
7. BERTRAND, B. y DUFOUR, M. 1993 A note about the use of microcuting and the setting up of an in situ micrografting technique for *Coffea arabica* in: COLLOQUE Scientifique Internacional sur le Café. 15. Montpellier, 6 - 11 junio. Proceedings. Paris, ASIC. V. 2. Pp. 735 - 737.

8. BIGOT, C. A. 1985. Comportamento dos enxertos de cafeeiros em diferentes combinacoes de espécies e variedades, na fase de muda de meio ano. In: Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 12. Caxambu, Minas Gerais 28 - 31 de Outubro, Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café. Pp. 53 - 54.
9. CALZADA, B. , J. 1981. Métodos estadísticos para la investigación. 4ta ed. Edit. Jurídica. Lima, Perú. 645p.
10. CARAVALHO, A. 1982. Pesquisas sobre mejoramiento de cafeiro. En Nutricao do cafeiro 2 ed. Monsanto. Piracicaba, Brasil. Pp. 138 - 178.
11. CASTAÑEDA, P. E. 1997. Manual Técnico Cafetalero. Lima, Perú 164p.
12. COSTE, R. 1980 El Café Ed. Blume. San Jose, Costa Rica. 285p.
13. ECHANDI, C. E. 1982. Relación entre el contenido de ácido clorogámico y la resistencia a la llaga o cancer de los cafetos causada por *Ceratocystis fimbriata*. Turrialba. 12 (2) Pp. 87 - 90.
14. FIGUEROA, Z. , R. 1984. La caficultura en el Perú. Lima, Perú 202 p.
15. FISCHERSWORRING, H. B. 1996. Guia para la caficultura ecologica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. Lima, Perú. 171p.
16. GIRON, T. , E. 1988. Evaluación de la germinación de la variedad robusta (*Coffea canéphora* P.) comparado con variedad Caturra. ANACAFE. Guatemala 289: 37p.
17. GUGNAN, D. 1970. Algunas observaciones sobre injertación de café practicado en Guatemala y en el Salvador, como medio para el control de nemátodos. ANACAFE 98: 35p.

18. HAARER, A. E. 1974. Comportamiento de 9 variedades Café Robusta (*Coffea canephora* P.) frente al ataque del nemátodo de la raíz. Tesis Ing^o Agr. Tingo María Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 110p.
19. HARTMANN, H. Y. 1962. Propagación de plantas, Principios prácticos, Ed. CECSA, Mexico. 693p.
20. HENRIQUEZ, C. N. y BASAGOYTIA, M. C. 1980. Injertación de cultivares resistentes a la roya del café sobre patrones de especies *C. canephora* y *C. congensis*, etapa de vivero In: Simposio latinoamericano sobre caficultura Tegucigalpa, de 9 - 10 de Diciembre Turrialba, IICA - PROMECAFE Pp. 66 - 72.
21. HERRERA, P. J. 1997. Micro injertación in vivo de plantulas de café obtenidas por embriogénesis somática. Cenicafé. vol 48 Oct - Dic Pp. 253 - 259.
22. JIMENEZ, J. L. 1986. Especies y variedades de café. ANACAFE. 273:7p.
23. KRUG, C. A. ; MENDES, J. E.T. y CARVALHO, A. 1983 Taxonomía de *Coffea arábica* L. Inst. agron. Do Estado Sao Paulo, Campinas, 57p.
24. LEON, J. 1962. Especies y Cultivares (variedades) de café IICA, Turrialba, Costa Rica. 69p.
25. LUTZEYER, H. J. ; PULSCHEN, L. ; COMPART, W y SCHOLAEN, S. 1994 Avances en el Control de plagas y enfermedades en cultivos perennes tomando como referencia al café. Traducido por G.T.Z. Edit. Weltforum - Verlag, Alemania 151p.

