

RESPUESTA DEL CAFE Coffea arabica L. AL NUMERO DE  
POSTURAS Y PODA RADICAL DURANTE EL TRASPLANTE  
INICIAL

**BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ciencias Agrícolas

RESPUESTA DEL CAFE Coffea arabica L. AL NUMERO DE  
POSTURAS Y PODA RADICAL DURANTE EL TRASPLANTE  
INICIAL

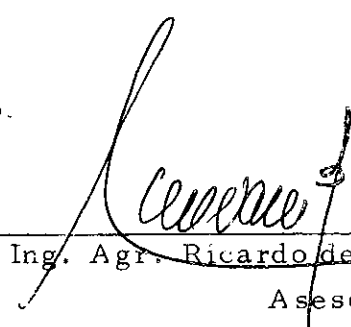
GUILLERMO CONRADO RODRIGUEZ ANGEL

Trabajo de investigación presentado para el optar el título de  
Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en  
Ciencias Agrícolas

GUATEMALA  
1984


Vo. Bo.

(f)

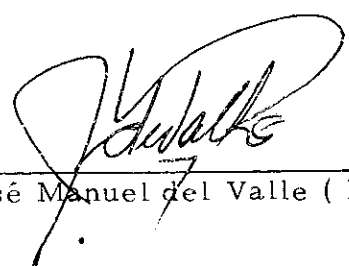
  
Ing. Agr. Ricardo del Valle ( Ms. Sc. )  
Asesor.

Tribunal:

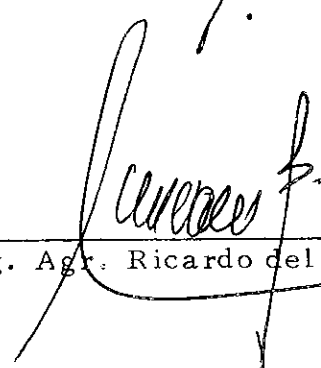
(f)

  
Ing. Agr. Mario R. Vela D. ( Ms. Sc. )

(f)

  
Ing. Agr. José Manuel del Valle ( Ms. Sc. )

(f)

  
Ing. Agr. Ricardo del Valle ( Ms. Sc. )

Fecha de aprobación: Noviembre de 1,984.

DEDICO ESTE TRABAJO A:

DIOS

MIS PADRES: Antonio E. Rodríguez ( QEPD )  
Francisca A. de Rodríguez

MI ESPOSA: Thelma Violeta

MIS HIJOS: Guillermo Eduardo  
Publio Alcides  
Surama Jannina

MIS HERMANOS: Mara Elizabeth  
Surama Argentina  
Gilma Roselva  
Fernando Glicerio

MIS FAMILIARES, AMIGOS Y COMPAÑEROS

RECONOCIMIENTO

A los ingenieros agrónomos:

Ricardo del Valle

Marco Tulio Urizar

José María Carrillo Angeles

## CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
A. Hipótesis	2
B. Objetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
A. Funciones de la raíz	4
B. Crecimiento y desenvolvimiento de las plantas.	4
C. Sistema radical del café	6
D. Poda de raíces	8
III. MATERIALES Y METODOS	10
A. Area de estudio	10
B. Clima	10
C. Suelo	10
D. Material experimental	11
E. Diseño experimental	11
F. Manejo del experimento	12
G. Recolección de información	14
H. Análisis estadísticas	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	15
A. Datos obtenidos de las variables en estudio y la respuesta gráfica de su tendencia.	15

	Páginas
B. Análisis de varianza y comparación de medias para los tratamientos estudiados sobre las distintas variables:	29
1. Peso de raíces	29
2. Conformación de raíces	36
3. Diámetro del tallo	39
4. Altura de la plántula	42
5. Número de ramas plagiotrópicas	46
6. Peso de la biomasa aérea	49
C. Correlación y regresión entre las variables para los factores número de posturas por bolsa y niveles de poda radical.	52
V. CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFIA	59

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Distribución del sistema radical en café Mundo Novo a los seis meses de trasplante.	8
2.	Arreglo de tratamientos y subtratamientos a nivel de campo	12
3.	Peso de raíces en base húmeda expresada en gramos según tratamientos	17
4.	Valores de conformación de raíces expresados como el <u>ar</u> co seno de la raíz cuadrada del porcentaje medio, según tratamiento.	20
5.	Valores de diámetro de tallo, según tratamiento expresado en centímetros.	22
6.	Alturas de plántulas al año del trasplante inicial, expresado en centímetros según tratamiento.	25
7.	Número promedio de ramas plagiotrópicas según tratamien <u>to</u> .	27
8.	Peso en base húmeda de la biomasa aérea, expresado en gramos, según tratamientos.	30
9.	Análisis de varianza para la variable peso de raíces.	34
10.	Comparación de medias para peso de raíces según altura - de poda.	35
11.	Comparación de medias para peso de raíces según número de posturas.	35
12.	Análisis de varianza para la variable conformación de <u>raí</u> ces.	37
13.	Comparación de medias para conformación de raíces se - gún alturas de podas.	38
14.	Comparación de medias para conformación de raíces se - gún número de posturas.	38

	Página	
15.	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.	40
16.	Comparación de medias para diámetro del tallo según alturas de poda.	41
17.	Comparación de medias para diámetro de tallo según número de posturas.	41
18.	Análisis de varianza para la variable altura de plántula.	44
19.	Comparación de medias para altura de plántulas según alturas de poda.	45
20.	Comparación de medias para altura de plántulas según número de posturas.	45
21.	Análisis de varianza para la variable número de ramas plagiotrópicas.	47
22.	Comparación de medias para número de ramas plagiotrópicas según alturas de poda.	48
23.	Comparación de medias para número de ramas plagiotrópicas según número de posturas.	48
24.	Análisis de varianza para la variable peso de la biomasa aérea.	50
25.	Comparación de medias para peso de la biomasa aérea según alturas de poda.	51
26.	Comparación de medias para peso de la biomasa aérea según número de posturas.	51
27.	Coefficientes de correlación ( r ) para diferentes asociaciones de variables.	54
28.	Ecuaciones de regresión para cada asociación de variables.	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Respuesta del peso de raíces de plántulas de café a diferentes alturas de poda y número de posturas por bolsa.	18
2.	Tendencia de la conformación de raíces de café en función de la altura de poda y número de posturas por bolsa.	21
3.	Efecto de la altura de poda y número de posturas por bolsa, sobre el diámetro del tallo en plántulas de café.	23
4.	Influencia de diferentes alturas de poda y número de posturas por bolsa, sobre la altura de las plántulas de café.	26
5.	Efecto de alturas de poda y número de posturas por bolsa sobre el promedio de ramas plagiotrópicas.	28
6.	Respuesta de la biomasa aérea de la plántula de café a diferentes alturas de poda y número de posturas por bolsa.	31
7.	Técnica de poda para tratamiento en plántulas de café.	32
8.	Conformación de raíces según tratamientos y escala de medición.	33

## R E S U M E N

En la finca Carpaluna, localizada en el municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala, se realizó durante el período 1982-1983 un estudio sobre café en almácigo. El propósito de este trabajo fue evaluar cuatro niveles de poda radical y tres diferentes posturas por bolsa, bajo las condiciones tradicionales de manejo de almácigos. Las variables medidas fueron: peso de raíces, conformación de las mismas, diámetro del tallo, altura de la plántula, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea.

Las hipótesis planteadas para ser probadas a nivel de campo fueron las siguientes:

- A. Los distintos niveles de poda radical, afectan en forma similar el desarrollo y calidad de las plantas de café.
- B. El número de posturas por bolsa no produce diferencias significativas en cuanto al desarrollo y calidad de los almácigos.
- C. No hay ninguna interacción significativa entre las diferentes alturas de poda radical y el número de posturas por bolsa.

Para el efecto se estableció un experimento mediante un diseño experimental de parcelas divididas, arregladas en bloques al azar con cuatro repeticiones.

El análisis de las características agronómicas para cada una de las variables permitió verificar la alta respuesta de las mismas a los factores estudiados.

## I. INTRODUCCION

En Guatemala, el cultivo del café ocupa un lugar muy importante en la vida agrosocioeconómica del país, y por eso es imprescindible la búsqueda de mejores métodos o prácticas de cultivo para el logro de una mayor productividad.

Al respecto el Banco de Guatemala, citado por Andrade (2) señala que "las 256,000 hectáreas sembradas de café dan ocupación a 123,000 trabajadores en forma permanente, pero en época de cosecha se estima que pueden ser ocupadas hasta 259,000 personas".

"Dentro del aporte del sector agropecuario a la economía general del país, la producción de café es una de las de mayor importancia. En el quinquenio 1975-79 la producción representó 17.1% de la producción general del sector agropecuario, el 27.8 % del valor de la producción agrícola y el 53.2 % del valor de la producción agrícola exportable" (2).

En general para mantener una alta producción y productividad, el café requiere de una tecnología apropiada dentro de la cual, la preparación de plántulas de almácigo constituye para el desarrollo de la caficultura una etapa muy importante. La aplicación de mejores técnicas tiene como finalidad la obtención de plántulas de calidad, que al ser plantadas en el campo definitivo, desarrollen todo su potencial de producción.

Dado que las plantas toman para su desarrollo elementos esenciales tanto de la atmósfera como del suelo, a través del follaje y por medio de las

La prueba de la hipótesis se realizó mediante análisis de varianza para las seis variables de interés, mostrándose en general que las plantas de café responden positiva y significativamente a la poda radical y a distinto número de posturas por bolsa, sin que se presente una interacción entre los dos factores.

Los análisis de correlación practicados a diferentes combinaciones de variables mostraron un alto y significativo grado de asociación, lo cual confirma los resultados encontrados por otros autores en cuanto a estos cuidados culturales de la producción.

Finalmente se determinaron las mejores combinaciones de tratamientos en término de alturas de poda radical y número de posturas por bolsa, encontrándose que una postura por bolsa, indistintamente de una poda de la pivotante a 2, 4 ó 6 centímetros produce los mejores resultados.