26. MAINARDI, F. F. 1996. Guía Ilustrada de la poda y de los injertos. Edit. DE VECCHI. Barcelona, España. 255p.
27. MATIELLO, J.B. y PAULINO, A. J. 1985. Novo sistema de enxertia em café. In: CONGRESO Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 12 Caxambu. Minas Gerais, Rio de Janeiro. Instituto brasileiro do café. Pp 1 - 10.
28. MORALES, J. R. ; SAN JUAN, E. J , LOPEZ, D. E. y ESTRADA, C. F. 1982. Evaluación de la calidad de almácigo de 1,2,3 y 4 posturas por bolsa en variedades Caturra y Bourbon Departamento de investigación en Café. Anacafe. Pp. 112 - 116.
29. NUMA, G. A. 1988. Cafetales y Café. Caracas, Venezuela. 226p.
30. RIOS, R.R. 1993. Mancha Foliar Bacteriana del café (*Coffea arábica* L.). causado por *Pseudomonas cichoril* en el Alto Huallaga. Tropicultura. Tingo María, Perú. Vol. I y II. 24 - 34 p.
31. RODAN, A. 1977. Es ventajero el injerto de café. Cenicafé. 72: 4 - 6 p.
32. SANCHEZ, A. 1987. Evaluación de 11 selecciones de *Coffea canephora* a la resistencia de los nemátodos. Cenicafé. Guatemala. 279: 19 - 21 p.
33. VALENCIA, A.G. 1973 Relaciones entre el índice del area foliar (IAF) y la productividad del cafeto. Cenicafe. 24 (4) Pp. 79 - 89.
34. VILLEDA, S.A. ; JIMENEZ, G. H. 1988. Evaluación de 3 fórmulas de fertilizantes disueltos a 3 concentraciones, aplicadas en almácigos de 1,2 y 3 posturas. Anacafe. N° 288 Pp. 13 - 21.
35. YUSTE, P. P. 1997. Biblioteca de la Agricultura Edit. Idea Books S.A. España. 768 p.

X. ANEXO

Cuadro 20. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los tratamientos para la altura de planta, diámetro basal, número de pares de hojas y área foliar.

Trat.	Clave	Altura de planta (cm)	Diámetro basal (mm)	Pares de hojas	Area foliar (cm ²)
T-4	(a ₁ b ₄)	30.89 a	5.113 a	6.900 a b	492.77 a
T-8	(a ₂ b ₄)	25.39 b	3.917 c	6.987 a	361.23 b
T-3	(a ₁ b ₃)	22.76 b c	4.640 a b	6.467 c	545.90 a
T-2	(a ₁ b ₂)	21.95 b c	4.703 a b	6.460 c d	480.00 a
T-7	(a ₂ b ₃)	20.86 c d	3.940 c	6.253 d	362.83 b
T-9	(Testigo 1)	20.55 c d	4.097 b c	6.323 d	473.73 a b
T-10	(Testigo 2)	20.25 c d	3.640 c	6.360 d	350.51 b
T-6	(a ₂ b ₂)	20.17 c d	3.990 c	6.143 d	354.60 b
T-5	(a ₂ b ₁)	18.13 d	3.637 c	6.250 d	354.47 b
T-1	(a ₁ b ₁)	17.32 d	4.220 b	6.667 c	630.20 a

Cuadro 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) los tratamientos para volumen de raíz, peso fresco y peso seco.

Trat.	Clave	Volumen de raíz (cm ³)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
T-4	(a ₁ b ₄)	6.213 a	30.037 a	7.327 a
T-3	(a ₁ b ₃)	6.183 a	23.553 d	6.430 a b
T-2	(a ₁ b ₂)	6.040 a	25.380 b c	6.277 a b
T-1	(a ₁ b ₁)	5.943 a b	26.483 b c	6.707 a b
T-7	(a ₂ b ₃)	5.803 a b c	22.620 d	6.693 a b
T-8	(a ₂ b ₄)	5.677 a b c	25.570 b c	6.057 a b
T-9	(Testigo 1)	5.597 a b c	27.287 a b	6.837 a
T-6	(a ₂ b ₂)	5.263 a b c	24.247 c d	6.087 a b
T-5	(a ₂ b ₁)	4.760 b c	25.237 b c	5.157 b
T-10	(Testigo 2)	4.620 c	24.983 b c d	6.583 a b

Cuadro 22. Evaluaciones de altura de planta (cm).

Trat.	Repeticiones																			
	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
	30 días				45 días				60 días				75 días				90 días			
T-1	2.81	2.92	3.04	2.92	4.01	4.52	5.36	4.63	6.69	5.73	6.70	6.37	7.79	6.18	7.36	7.11	8.85	6.89	8.33	8.02
T-2	2.90	3.82	2.98	3.23	5.12	5.19	5.23	5.18	5.81	6.32	6.33	6.15	6.72	6.98	7.06	6.92	7.46	7.92	7.68	7.68
T-3	2.88	2.88	2.86	2.87	4.95	5.18	4.64	4.92	5.74	5.66	5.66	5.83	6.87	7.25	6.58	6.90	8.08	8.08	7.25	7.80
T-4	2.94	3.07	2.89	2.96	4.69	4.35	4.43	4.49	5.56	5.03	5.03	5.15	6.80	6.33	6.37	6.50	8.40	7.69	7.48	7.86
T-5	3.06	2.19	2.75	2.67	4.65	4.30	4.09	4.35	5.90	5.85	6.35	6.03	6.73	6.91	7.15	6.93	7.54	7.74	8.06	7.78
T-6	2.49	3.00	2.79	2.76	4.59	4.52	3.50	4.20	5.78	5.89	4.80	5.49	6.38	6.39	5.97	6.25	7.09	7.18	7.20	7.16
T-7	2.38	2.98	2.78	2.71	4.41	4.19	3.45	4.02	5.22	5.73	5.01	5.32	6.52	6.25	6.06	6.28	7.57	6.81	6.93	7.10
T-8	3.08	2.94	2.77	2.93	3.98	4.00	3.61	3.86	4.86	5.45	4.57	4.96	6.20	6.50	6.10	6.27	7.57	7.74	7.34	7.55
T-9	2.93	2.92	2.92	2.92	5.44	4.88	5.32	5.21	6.88	5.65	6.15	6.23	7.54	6.23	6.78	6.85	8.27	6.88	7.40	7.52
T-10	2.47	2.32	3.00	2.59	4.69	4.29	4.09	4.34	5.37	5.36	5.75	5.49	6.08	6.33	6.56	6.32	6.56	7.48	7.00	7.01

Cuadro 22. Evaluaciones de altura de planta (cm) (Continuación).

Trat.	Repeticiones																			
	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
	105 días				120 días				135 días				150 días				165 días			
T-1	9.86	7.52	9.07	8.82	12.04	8.98	10.39	10.47	14.01	10.89	12.52	12.47	16.14	12.71	14.53	14.46	19.06	15.36	17.54	17.32
T-2	8.12	8.71	8.92	8.58	9.98	10.62	10.83	10.48	13.42	14.39	13.82	13.88	16.72	18.00	16.54	17.09	21.70	22.49	21.66	21.95
T-3	9.31	9.38	8.06	8.92	11.61	12.23	9.54	11.13	15.02	16.12	12.39	14.51	18.22	18.71	16.17	17.70	23.23	24.09	20.97	22.76
T-4	10.3	9.29	9.60	9.74	14.94	11.60	12.14	12.95	20.61	16.18	17.79	18.19	25.92	21.90	22.90	23.57	32.97	28.73	30.98	30.89
T-5	8.94	9.11	9.25	9.10	10.54	11.24	10.82	10.87	12.66	13.22	13.37	13.08	14.62	13.80	15.47	14.63	17.69	18.79	17.90	18.13
T-6	8.59	8.59	7.34	8.17	10.46	11.07	11.21	10.91	12.92	14.24	14.82	13.99	14.89	18.11	16.82	16.61	17.94	22.00	20.58	20.17
T-7	9.36	8.38	8.44	8.73	11.75	10.92	11.02	11.23	14.42	14.04	14.98	14.48	17.18	16.66	17.14	16.99	20.38	20.67	21.52	20.86
T-8	9.45	9.96	8.72	9.38	12.11	13.72	11.55	12.46	15.24	19.92	15.58	16.91	18.89	23.34	18.38	20.20	24.76	27.64	23.78	25.39
T-9	9.22	8.02	8.61	8.62	12.10	8.96	10.80	10.62	14.50	10.89	13.80	13.06	18.20	12.97	17.33	16.17	22.80	17.61	21.25	20.55
T-10	7.36	9.44	8.22	8.34	8.89	12.54	10.30	10.58	11.19	17.22	10.84	13.08	14.19	18.44	17.32	16.65	17.72	22.61	20.42	20.25

Cuadro 23. Evaluaciones de diámetro basal (mm).