El efecto de pasar de tres posturas a una postura por bolsa fue consistente y estadísticamente significativo, produciendo los resultados por variable como sigue:

- D. 8.37 gramos en el peso de raíces
- E. 17.60% en conformación de raíces
- F. 0.32 centímetros en el diámetro del tallo
- G. 7.69 centímetros en altura de planta
- H. 6.36 ramas plagiotrópicas en promedio
- I. 45.08 gramos en peso de la biomasa aérea, concluyéndose que la mejor combinación de tratamientos es la que utiliza una planta por postura y 4 centímetros de poda radical.

raíces, es importante que éstas cuenten con un buen sistema radical que permita una adecuada absorción de agua y de nutrientes para la obtención de un mejor desarrollo vegetativo. Que lo anterior finalmente se traduzca en cosechas abundantes, de buena calidad así como durante un largo período productivo.

El sistema radical del café, además de proveer a la planta un buen anclaje, debe ser bien ramificado y con abundantes raicillas que permitan una mayor área de contacto con el suelo.

La experiencia en Guatemala, indica que una alta cantidad de plántulas de almácigo que va al campo definitivo, no lleva un sistema radical bien conformado debido a deficiencias en el manejo de las plántulas durante el trasplante inicial. Aunque los efectos posteriores no han podido ser evaluados en su totalidad, se supone de acuerdo con la literatura citada, que sí se produce una considerable baja en el rendimiento.

Como consecuencia de lo anterior se consideró conveniente evaluar durante el presente estudio, el efecto de distintas alturas de poda de la pivote, a partir del ápice de la misma, combinando esta práctica con una, dos y tres plántulas por bolsa durante el trasplante inicial.

#### A. Hipótesis

Como hipótesis para ser probadas a nivel de campo se plantearon las siguientes:

1. Los distintos niveles de poda radical, afectan en forma similar el desarrollo y calidad de las plantas de café.

2. El número de posturas por bolsa no produce diferencias significativas en cuanto al desarrollo y calidad de los almácigos.
3. No se presentará ninguna interacción significativa entre las diferentes alturas de poda radical y el número posturas por bolsa.

#### B. Objetivos

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Cuantificar el efecto de la poda radical a 0, 2, 4 y 6 centímetros, en combinación con una, dos y tres posturas, sobre el peso y con formación de raíces, diámetro del tallo, altura de la plántula, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea durante el trasplante inicial.
2. Determinar la mejor combinación de tratamientos para la obtención de plántulas de mejor desarrollo y calidad.
3. Generar una primera recomendación sobre la importancia de la poda radical durante el trasplante inicial.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Funciones de la raíz

"La raíz crece generalmente en sentido inverso al del tallo: está dotada de geotropismo positivo. Constituye el soporte del vegetal y por su capacidad de absorber del suelo el agua y las sustancias disueltas en ella desempeña el papel de facilitar a la planta elementos nutrientes" (8).

"La raíz es una porción del eje de la planta que se encuentra normalmente bajo la superficie del suelo. Siendo sus dos funciones fundamentales los de absorción y anclaje de la planta. En general la absorción de nutrientes minerales y agua por las raíces es un proceso de difusión que tiene lugar a través de las paredes de los pelos radicales" (12).

"El agua disponible y la solución del suelo se relacionan con la planta, merced a un sistema prodigiosamente ramificado de raíces y pelos radicales. Estos pelos aumentan extraordinariamente la zona real de contacto entre la raíz y el suelo y proporciona al sistema radical una mayor área de absorción efectiva" (3).

### B. Crecimiento y desenvolvimiento de las plantas

"Generalmente hablando, el crecimiento en las plantas ocurre en regiones de división celular activa, conocida como meristemos. Las células típicas de los meristemos constan principalmente de abundante citoplasma y núcleo central y están localizados en el ápice de tallos y raíces. En el tallo la zona meristemática se encuentra en la superficie de las puntas de crecimien

to, en la raíz se encuentra típicamente debajo de la cofia" (12).

"El crecimiento de la raíz no sólo depende de las sales minerales y de los hidratos de carbono formados en las hojas y desplazados hasta ella, sino también de sustancias químicas especiales, tiamina, piridoxina y ácido nicotínico, que se originan en las hojas y pasan a la raíz en pequeñas cantidades" (3).

Charles Darwin, citado por Devling (6), "logró demostrar que los efectos de la luz y la gravedad sobre la incurvación tanto de las raíces como de los tallos, están influidos por los correspondientes ápices. Respecto al geotropismo de las raíces llegó a la conclusión de que es sólo el ápice el que actúa y que ésta parte transmite una cierta influencia a las partes inmediatas logrando que se incurven hacia abajo".

"Mucho antes del descubrimiento de la regulación hormonal del crecimiento de las plantas, los botánicos habían ya observado en un gran número de especies la peculiar dominancia del crecimiento apical sobre el crecimiento lateral. La influencia de la yema apical sobre el crecimiento de las yemas laterales es fácil de demostrar con la simple separación de ésta de la planta. En la ausencia de la yema apical empieza el crecimiento activo de las yemas laterales.

Más recientemente se ha encontrado que la acción de las auxinas en las raíces es parecida a la acción sobre tallos, pero con la salvedad de que la concentración de auxinas estimuladoras para el crecimiento del tallo es inhibitoria para el crecimiento de la raíz" (6).

"La relación entre la superficie de absorción de agua y minerales y -

la superficie de transpiración y fotosíntesis de las plantas es un factor importante en el crecimiento. Un deficiente sistema de raíces limita el crecimiento vegetativo, la fotosíntesis y la formación de carbohidratos" (11).

### C. Sistema radical

"La extensión y profundidad del sistema radical es de gran importancia para la absorción eficiente de minerales y agua" (9).

Nutman, citado por Franco (9), "trabajando en Africa, encontró raíces de cafetos hasta profundidades de 4.06 m en suelos profundos y en estudios mas minuciosos estimó como promedio por cafeto, 22,765 km de raicillas con una área de 463 metros cuadrados de superficie de absorción".

"Numerosos factores influyen en la red subterránea del cafeto. Independientemente de las características hereditarias, especie, variedad, pueden citarse la estructura del suelo, la aireación, el drenaje, la riqueza hídrica y mineral, sin olvidar los métodos de cultivo. Una defectuosa conformación del eje radical, torcido o rizado, por ejemplo, repercute en trastornos de nutrición reduciendo la vida del cafeto" (4).

"Dada la dificultad de mano de obra calificada para el trasplante de semilleros, se recomienda preferentemente la siembra directa de la semilla en bolsas. Este método evita problemas provocados por el plantío de almácigo con sistema radical deficiente, cuyos efectos solamente surgirán en el campo después de un año" (13).

"La zona superior más cercana a la superficie, está formada de ramificaciones laterales muy profusas y ricas en raicillas delgadas y pelos absorbentes que se multiplican en gran cantidad casi a flor de tierra. Esta zona

radical compone el 70 a 85 % de la totalidad de las raíces, lo que quiere decir que son las partes subterráneas en donde radica la mayor actividad" (1).

Nutman, citado por Suárez de Castro (19), indica que un sistema radical típico del café está compuesto de:

1. Una raíz pivotante central a menudo múltiple que rara vez profundiza más de 0.45 m.
2. Cuatro a ocho raíces axiales que crecen verticalmente hacia abajo. Estas se originan a veces de la raíz pivotante o son ramificaciones laterales que toman una dirección hacia abajo. Penetran de 2.40 a 2.70 m.
3. Raíces laterales superficiales que crecen paralelas a la superficie del suelo. Crecen 1.20 a 1.80 m del tronco.
4. Raíces laterales no superficiales de origen más profundo que las anteriores, se ramifican uniformemente en el suelo y en todos los planos.
5. Raíces portadoras de absorbentes de longitud variable, distribuidas uniformemente a distancias de 2.5 cm sobre las permanentes, muestran una ligera tendencia a ser más cortas y más numerosas en el suelo superficial.
6. Raíces absorbentes que nacen uniformemente sobre las anteriores a todas las profundidades, siendo ligeramente más numerosas en el suelo superficial.

De acuerdo con Inforzato y Junqueira (10), la distribución del sistema radical y su peso en café Mundo Novo, seis meses después del trasplante al campo se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro IV Distribución del sistema radical en café Mundo Novo a los seis meses de trasplante.

Profundidad	Peso en gramos	Porcentaje del total a/
0 - 10 cm	24.64	58.6
10 - 20 cm	12.11	29.0
20 - 30 cm	2.63	6.3
30 - 50 cm	2.46	6.0
50 - 70 cm	0.27	0.1

a/ Cálculos del autor.

Fuente: Inforzado y Junquiera (10).

#### D. Poda de raíces

Moreira de Carvalho y Souza (15), "encontraron en su trabajo de investigación sobre poda de raíz en plántulas de semilleros, que la poda a 5 cm del cuello permite un mejor desenvolvimiento del sistema radical que la poda leve a 8 cm y la severa a 2 cm."

"El estudio preliminar sobre poda de raíces en almácigo de café, concluye que las plantas que recibieron poda de raíz mostraron un mayor desarrollo radical" (16).

"En el trabajo sobre efectos de tamaño de bolsas plásticas y método de siembra en el desenvolvimiento de almácigos de café, se menciona que la preparación de germinadores o semilleros permite hacer una selección uniforme de plántulas antes del trasplante. Sin embargo este método de siembra exige mano de obra especializada para evitar el gran porcentaje de plántulas con sistema radicular defectuoso. Se menciona la siembra directa de semilla en bolsas como un método que permita un desenvolvimiento más per

fecto del sistema radical" (5).

Taniguiche y Pedroso (20), "encontraron en su trabajo sobre influencia de intensidad de poda de raíz en plántulas de semillero en el desenvolvimiento del almácigo, que aquellas que no recibieron poda, presentaron gran porcentaje de raíces deformadas, forma de sifón".

Otro estudio hecho por Flores (7), señala que "los tipos de raíces en los cafetos son: pivotante, axiales o de sostén, laterales y raícillas. La pivotante es de suma importancia desde que está en la etapa de semillero. Aconseja la poda de ésta al momento del trasplante para evitar deformaciones que posteriormente repercuten en la planta adulta. Señala asimismo haber encontrado cafetos de 3 a 4 años con buena carga de frutos, pero con sín tomas de marchitamiento por mala conformación de la pivotante".