Trat.	Diámetro basal (mm.)															
	Repeticiones															
	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
	75 días				105 días				135 días				165 días			
T-1	1.86	1.97	2.01	1.92	2.80	1.73	2.79	2.44	3.74	3.20	3.54	3.49	4.68	3.68	4.30	4.22
T-2	1.07	1.76	2.16	1.66	2.90	1.88	2.70	2.49	4.01	3.28	3.50	3.59	5.12	4.68	4.31	4.70
T-3	1.57	1.97	1.67	1.73	2.34	2.75	2.45	2.51	3.64	3.58	3.50	3.57	4.94	4.42	4.56	4.64
T-4	1.37	2.01	1.55	1.64	2.65	2.30	2.75	2.57	3.88	3.78	3.86	3.84	5.11	5.26	4.97	5.11
T-5	1.76	1.58	1.77	1.70	2.61	1.94	2.68	2.41	3.22	2.68	2.98	2.96	3.84	3.55	3.52	3.64
T-6	1.66	1.97	2.01	1.88	2.56	1.87	2.73	2.38	3.20	3.17	3.27	3.21	3.87	4.22	3.88	3.99
T-7	1.93	2.07	1.98	1.99	2.39	2.65	2.43	2.49	3.05	2.98	3.39	3.14	3.72	3.54	4.56	3.94
T-8	1.19	2.01	2.37	1.86	2.11	2.47	2.56	2.38	2.94	3.17	3.14	3.08	3.78	4.02	3.95	3.92
T-9	1.97	1.18	1.99	1.64	2.78	2.81	2.82	2.80	3.58	3.30	3.47	3.45	4.38	3.79	4.12	4.09
T-10	1.95	1.76	2.17	1.96	1.99	2.71	2.61	2.53	2.73	3.16	3.18	3.02	3.30	3.75	3.87	3.64

Cuadro 24. Evaluaciones del número de pares de hojas.

Trat.	Número de pares de hojas															
	Repeticiones															
	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
	75 días				105 días				135 días				165 días			
T-1	1.38	1.46	1.97	1.60	3.44	3.11	3.39	3.31	5.35	4.39	5.27	5.17	6.70	6.50	6.80	6.67
T-2	1.95	1.37	2.07	1.79	3.35	3.17	3.24	3.25	5.41	5.00	5.06	5.16	6.38	6.50	6.50	6.46
T-3	2.11	1.45	2.14	1.90	3.88	3.72	3.35	3.65	5.66	5.72	5.06	5.24	6.50	6.50	6.40	6.47
T-4	1.68	2.45	2.01	2.04	3.39	3.00	3.18	3.19	5.44	5.11	5.17	5.24	6.80	7.00	6.60	6.90
T-5	2.17	1.95	2.01	2.04	3.32	3.33	3.15	3.27	5.10	5.19	4.58	4.96	6.17	6.31	6.27	6.25
T-6	1.38	2.01	2.23	1.87	3.36	3.44	3.26	3.35	4.64	4.94	4.92	4.83	6.00	6.24	6.19	6.14
T-7	1.86	1.97	1.78	1.87	3.73	3.60	3.59	3.64	5.22	5.20	5.14	5.19	6.34	6.32	6.10	6.25
T-8	2.05	1.96	2.10	2.04	3.19	3.36	3.18	3.24	4.92	5.05	4.62	4.86	6.92	6.89	7.15	6.98
T-9	2.01	1.27	1.56	1.61	3.61	2.90	3.35	3.19	5.44	5.11	5.17	5.24	6.31	6.06	6.60	6.32
T-10	1.79	1.68	2.01	1.83	3.11	3.39	3.33	3.28	4.80	5.13	4.85	4.93	6.16	6.40	6.52	6.36

Cuadro 25. Evaluaciones del área foliar, volumen de raíz y peso fresco a 165 días de injertado.

Trat.	Repeticiones											
	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
	Area foliar (cm ²)				Volumen de raíz (cm ³)				Peso fresco (g)			
T-1	645.00	667.20	578.40	630.20	6.05	5.79	5.99	5.94	26.70	25.55	27.20	26.48
T-2	584.00	292.00	564.00	480.00	6.75	5.88	5.49	6.04	26.45	25.44	24.25	25.38
T-3	506.40	513.30	618.00	545.90	6.79	5.29	6.47	6.18	24.85	23.25	22.56	23.55
T-4	518.30	660.00	300.00	492.77	4.98	6.75	6.91	6.21	31.15	29.25	29.71	30.04
T-5	311.40	366.70	385.30	354.47	3.75	5.19	5.34	4.76	25.29	25.15	25.27	25.24
T-6	238.30	348.80	476.70	354.60	4.93	5.30	5.56	5.26	24.41	25.04	23.29	24.25
T-7	354.00	346.00	388.50	362.83	5.68	5.23	6.50	5.80	23.85	22.85	21.16	22.62
T-8	242.30	448.70	392.70	361.23	5.85	5.56	5.62	5.68	24.15	26.85	25.71	25.57
T-9	528.00	432.80	460.40	473.73	5.85	5.56	5.62	5.68	25.50	29.21	27.15	27.29
T-10	301.14	390.70	359.70	350.51	4.75	4.66	4.45	4.62	24.57	26.83	23.55	24.98

Cuadro 26. Análisis químico del humus de lombriz.

Parámetros	Contenido
Humedad	49.16 %
pH	7.25
Sustancia orgánica	50.11 %
Nitrógeno	1.87 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	2.19 %
Potasio (K ₂ O)	1.73 %
Calcio	7.81 %
Magnesio	1.05 %
Hierro	1.28 %
Manganeso	618 ppm
Cobre	222 ppm
Cinc	649 ppm
Cobalto	20 ppm

Fuente. Laboratorio de Suelos UNAS.

Cuadro 27. Datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica

"José Abelardo Quiñones" (SENAHMI) (Setiembre 97 - Junio 98).

	Temperatura			H°R	PP
	Max.	Med.	Min.		
1997					
Octubre	28.3	23.7	19.01	84	220.1
Noviembre	29.6	23.3	16.9	80	277.3
Diciembre	28.9	24.1	19.2	83	178.3
1998					
Enero	27.8	23.5	19.3	87	396.3
Febrero	28.4	23.9	19.5	86	247.1
Marzo	29.1	24.6	20.0	85	295.5
Abril	29.9	26.1	20.2	85	218.8
Mayo	29.4	24.5	19.7	84	220.3
Junio	29.3	24.1	19.3	84	173.2
Promedio	28.9	24.2	19.5	84.2	247.4

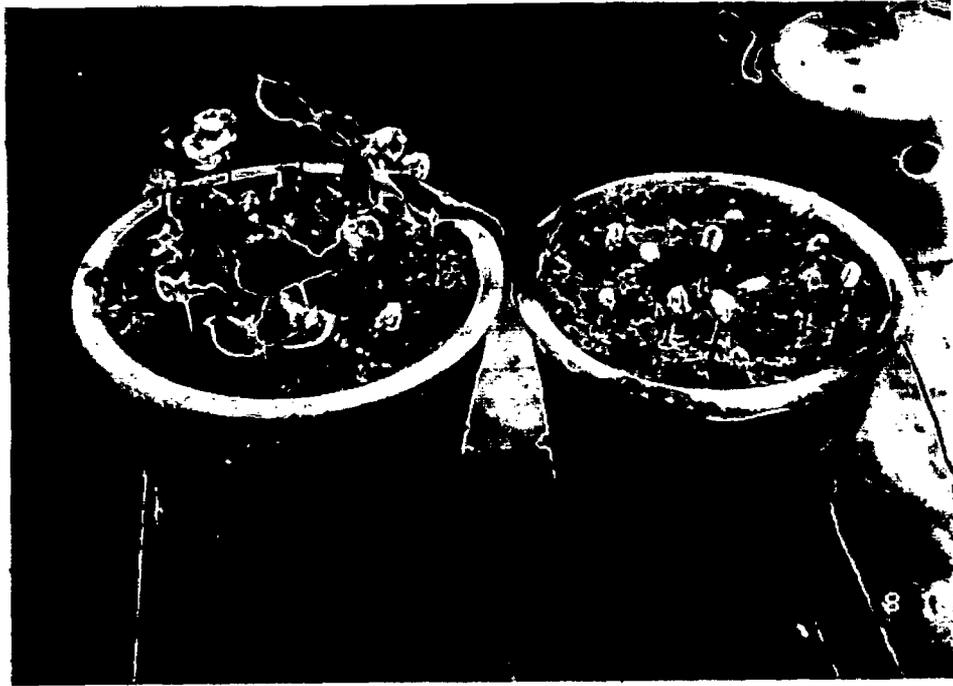


Figura 11. Germinador del patrón y la yema.



Figura 12. Materiales utilizados en la injertación.



Figura 13. Yema fosforito y patrón mariposa.