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Area de estudio

El área de estudio se localizó en la finca Carpoluna, ubicada en la aldea Tacatón, del municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala a una altura de 1,189 metros s.n.m. A  $14^{\circ} 28'$  de latitud norte y  $90^{\circ} 37'$  de longitud oeste.

#### B. Clima

De acuerdo con De La Cruz (14), el área de estudio se clasifica como de clima bosque húmedo subtropical, templado, representando 12320 Km<sup>2</sup> igual a 11.3 % de la superficie del país. La temperatura media de las máximas de  $27^{\circ} C$  y media de las mínimas  $15^{\circ} C$ .

En relación a las condiciones de humedad relativa que prevalece en el área de estudio, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), reporta que dicha humedad es de 76 % para un promedio de 5 años.

La precipitación pluvial para el año del estudio fue del orden de los 1,100 mm.

#### C. Suelo

El suelo utilizado para llenar las bolsas correspondió de acuerdo con Simmons, Tárano y Pinto (18), a la serie de suelos Morán, cuyas características principales son las siguientes:

1. Buen drenaje interno o sea de permeabilidad media.

2. Color pardo oscuro.
3. Textura franco arcillosa.
4. Consistencia friable.
5. Espesor de 40 a 50 cm.

D. Material experimental

Para evaluar las respuestas de las plantas de café a los tratamientos en estudio se utilizó la variedad Caturra.

Las plántulas fueron obtenidas de un semillero preparado en la misma finca, las cuales fueron trasplantadas con las dos hojas cotiledóneas bien desarrolladas o sea en estado de mariposa.

E. Diseño experimental

Se empleó el diseño de parcelas divididas con cinco repeticiones, para evaluar en la parcela grande cuatro niveles de poda radical, y en la parcela pequeña, tres niveles de postura por bolsa.

En el Cuadro 2, se muestra el arreglo de los tratamientos en mención y donde las letras mayúsculas representan las podas (0, 2, 4 y 6 cm) y las minúsculas el número de posturas (1, 2 y 3).

Cuadro 2. Arreglo de tratamientos y subtratamientos a nivel de campo.

Tratamientos podas	Subtratamientos No. de posturas	Repeticiones				
		I	II	III	IV	V
A	c	Ac	Ba	Ac	Bb	Bb
	b	Ab	Bc	Ab	Ba	Ba
	a	Aa	Bb	Aa	Bc	Bc
B	b	Ca	Ab	Dc	Ab	Cc
	a	Cb	Ac	Db	Aa	Ca
	c	Cc	Aa	Da	Ac	Cb
C	a	Db	Dc	Ca	Cc	Dc
	b	Da	Db	Cb	Cb	Db
	c	Dc	Da	Cc	Ca	Da
D	b	Bb	Ca	Bc	Db	Ac
	a	Ba	Cc	Bb	Dc	Ab
	c	Bc	Cb	Ba	Da	Aa

#### F. Manejo del experimento

El experimento fue manejado de acuerdo a las prácticas tradicionales de la finca, variando únicamente en cuanto a la aplicación de los factores en estudio.

Para el efecto se procedió a preparar bolsas de polietileno de 20 X 30 cm con una mezcla uniforme de suelo y arena en una proporción de 3 : 1. Seguidamente las bolsas se colocaron a plena exposición solar de acuerdo al diseño de tratamientos, Cuadro 2 dejando calles de 40 cm de ancho que permitieron separar las repeticiones. Para separar las parcelas grandes dentro de una misma repetición se dejó un espaciamiento de 20 cm; sin embargo en

tre subtratamientos no se dejaron separaciones.

Una vez que las plántulas llegaron a tener hojas dicotiledóneas se sacaron del semillero con su raíz intacta, mediante la utilización de trasplantadores de metal. Seguidamente, se procedió a eliminar cuidadosamente el suelo de las raíces con el propósito de poder medir sobre la pivotante las diferentes alturas de poda, a excepción del testigo.

Los cortes de la raíz se hicieron a 2, 4 y 6 cm a partir del ápice, con una navaja de injertar.

Previo a la plantación, las raíces de todas las plántulas se sumergieron en una solución del fungicida comercial llamado Difolatán, cuyo principio activo es el Captafol, a una dosis de 0.5 Kg por 200 litros de agua con el fin de prevenir el ataque de enfermedades.

El trasplante a las bolsas bien humedecidas, se hizo en agujeros perforados en el centro de las mismas, procurándose que el diámetro y profundidad no fueran factores limitantes para el desarrollo posterior de las raíces. Todos los subtratamientos, 1, 2 y 3 posturas, fueron colocados en un solo agujero.

La fecha de trasplante fue el 24 de junio de 1982, una vez que las lluvias se establecieron. Se hicieron riegos semanales solamente durante los meses de diciembre/82 a abril/83.

Para el control de enfermedades fungosas del follaje se hicieron aplicaciones foliares alternas cada 25 días con fungicidas a base de Captafol y Ferban en dosis de 0.5 Kg y 0.75 Kg en 200 litros de agua respectivamente.

Cuarenticinco días después del trasplante se aplicó la primera dosis

de fertilización, utilizando 5 g por cada bolsa de la fórmula 20-20-0. Posteriormente se efectuaron dos fertilizaciones adicionales con un mes de intervalo, usando la misma formulación y cantidad de fertilizante por bolsa.

#### G. Recolección de información

La toma de datos para los análisis correspondientes se hizo en el laboratorio de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), previo traslado del experimento, con el propósito de obtener una mayor precisión de los resultados.

Las variables de interés fueron: peso de raíz, conformación de raíz, diámetro basal del tallo, altura de la plántula, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea. Se tomaron datos para cada una de ellas con la ayuda de instrumentos de precisión: balanzas, bernier y escalímetros. Para el caso de la variable conformación de raíces se diseñó una escala de 1 a 4, en donde 1 representa mala conformación de la pivotante como forma de sifón, rizado o en espiral y un deficiente desarrollo de raíces secundarias. El 2 representa regular conformación, referida al valor de 1 de la escala ya descrita. El 3 representa buena conformación y desarrollo de las características antes anotadas y 4 la raíz deseable.

#### H. Análisis estadísticos

Los datos recabados para cada una de las variables, fueron sometidas al análisis de varianza, separación de medias mediante la prueba de Tukey (17), haciéndose así mismo análisis de correlación entre pares de variables. Finalmente se obtuvieron las ecuaciones de regresión para definir matemáticamente la tendencia de los factores en estudio.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Datos obtenidos de las variables en estudio y la respuesta gráfica de su tendencia.

En los Cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se muestran los resultados de las variables en estudio, peso de raíces, conformación de raíces, diámetro del tallo, altura de la plántula, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea, según las combinaciones de tratamientos y subtratamientos que fueron evaluados a nivel de campo.

Para el caso de conformación de raíces, Cuadro 4, los datos originales fueron registrados en porcentaje. Estos se transformaron mediante la fórmula arco seno  $\sqrt{x}$  para lograr una mayor normalización y evitar con ello problemas de mayor error experimental; así como, para poder realizar el análisis de varianza respectivo.

En las Fig. 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se ilustra la tendencia de los datos que aparecen en los Cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8 mostrándose asimismo en dichas figuras la tendencia media para cada una de las variables. Adicionalmente las Fig. 7 y 8 muestran la técnica de la poda utilizada según tratamiento y la conformación de raíces de acuerdo con la escala empleada respectivamente.

Puede observarse que para el caso de la variable del peso de raíces, el mejor resultado se obtuvo con una postura por bolsa a medida que la altura de poda se fue incrementando. Sin embargo, para el caso de 2 y 3 postu-

ras la respuesta en peso no fue tan evidente y la poda a 4 cm resultó ser la mejor, cuestión que en términos de la media para este caso también confirma las ventajas de una poda a 4 cm del ápice.

La Fig. 1, ilustra que, mientras con una postura por bolsa y una poda a 4 cm se obtuvo un peso de raíces de 31 gramos; con tres posturas por bolsa y la misma altura de poda se alcanzó apenas un peso de raíces de 11 gramos.

Un mayor peso de raíces conlleva a una mejor conformación de las mismas, y a una extensa área de exploración de nutrientes, gases y agua en el suelo. Esto se menciona en la literatura consultada y es evidente que la interacción de postura con poda, redundó en un mejor desarrollo vegetativo de las plántulas que van al campo definitivo, para traducirse finalmente en cosecha más abundante y de mejor calidad.

La variable de conformación de las raíces, es un aspecto vital tanto a nivel de almácigo como durante el desarrollo de la planta en campo definitivo. Los resultados demostraron que la altura de la poda tiene un efecto positivo en forma consistente sobre dicha conformación, Fig. 2, hasta una altura de poda de 4 centímetros, para el promedio del número de posturas. Sin embargo la mejor conformación de raíces se obtuvo para 1 postura por bolsa, situación que es semejante a la variable de peso de raíces discutida anteriormente. Están estrechamente correlacionadas como se verá más adelante.

Los resultados anteriores son muy similares a los encontrados por Cavalho y Zouza (15), en Brasil, lo que parece indicar que existe una buena

Cuadro 3. Peso de raíces en base húmeda expresada en gramos según tratamien-  
tos..