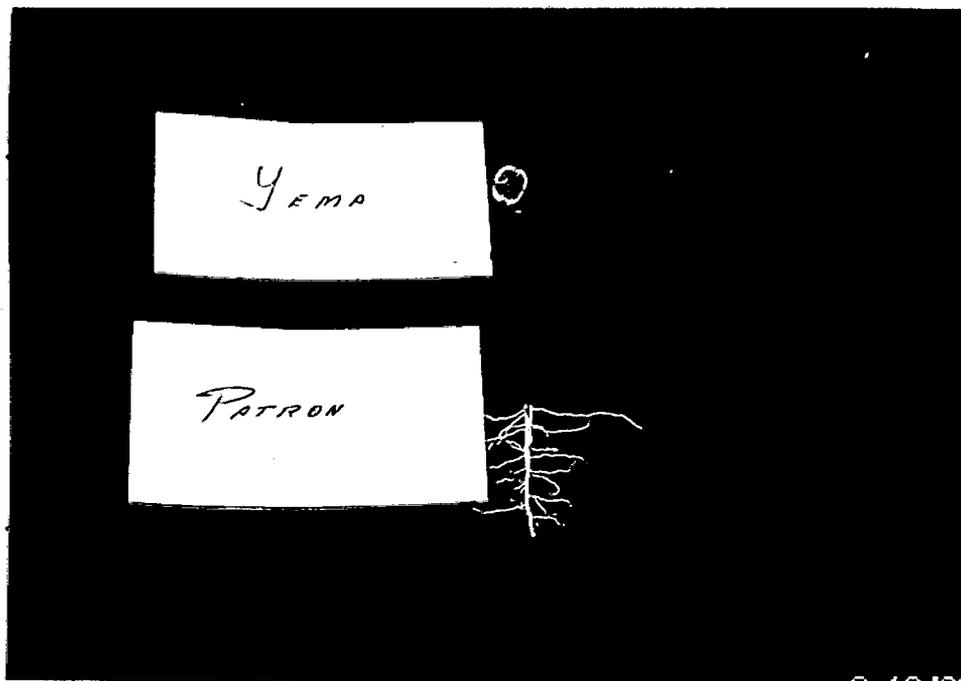


Figura 14 . Corte del patrón y la yema.

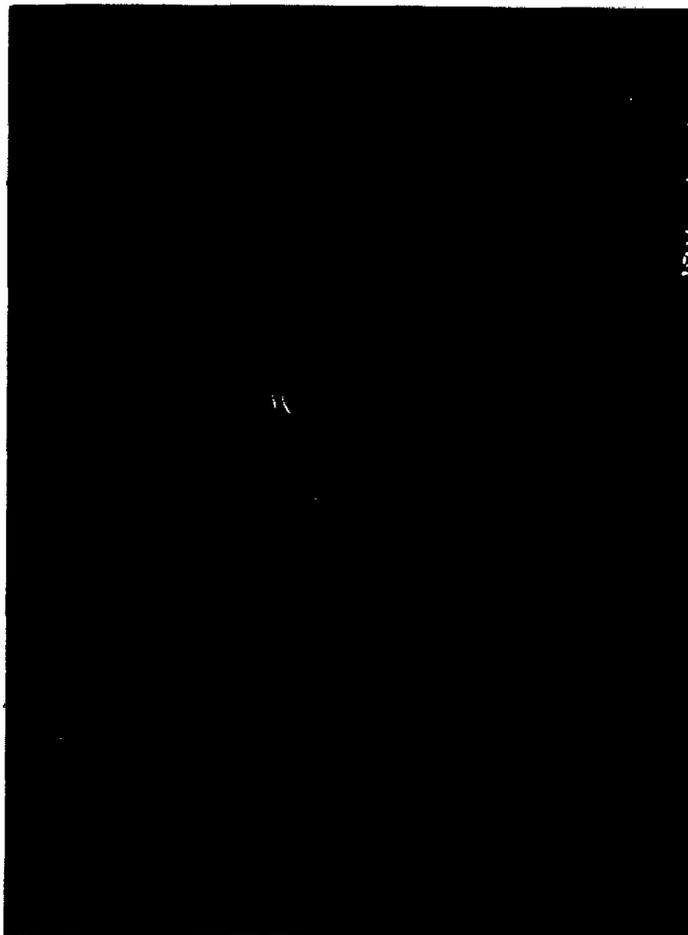


Figura 15. Uniendo la yema con el patrón y planta injertada listo para el amarre.

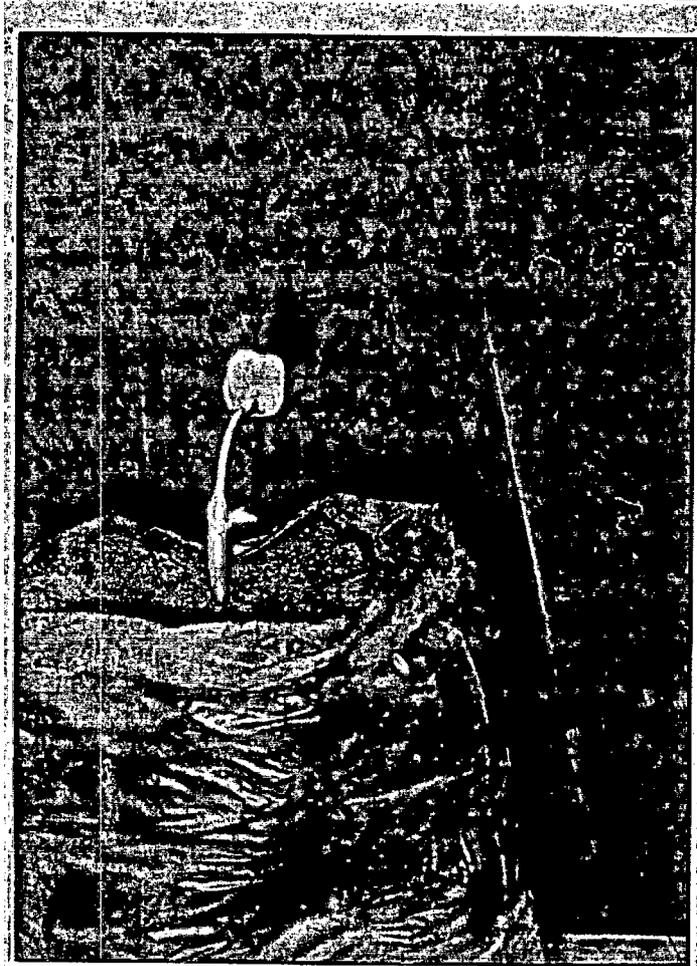
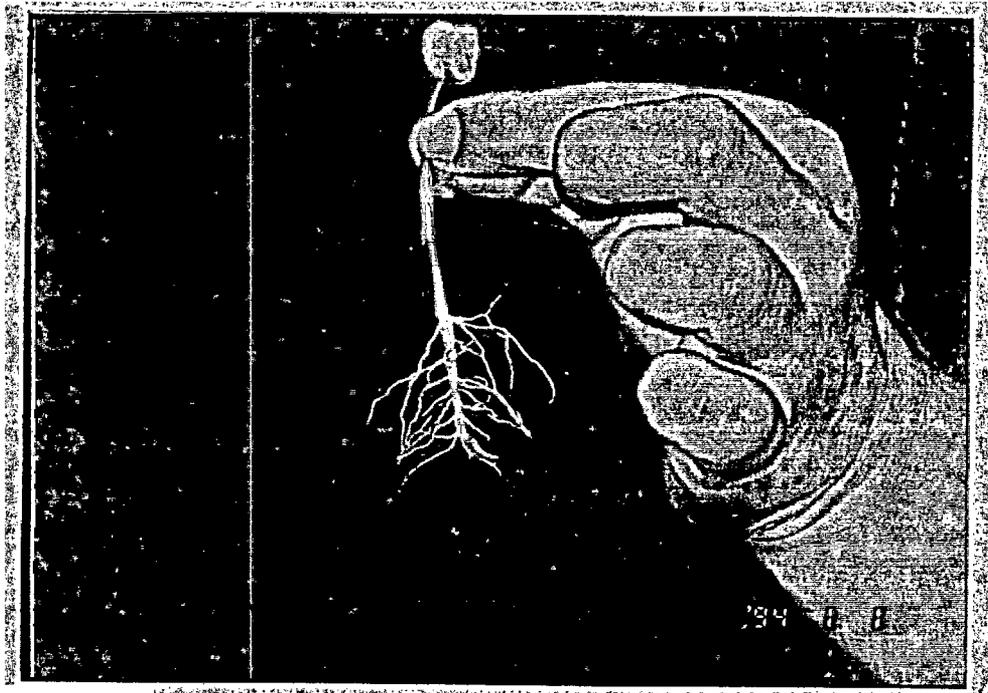


Figura 16. Injerto amarrado y planta repicada en bolsa.