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm	1 postura	23.10	24.00	18.60	20.40	12.20	98.30	19.66
	2 posturas	8.75	14.30	9.55	5.80	9.15	47.55	9.51
	3 posturas	8.70	5.60	7.33	9.93	5.70	37.26	7.45
	Subtotal	40.55	43.90	35.48	36.13	27.05	183.11	12.20
2 cm	1 postura	26.80	29.50	33.40	23.40	25.00	138.10	27.62
	2 posturas	19.60	17.10	15.15	15.35	12.25	79.45	15.89
	3 posturas	14.80	10.67	10.90	8.00	9.10	53.47	10.69
	Subtotal	61.20	57.27	59.45	46.75	46.35	271.02	18.07
4 cm	1 postura	25.80	40.30	23.60	36.30	30.20	156.20	31.24
	2 posturas	12.45	21.15	15.75	19.65	19.55	88.55	17.71
	3 posturas	10.17	12.50	8.13	16.03	9.20	56.03	11.21
	Subtotal	48.42	73.95	47.48	71.98	58.95	300.78	20.05
6 cm	1 postura	23.10	30.00	39.30	44.40	39.80	176.60	35.32
	2 posturas	12.35	13.80	17.50	20.35	18.50	82.50	16.50
	3 posturas	10.37	12.50	9.23	10.83	12.23	55.16	11.03
	Subtotal	45.82	56.30	66.03	75.58	70.53	314.26	20.95
	Totales	195.99	231.42	208.44	230.44	202.88		

Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	569.20	298.05	201.92	1069.17
Medias	28.46	14.90	10.09	17.82

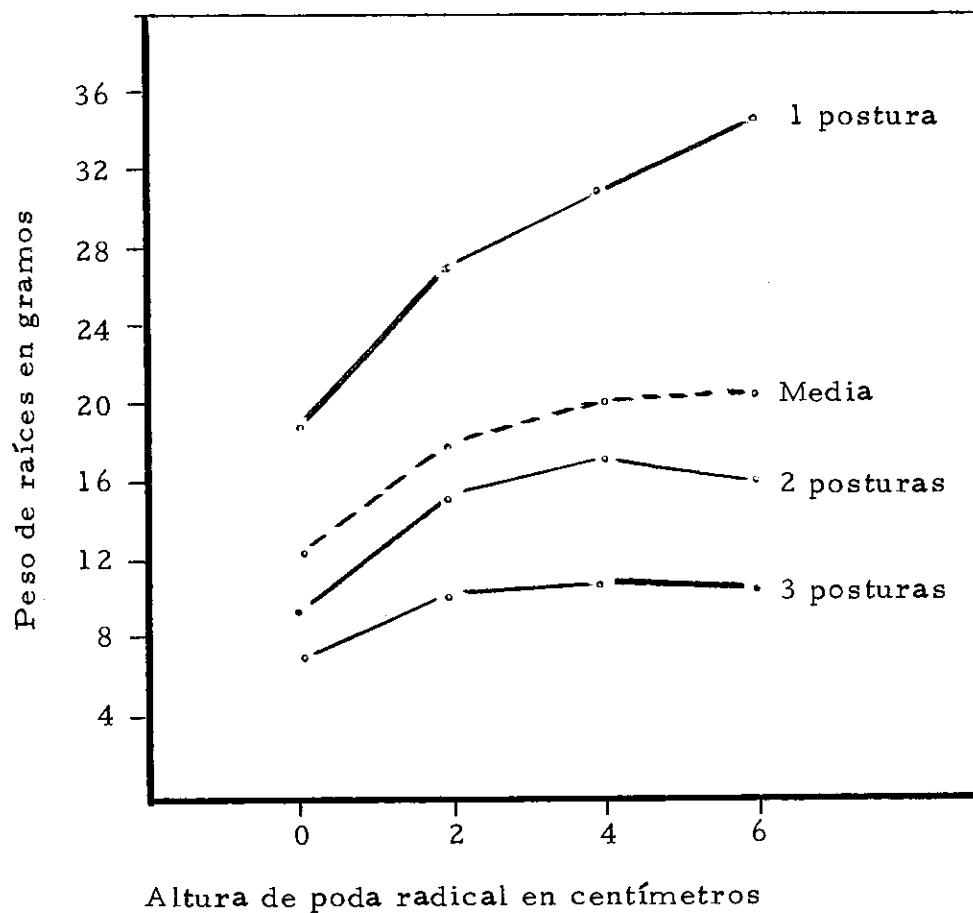


Fig. 1. Respuesta del peso de raíces de plántulas de café, a diferentes alturas de poda y número de posturas por bolsa.

respuesta de las plántulas de café a producir mejor conformación de raíces, cuando se les practica una poda durante el trasplante inicial a la mitad del largo de la raíz pivotante. En el presente estudio, el largo de raíces fué de 12 cm.

Similares recomendaciones son hechas por Flores (7) a fin de evitar deformaciones que posteriormente repercuten en la nutrición de la planta adulta.

La altura de poda y el número de posturas por bolsa tuvieron relación con el diámetro del tallo en las plántulas de café. El Cuadro 5 y Fig. 3, ilustran los resultados. Los tratamientos con una sola planta por bolsa presentaron los mayores diámetros indistintamente de la altura de poda practicada, aunque fisiológicamente, los mayores diámetros fueron obtenidos con una altura de 4 cm.

Cuando se plantaron 2 ó 3 plántulas por bolsa Fig. 3, se pudo observar que la poda a 4 cm nuevamente produce los mejores diámetros de tallo, a pesar de la competencia que se produce entre plántulas.

Finalmente los resultados evidencian que el uso de 3 posturas por bolsa es una práctica que va en detrimento, no solamente del diámetro de los tallos sino en relación con el peso de las raíces y su conformación, Fig. 1, 2 y 3.

En el Cuadro 6 y la Fig. 4, se presentan los resultados y la tendencia de la influencia de diferentes centímetros de poda y el número de posturas por bolsa sobre la altura de plántulas de café.

En la práctica la variable de altura de plántula no es un indicador muy

Cuadro 4. Valores de conformación de raíces expresadas como el arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje medio, según tratamiento.

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm	1 postura	22.79	45.00	67.21	67.21	45.00	247.21	49.44
	2 posturas	67.21	45.00	45.00	45.00	45.00	247.21	49.44
	3 posturas	45.00	22.79	22.79	45.00	22.79	158.37	31.67
	Subtotal	135.00	112.79	135.00	157.21	112.79	652.79	43.52
2 cm	1 postura	67.21	90.00	90.00	67.21	67.21	381.63	76.32
	2 posturas	67.21	67.21	67.21	67.21	45.00	313.84	62.77
	3 posturas	67.21	67.21	45.00	45.00	45.00	269.42	53.88
	Subtotal	201.63	224.42	202.21	179.42	157.21	964.89	64.33
4 cm	1 postura	67.21	90.00	67.21	67.21	67.21	358.84	71.77
	2 posturas	67.21	67.21	45.00	67.21	67.21	313.84	62.77
	3 posturas	67.21	67.21	67.21	67.21	45.00	313.84	62.77
	Subtotal	201.63	224.42	179.42	201.63	179.42	986.52	65.77
6 cm	1 postura	90.00	90.00	90.00	67.21	90.00	427.21	85.44
	2 posturas	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	336.05	67.21
	3 posturas	67.21	67.21	45.00	67.21	45.00	291.63	58.33
	Subtotal	224.42	224.42	202.21	201.63	202.21	1054.89	70.33
	Totales	762.68	786.05	718.84	739.89	651.63		

## Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	1414.89	1210.94	1033.26	3659.09
Medias	70.74	60.55	51.66	60.98

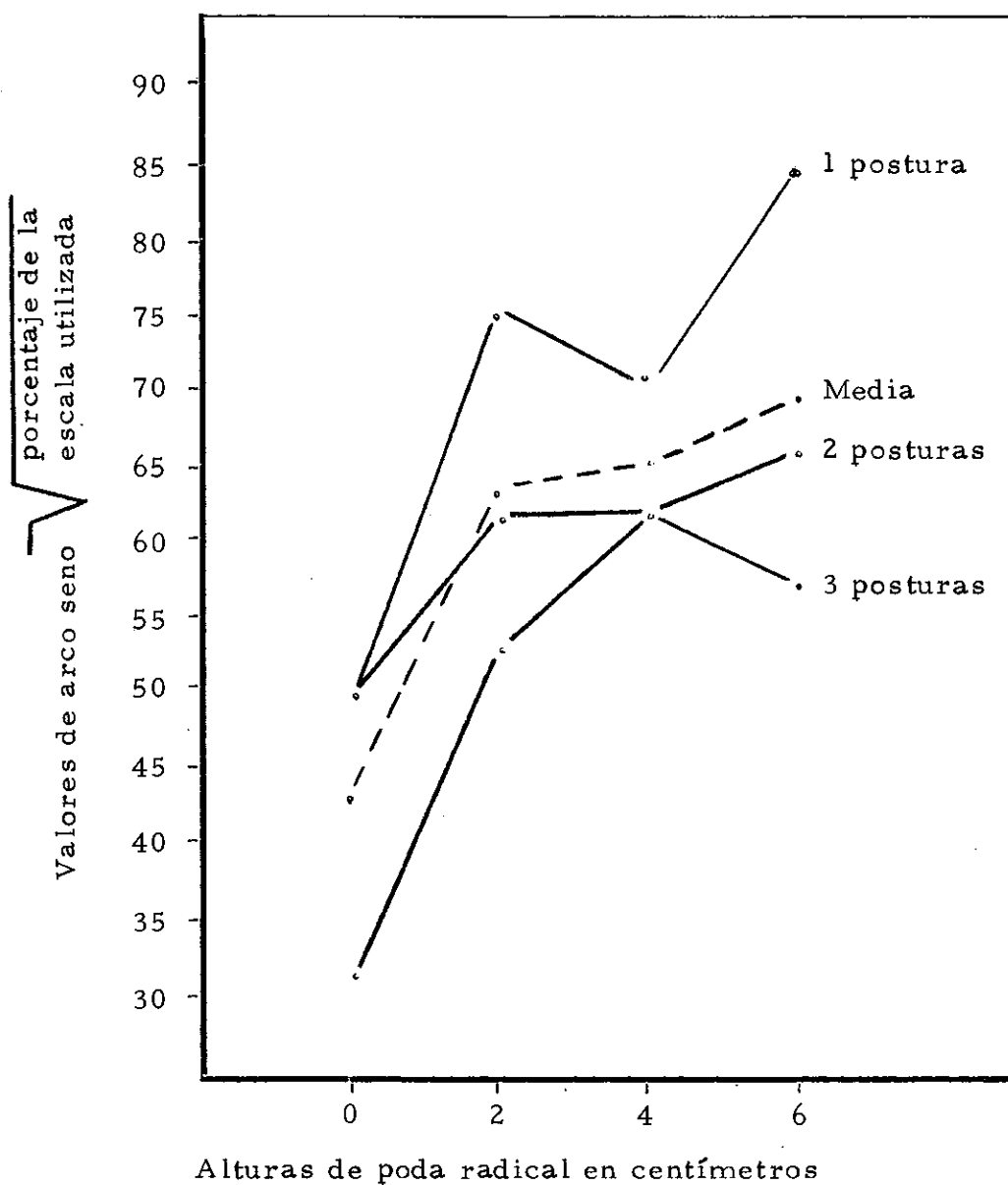


Fig. 2. Tendencia de la conformación de raíces del café, en función de la altura de poda y número de posturas - por bolsa.