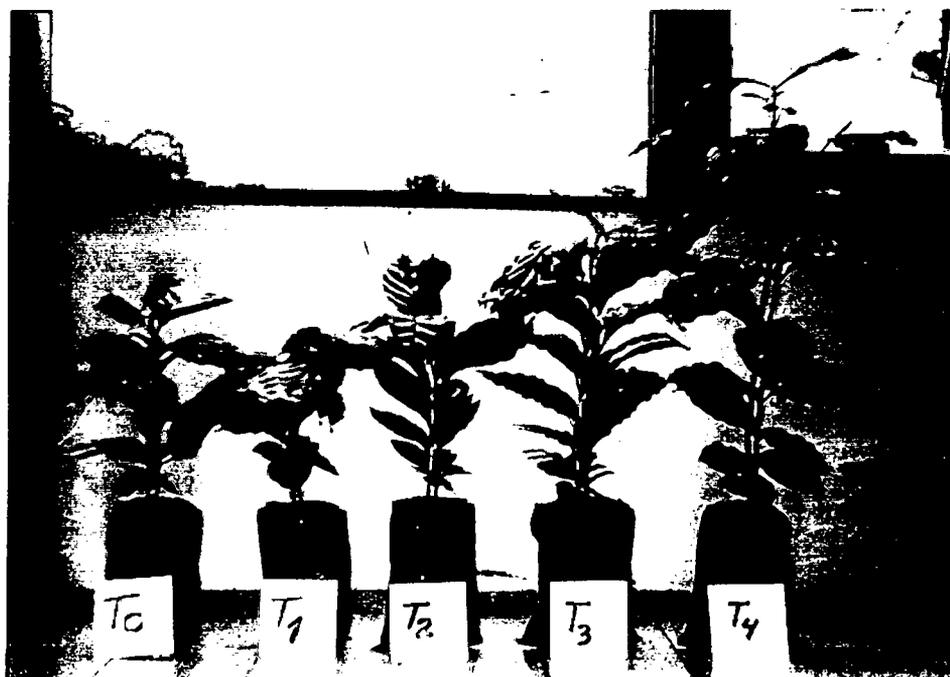


Figura 17. Plantas a 165 días de injertado (1 planta / bolsa).

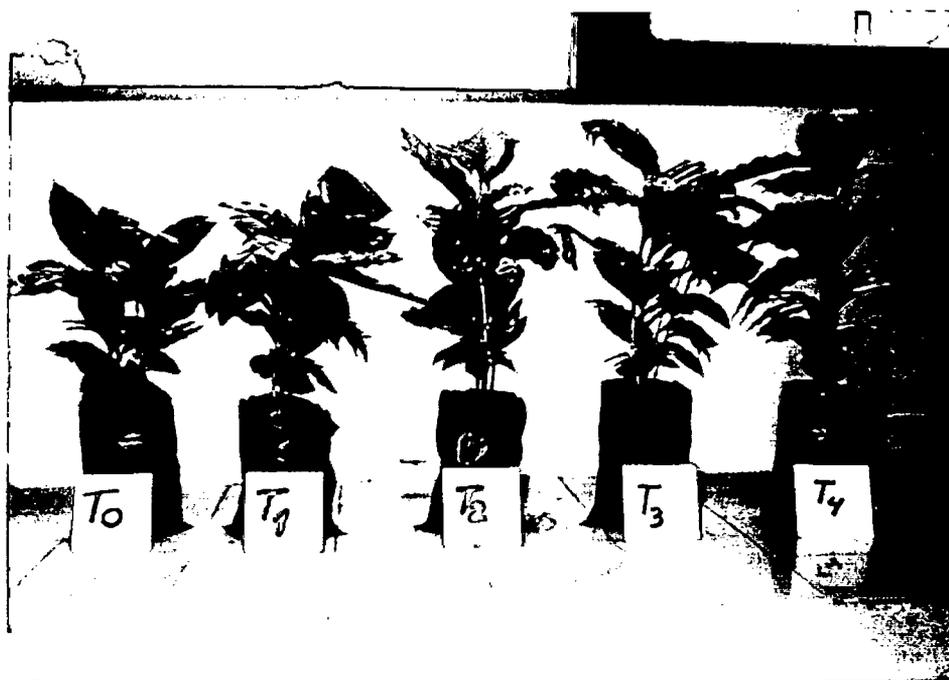


Figura 18. Plantas a 165 días de injertado (2 plantas / bolsa).