Cuadro 5. Valores de diámetro de tallo, según tratamiento expresado en centímetros.

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm.	1 postura	1.08	0.98	0.98	0.90	0.78	4.72	0.94
	2 posturas	0.60	0.81	0.69	0.55	0.65	3.30	0.66
	3 posturas	0.55	0.60	0.57	0.65	0.58	2.95	0.59
	Subtotal	2.23	2.39	2.24	2.10	2.01	10.97	0.73
2 cm	1 postura	1.02	1.06	1.00	0.92	1.00	5.00	1.00
	2 posturas	0.92	0.82	0.76	0.80	0.73	4.03	0.80
	3 posturas	0.88	0.70	0.72	0.64	0.67	3.61	0.73
	Subtotal	2.82	2.58	2.48	2.36	2.40	12.64	0.84
4 cm	1 postura	1.08	1.12	0.98	1.10	1.00	5.28	1.06
	2 posturas	0.85	0.99	0.79	0.80	0.85	4.28	0.86
	3 posturas	0.81	0.73	0.56	0.82	0.71	3.63	0.72
	Subtotal	2.74	2.84	2.33	2.72	2.56	13.19	0.88
6 cm	1 postura	1.09	0.98	1.00	1.18	1.00	5.25	1.05
	2 posturas	0.95	0.85	0.65	0.92	0.86	4.23	0.85
	3 posturas	0.80	0.77	0.68	0.67	0.63	3.55	0.71
	Subtotal	2.84	2.60	2.33	2.77	2.49	13.03	0.87
	Totales	10.63	10.41	9.38	9.95	9.46		

## Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	20.25	15.84	13.74	49.83
Medias	1.01	0.79	0.69	0.83

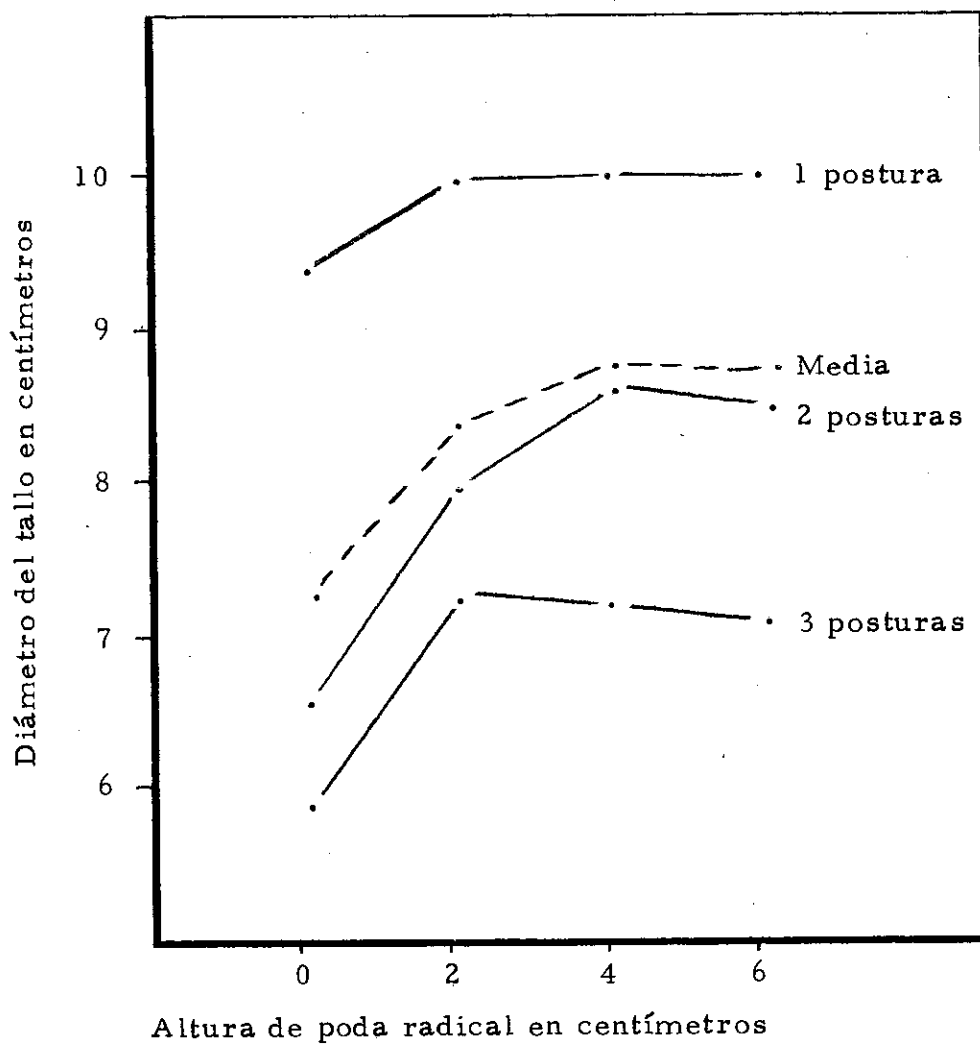


Fig. 3. Efecto de la altura de poda y número de posturas por bolsa, sobre el diámetro del tallo en plántulas de café.

confiable, sobre el futuro comportamiento y producción del cultivo. La altura puede ser influenciada por diversos factores ambientales y/o de manejo. Para el presente caso en que se le dió un tratamiento uniforme a todas las plántulas, energía solar y prácticas agronómicas, se observa en la Fig. 4, que nuevamente 1 postura por bolsa es el mejor subtratamiento.

En cuanto a la altura de poda de raíces para el promedio de número de posturas, la poda a 4 cm nuevamente produjo los mayores incrementos. Una vez más se evidencia la influencia de la poda sobre la altura de la plántula, así como que el uso de 3 posturas por bolsa no es la mejor práctica para esta fase del cultivo.

La máxima altura alcanzada con una poda de 4 cm y 3 posturas por bolsa fue de 41 cm, mientras que para el mismo nivel de poda y 1 postura por bolsa fue de 45 cm. Lo anterior evidencia que la altura de plántula no es la mejor variable para evaluar la interacción podas por posturas.

Dado que el número de ramas plagiotrópicas ó bandolas por plántula a igualdad de otras condiciones puede ser un índice de mayor eficiencia fotosintética, se consideró importante evaluar esta variable, obteniéndose los resultados que se presentaron en el Cuadro 7 y la Fig. 5.

Dichos resultados ilustran claramente que hay una relación muy estrecha entre el número de ramas y posturas por subtratamiento. La mayor cantidad de ramas se obtienen cuando se utiliza una sola postura, siguiéndole en su orden los subtratamientos con 2 y 3 posturas. Este hecho sin embargo puede estar muy relacionado con la altura de la plántula, Cuadro 6 y Fig. 4,

Cuadro 6. Alturas de plantas al año del trasplante inicial, expresado en centímetros según tratamiento.

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm	1 postura	42.00	49.00	45.20	49.30	35.00	220.50	44.10
	2 posturas	39.25	39.25	41.75	32.90	31.50	184.65	36.93
	3 posturas	31.50	36.67	34.66	36.13	31.23	170.19	34.04
	Subtotal	112.75	124.92	121.61	118.33	97.73	575.34	38.36
2 cm	1 postura	35.20	66.50	46.00	49.80	46.30	243.80	48.76
	2 posturas	36.50	44.50	44.00	38.15	42.00	205.15	41.03
	3 posturas	29.23	42.50	41.77	41.80	38.43	193.73	38.75
	Subtotal	100.93	153.50	131.77	129.75	126.73	642.68	42.85
4 cm	1 postura	45.50	47.20	43.40	44.50	46.00	226.60	45.32
	2 posturas	46.25	43.85	44.75	46.10	39.40	220.35	44.07
	3 posturas	38.33	41.33	41.93	43.83	38.50	203.92	40.78
	Subtotal	130.08	132.38	130.08	134.43	123.90	650.87	43.39
6 cm	1 postura	55.50	44.80	40.30	41.00	47.00	228.60	45.72
	2 posturas	44.75	44.25	41.25	46.95	41.35	218.55	43.71
	3 posturas	40.60	40.00	38.27	41.00	38.00	197.87	39.57
	Subtotal	140.85	129.05	119.82	128.95	126.35	645.02	43.00
	Totales	484.61	539.85	503.28	511.46	474.71		

Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	919.50	828.70	765.71	2513.91
Medias	45.98	41.44	38.29	41.90

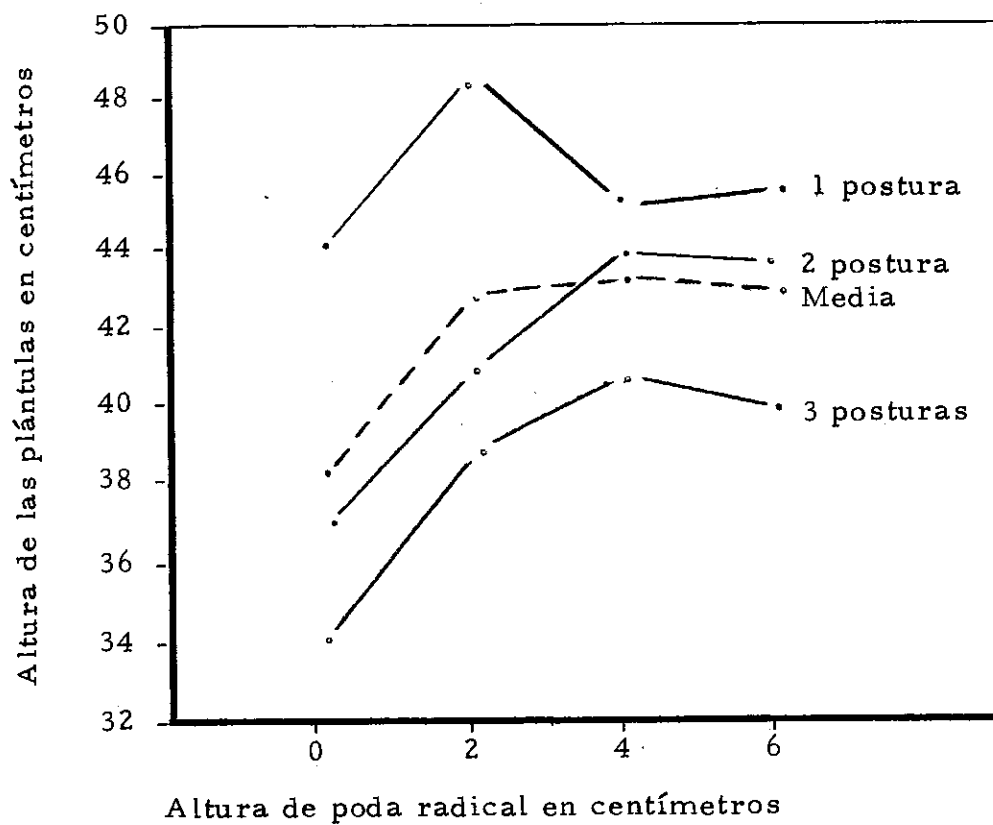


Fig. 4. Influencia de diferentes alturas de poda y número de posturas por bolsa, sobre la altura de las plántulas de café.

Cuadro 7. Número promedio de ramas plagiotrópicas obtenidas según tratamiento.

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm	1 postura	6.00	11.00	10.00	12.00	9.00	48.00	9.60
	2 posturas	3.50	5.50	5.50	2.00	5.00	21.50	4.30
	3 posturas	1.67	2.33	3.67	4.66	3.33	15.66	3.13
	Subtotal	11.17	18.83	19.17	18.66	17.33	85.16	5.68
2 cm	1 postura	6.00	9.00	13.00	10.00	11.00	49.00	9.80
	2 posturas	6.50	7.00	8.00	7.00	5.00	33.50	6.70
	3 posturas	6.33	4.33	9.67	3.00	4.67	28.00	5.60
	Subtotal	18.83	20.33	30.67	20.00	20.67	110.50	7.37
4 cm	1 postura	12.00	14.00	10.00	16.00	13.00	65.00	13.00
	2 posturas	8.50	9.50	8.00	11.00	6.50	43.50	8.70
	3 posturas	6.33	4.67	4.00	6.00	6.67	27.67	5.54
	Subtotal	26.83	28.17	22.00	33.00	26.17	136.17	9.08
6 cm	1 postura	14.00	10.00	12.00	13.00	12.00	61.00	12.20
	2 posturas	7.50	9.50	9.00	8.50	9.50	44.00	8.80
	3 posturas	4.33	5.00	4.67	6.00	4.66	24.66	4.93
	Subtotal	25.83	24.50	25.67	27.50	26.16	129.66	8.64
	Totales	82.66	91.83	97.51	99.16	90.33		

## Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	223.00	142.50	95.99	461.49
Medias	11.15	7.12	4.80	7.69

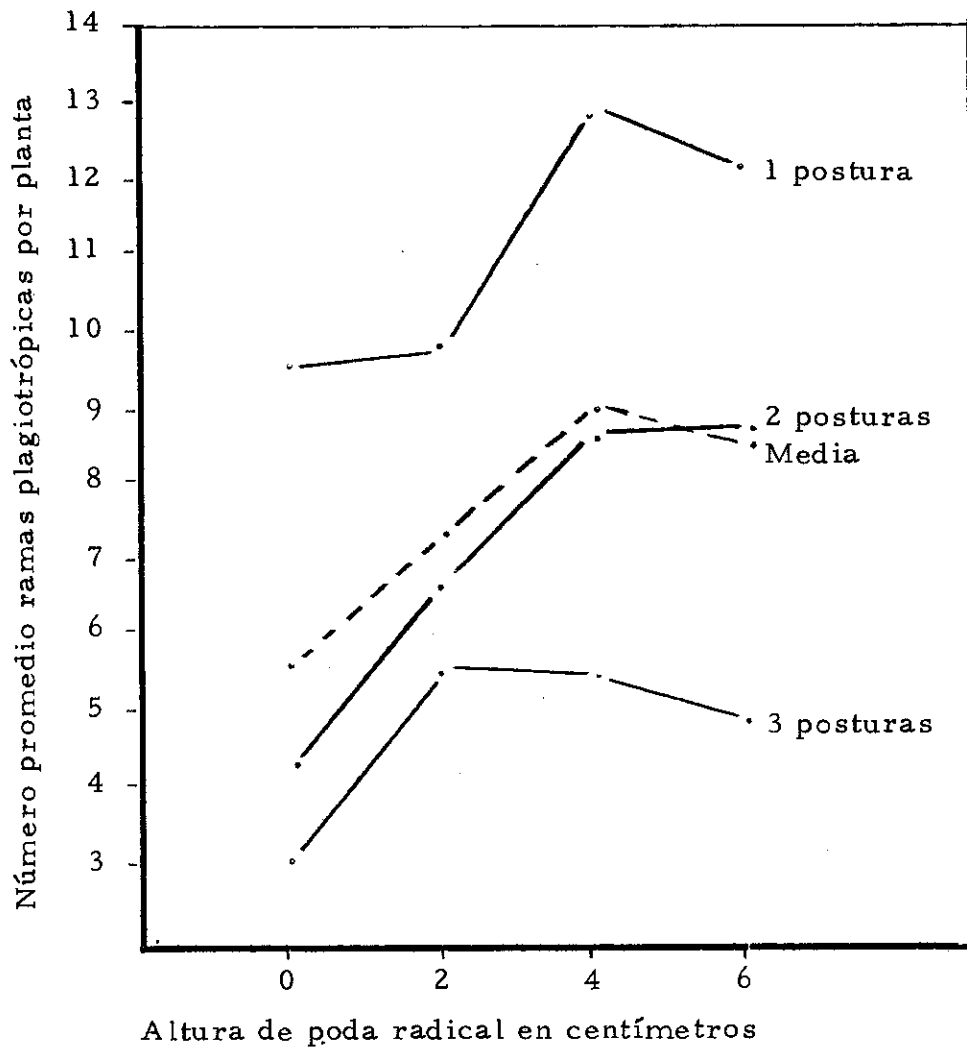


Fig. 5. Efecto de alturas de poda y número de posturas por bolsa sobre el promedio de ramas plagiotrópicas.

por lo que resulta dificultoso separar el efecto de los tratamientos evaluados de los factores ambientales, ya que para el caso de altura de plántulas las diferencias no fueron muy relevantes.

Al analizar el efecto de la altura de poda para cada número de posturas se nota que a medida que se crece en altura, el número promedio de ramas se ve incrementado fuertemente y en forma consistente hasta el nivel de 4 cm de poda y lo cual se muestra también claramente al nivel de la media, Fig. 5.

Finalmente, al analizar los datos del Cuadro 8 y la Fig. 6 para la variable de peso de la biomasa aérea de la plántula de café, se hace evidente que el mejor tratamiento en cuanto a altura de poda es el de 4 cm, y el mejor subtratamiento para el número de posturas es el de una sola plántula por bolsa. Con esto se obtuvo biomasa aérea de 80 gramos, mientras que con tres posturas y el mismo nivel de poda a 4 cm, se alcanzaron 33 gramos de biomasa aérea. Esto hace considerar la ventaja de hacer las podas a 4 cm cuando se utiliza una sola planta por bolsa, aunque como se ve en la Fig. 6, hay posibilidades de éxito al usar 2 posturas por bolsa, pero podando también a la misma altura.

## B. Análisis de varianza y comparación de medias para los tratamientos estudiados sobre las diferentes variables.

### 1. Peso de raíces

Los datos sobre peso de raíces, Cuadro 3, fueron sometidos al análisis de varianza, cuyos resultados estadísticos se muestran en el Cuadro 9. Esto con el propósito de determinar tanto el efecto de la poda ra

Cuadro 8. Peso en base húmeda de la biomasa aérea, expresado en gramos según tratamiento.

PODAS	NUMERO DE POSTURAS	REPETICIONES					TOTALES	MEDIAS
		I	II	III	IV	V		
0 cm	1 postura	64.80	84.20	80.20	60.10	37.40	326.70	65.34
	2 posturas	23.15	32.65	30.60	20.00	25.00	131.40	28.28
	3 posturas	18.33	22.33	26.17	23.93	22.26	113.02	22.60
	Subtotal	106.28	139.18	136.97	104.03	84.66	571.12	38.07
2 cm	1 postura	44.10	77.40	84.00	74.20	77.70	357.40	71.48
	2 posturas	29.80	50.85	41.25	40.90	36.90	199.70	39.94
	3 posturas	33.87	35.13	40.33	27.43	35.29	172.05	34.41
	Subtotal	107.77	163.38	165.58	142.53	149.89	729.15	48.61
4 cm	1 postura	74.50	81.70	61.60	94.00	89.00	400.80	80.16
	2 posturas	44.00	56.10	49.20	49.55	52.60	251.45	50.29
	3 posturas	39.80	20.23	24.37	39.80	38.67	162.87	32.57
	Subtotal	158.30	158.03	135.17	183.35	180.27	815.12	54.34
6 cm	1 postura	79.60	65.20	81.30	109.20	80.40	415.70	83.14
	2 posturas	55.70	45.45	38.50	55.55	56.00	251.20	50.24
	3 posturas	31.00	29.33	34.50	28.23	27.97	151.03	30.20
	Subtotal	166.30	139.98	154.30	192.98	164.37	817.93	54.53
	Totales	538.65	600.57	592.02	622.89	579.19		

Número de posturas

Subtratamientos	1 postura	2 posturas	3 posturas	Totales
Totales	1500.60	833.75	598.97	2933.32
Medias	75.03	41.69	29.95	48.89

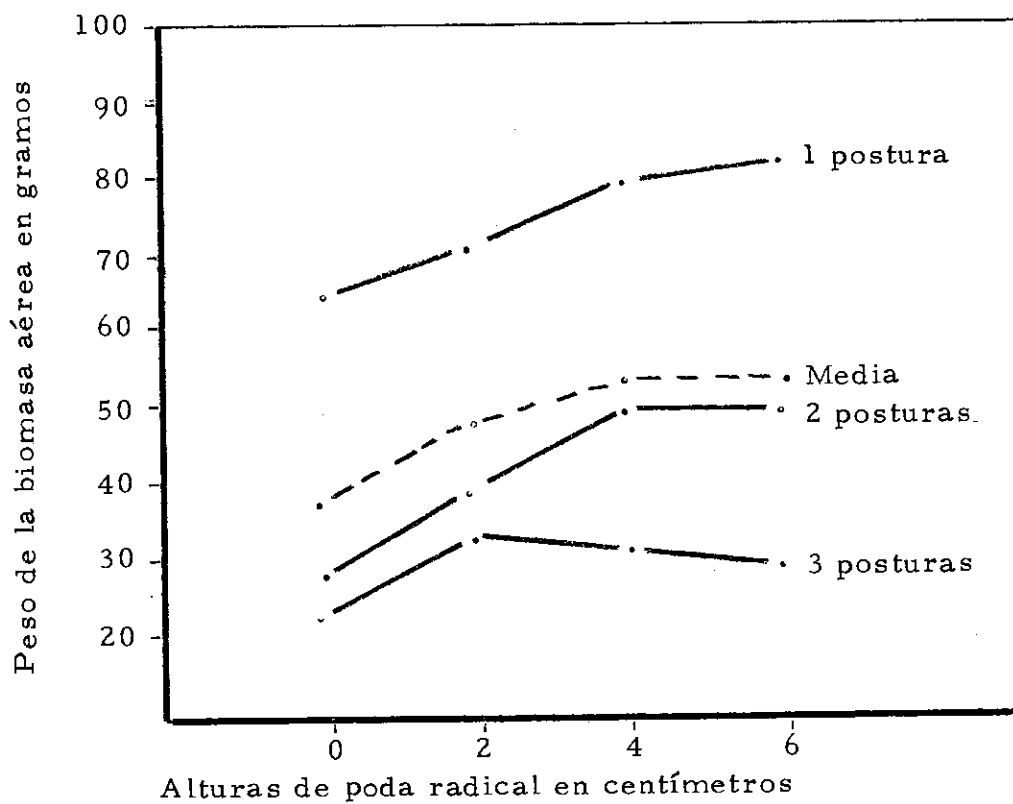


Fig. 6. Respuesta de la biomasa aérea de la plántula de café a diferentes alturas de poda y número de posturas - por bolsa.

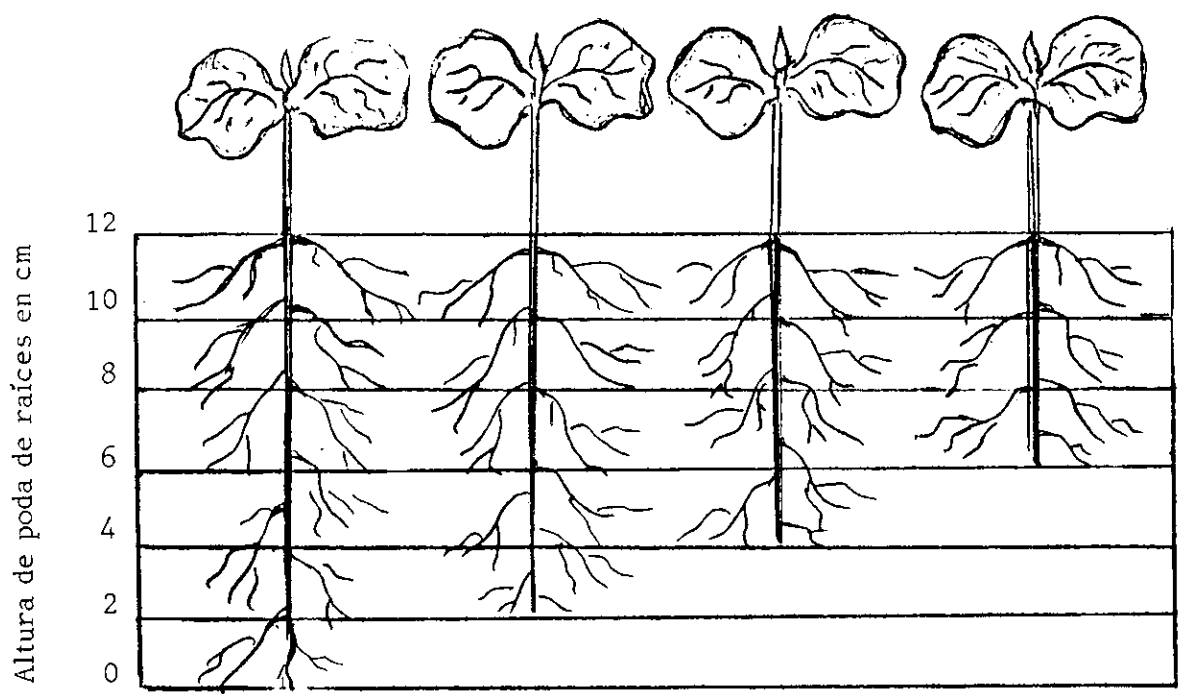


Fig. 7. Técnica de poda para tratamientos en plántulas de café

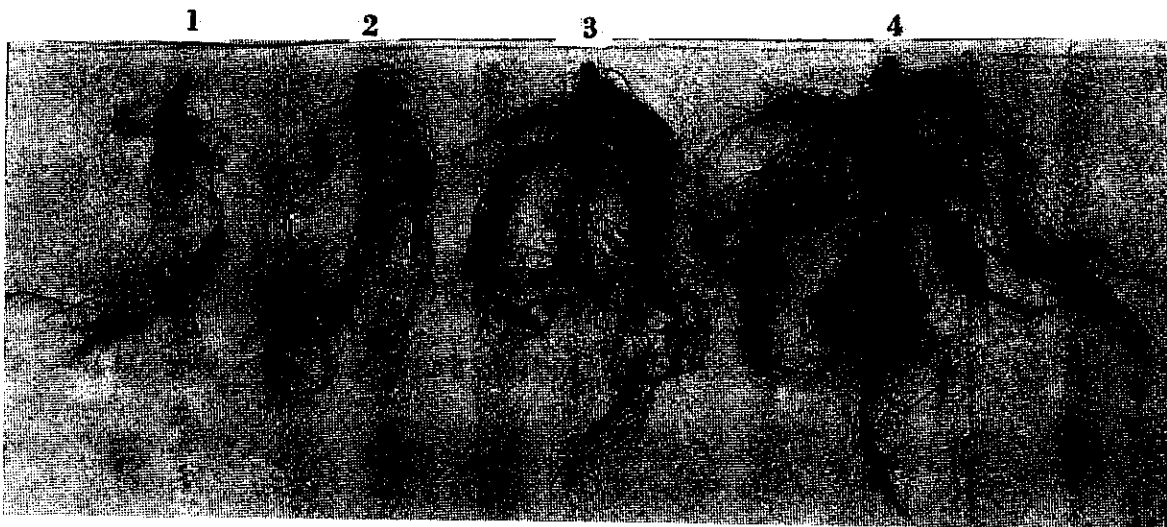


Fig. 8 Conformación de raíces según tratamiento y escala de medición.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable peso de raíces.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	87.71				
Poda de raíces (A)	3	695.20	231.73	6.44 **	3.49	5.95
Error A	12	432.05	36.00			
Parcela grande	19	1214.96				
No. de posturas (B)	2	3627.64	1813.82	143.27 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	219.19	36.53	2.38 ns	2.40	3.42
Error B	32	405.40	12.66			
Total	59					

C. V. con error a = 19.97 %

C. V. con error b = 33.67 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 10. Comparación de medias para peso de raíces según altura de poda.

TRATAMIENTOS	PESO PROMEDIO DE RAICES EN GRAMOS	SIGNIFICANCIA <u>a/</u>
Poda a 6 cm	20.95	a
Poda a 4 cm	20.05	a
Poda a 2 cm	18.07	a
Poda a 0 cm	12.20	b

a/ Error a = 1.54

comparador/Tukey = 6.46 gramos

Cuadro 11. Comparación de medias para peso de raíces según número posturas.

SUBTRATAMIENTOS	PESO PROMEDIO DE RAICES EN GRAMOS	SIGNIFICANCIA <u>b/</u>
1 postura	28.46	a
2 posturas	14.90	b
3 posturas	10.09	c

b/ Error b = 0.79

comparador/Tukey = 3.02 gramos

dical, el número de posturas y la interacción de ambos factores sobre el peso de raíces en plántulas de café.

Al realizar el análisis de varianza, se detectó a un nivel de 5 % una diferencia altamente significativa para el factor poda, al igual que para el número de posturas por bolsa, no así para la interacción entre ambos, lo que supone que son independientes. Esta alta significancia para el número de posturas es ilustrado en la Fig. 1.

Como consecuencia de la alta significancia detectada en los tratamientos y subtratamientos del análisis de varianza, se realizó una comparación de medias a través de la prueba de Tukey, a una probabilidad de cometer error tipo I del 5 %.

Los resultados obtenidos para peso promedio de raíces, según la altura de poda, se presentan en el Cuadro 10 y de acuerdo con el comprador obtenido, cuyo valor es de 6.46 g las podas a 2, 4 y 6 cm son estadísticamente iguales y superiores al corte 0 cm en relación al incremento en peso de raíces.

Al comparar las medias de peso de raíces según el número de posturas, Cuadro 11 se observa diferencias estadísticamente significativas entre las medias comparadas, siendo el subtratamiento de 1 postura por bolsa el que produjo el mayor peso de raíces superando el subtratamiento de 3 posturas por bolsa en 18.37 gramos o sea en un 182.06 % más.

## 2. Conformación de raíces

La Fig. 2, muestra el efecto de la altura de poda y el número de posturas por bolsa sobre la conformación de raíces. El análisis

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable de conformación de raíces.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	879.76				
Poda de raíces (A)	3	6395.14	2131.71	17.57 **	3.49	5.95
Error A	12	1456.23	121.35			
Parcela grande	19	8731.13				
No. de posturas (B)	2	3646.78	1823.39	15.15 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	863.89	143.98	1.20 ns	2.40	3.42
Error B	32	3853.67	120.43			
Total	59	17095.47				

C. V. con error a = 18.00 %

C. V. con error b = 18.06 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 13. Comparación de medias para conformación de raíces según alturas de podas.

TRATAMIENTOS	ARCO SENO $\sqrt{x}$	%	SIGNIFICANCIA a/
Poda a 6 cm	70.33	86.66	a
Poda a 4 cm	65.77	83.15	a
Poda a 2 cm	64.33	81.23	a
Poda a 0 cm	43.52	47.41	b

a/ Error a = 2.84  
comparador/Tukey = 11.92

Cuadro 14. Comparación de medias para conformación de raíces según número de posturas.

SUBTRATAMIENTOS	ARCO SENO $\sqrt{x}$	%	SIGNIFICANCIA b/
1 postura	70.74	89.11	a
2 posturas	60.53	75.79	b
3 posturas	51.66	61.51	b

b/ Error b = 2.45  
comparador/Tukey = 9.38

de varianza, Cuadro 12, practicado a dicha variable permitió distinguir diferencias estadísticas altamente significativas, tanto para los niveles de poda de raíces, como para el número de posturas por bolsa. No así para la interacción entre tratamientos y subtratamientos. Esto parece estar muy relacionado con la significancia anteriormente encontrada en el análisis de varianza sobre peso de raíces. Como se verá más adelante existe una alta correlación entre estas dos variables.

Para la variable de peso de raíces, las podas a 2, 4 y 6 cm resultaron estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey para las medias respectivas, Cuadro 13; sin embargo superaron al tratamiento de referencia en forma estadísticamente significativa dando ésto una clara idea de las ventajas de la práctica de podar la pivotante del café en su trasplante inicial.

Al analizar los datos del Cuadro 14, se observa que mediante la comparación de medias, el subtratamiento de una postura por bolsa es estadísticamente superior a los subtratamientos de 2 y 3 posturas por bolsa. Es decir que resultaron ser estadísticamente iguales, aunque se observó la tendencia a mejorarse la conformación de raíces, cuando se utilizan 2 plántulas por bolsa. Este efecto es debido a la competencia que se realiza entre las raíces en el suelo.

### 3. Diámetro del tallo

El análisis de varianza hecho al diámetro del tallo en función de distintos niveles de poda radical y al número de posturas por bolsa se presentan en el Cuadro 15.

Nuevamente se encontraron diferencias estadísticas significativas pa-

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	0.11				
Poda de raíces (A)	3	0.19	0.063	7.87 **	3.49	5.95
Error A	12	0.10	0.008			
Parcela grande	19	0.40				
No. de posturas (B)	2	1.11	0.555	138.75 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	0.03	0.005	1.25 ns	2.40	3.42
Error B	32	0.14	0.004			
Total	59	1.68				

C. V. con error a = 7.62 %

C. V. con error b = 10.00 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 16. Comparación de medias para diámetro del tallo según alturas de poda.

TRATAMIENTOS	DIAMETRO PROMEDIO DEL TALLO EN cm	SIGNIFICANCIA <u>a/</u>
Poda a 4 cm	0.88	a
Poda a 6 cm	0.87	a
Poda a 2 cm	0.84	a
Poda a 0 cm	0.73	b

a/ Error a = 0.02  
comparador/Tukey = 0.08 gramos

Cuadro 17. Comparación de medias para diámetro del tallo según número de posturas.

SUBTRATAMIENTOS	DIAMETRO PROMEDIO DEL TALLO EN cm	SIGNIFICANCIA <u>b/</u>
1 postura	1.01	a
2 posturas	0.79	b
3 posturas	0.69	c

b/ Error b = 0.01  
comparador/Tukey = 0.03 gramos

ra la poda de raíz y número de posturas; pero no para la interacción de po da de raíces por número de posturas, lo cual está indicando que los factores estudiados y las variables que se midieron están estrechamente relacionadas. De esta manera los objetivos del estudio se alcanzaron.

Considerando que a mayor diámetro del tallo se esperan plantas fisiológicamente más eficientes y resistentes a los problemas ambientales se es timó conveniente realizar una comparación de medias también a través de la prueba de Tukey; y cuyos resultados se presentan en los Cuadros 16 y 17.

En cuanto a los promedios de diámetros del tallo en función de diferen tes alturas de poda, el Cuadro 16 muestra la igualdad para los tratamientos a 2, 4 y 6 cm de poda; aunque éstos superaron estadísticamente al trata miento sin poda. El mayor diámetro obtenido con 4 cm de poda fue de 8.8 mm superando al tratamiento de referencia en 1.5 mm.

Con relación a la comparación de medias de diámetro del tallo, en fun ción del número de posturas por bolsa, los tres subtratamientos resultaron estadísticamente diferentes, siendo los mejores en el orden: 1, 2 y 3 posturas. Aunque la diferencia lograda en diámetro, entre el mejor subtrata miento y el subtratamiento inferior fue de 3.2 mm; ésta es superior a la ob tenida para el caso de la poda, lo cual induce nuevamente a que una de las mejores combinaciones de tratamientos es cuando se utiliza una plántula por bolsa, podada a 4 cm de altura.

#### 4. Altura de planta

El análisis de varianza hecho a la altura de la planta, se muestra en el Cuadro 18, y la tendencia de los resultados se ilustra en la

Fig. 4. El análisis no reveló ninguna diferencia estadísticamente significativa para poda de raíces; sin embargo sí se presentó una diferencia altamente significativa para el número de posturas por bolsa. La interacción de poda de raíces y número de posturas no resultó significativo.

Estos resultados indican que es más activo el cambio de número de posturas por bolsa que la poda misma sobre la altura final alcanzada por la plántula. Esta situación se supone que se debe a la interacción competitiva entre plántulas por bolsa y no al efecto que puede ser obtenido fisiológicamente cuando se poda la raíz. Como se mencionó en el capítulo anterior la altura de plántula puede ser influenciada por factores genético-ambientales. Esto lleva a considerar que para el caso de este estudio, la variable de altura de plántulas no sería el mejor indicador para evaluar el efecto de poda de raíces.

Lo anterior obliga a buscar información adicional a través del análisis de comparación de medias que se muestra en los Cuadros 19 y 20, donde se nota que las podas a 2, 4 y 6 cm produjeron alturas medias iguales, superando 2 cm al tratamiento mencionado en el párrafo anterior. Sin embargo la comparación de medias referida al número de posturas, sobre la altura de plántula, Cuadro 19, indica nuevamente que el mejor subtratamiento independientemente de la poda sigue siendo el de 1 postura por bolsa. Con ella se obtuvo una altura promedio de plántulas de 45.98 cm, mientras que con 3 posturas por bolsa se alcanzó una altura de 38.29, lo cual da una diferencia de 7.69 cm.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable altura de plántula.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	214.00				
Poda de raíces (A)	3	253.36	84.45	2.01 ns	3.49	5.95
Error A	12	503.00	41.97			
Parcela grande	19	970.36				
No. de posturas (B)	2	597.73	298.87	22.88 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	98.44	16.41	1.25 ns	2.40	3.42
Error B	32	471.99	13.06			
Total	59					

C. V. con error a = 8.63 %

C. V. con error b = 15.46 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 19. Comparación de medias para altura de plántulas según centímetros de poda.

TRATAMIENTOS	ALTURA PROMEDIO DE PLANTULAS EN cm	SIGNIFICANCIA <u>a/</u>
Poda a 4 cm	43.39	a
Poda a 6 cm	43.00	a
Poda a 2 cm	42.85	a
Poda a 0 cm	38.36	b

a/ Error a = 1.67  
comparador/Tukey = 7.02 centímetros

Cuadro 20. Comparación de medias para altura de plántulas según número de posturas.

SUBTRATAMIENTOS	ALTURA PROMEDIO DE PLANTULAS EN cm	SIGNIFICANCIA <u>b/</u>
1 postura	45.98	a
2 posturas	41.44	b
3 posturas	38.29	c

b/ Error b = 0.80  
comparador/Tukey = 3.06 centímetros

### 5. Número de ramas plagiotrópicas

Considerando que el número de ramas por plántula es una variable de interés para evaluar el rendimiento potencial de la futura planta comercial de café, se le practicó también el análisis de varianza cuyos resultados aparecen en el Cuadro 21, ilustrados, los mismos en la Fig. 5.

El análisis de varianza mostró que existe una diferencia altamente significativa, entre diferentes niveles de poda de raíces sobre el número de ramas. Este efecto es ascendente desde una altura de poda de 0 cm hasta 4 cm como se observa en la Fig. 5.

La comparación de medias hecha a través de la prueba de Tukey, Cuadro 22, revela que los tratamientos 2, 4 y 6 cm de poda, son estadísticamente iguales y superiores al testigo con 0 cm de poda.

Para el caso de número de posturas por bolsa, el análisis de varianza del Cuadro 21, muestra una clara diferencia altamente significativa entre subtratamientos. Se pueden observar marcadas diferencias en la Fig. 5 sobre el efecto del número de ramas por plántula. Dicha Fig. 5, indica cómo al pasar de 3 a 1 posturas por bolsa, se va incrementando el promedio de ramas por plántula, en forma consistente y casi lineal, lo cual es presentado en forma numérica al hacer la comparación de medias del Cuadro 23. Puede observarse en la misma que mientras con 3 posturas sólo se obtuvo un promedio de 4.80 ramas por planta. Con una postura se obtuvo un promedio de 11.16 ramas por plántula y este análisis de acuerdo a Tukey separa a las medias como estadísticamente diferentes. Concluyendo que la utilización de

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable número de ramas plagiotrópicas.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	14.38				
Poda de raíces (A)	3	104.80	34.93	7.61 **	3.49	5.95
Error A	12	55.06	4.59			
Parcela grande	19	174.24				
No. de posturas (B)	2	413.82	206.91	87.30 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	25.73	4.28	1.80 ns	2.40	3.42
Error B	32	75.70	2.37			
Total	59					

C.V. con error a = 20.00 %

C.V. con error b = 27.86 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 22. Comparación de medias para número de ramas plagiotrópicas según alturas de poda.

TRATAMIENTOS	NUMERO PROMEDIO DE RAMAS PLAGIOTROPICAS	SIGNIFICANCIA	<u>a/</u>
Poda a 4 cm	9.08	a	
Poda a 6 cm	8.64	a	
Poda a 2 cm	7.38	a b	
Poda a 0 cm	5.68	b	

a/ Error a = 0.55

comparador/Tukey = 2.31 ramas plagiotrópicas

Cuadro 23. Comparación de medias para número de ramas plagiotrópicas según número de posturas.

SUBTRATAMIENTOS	NUMERO PROMEDIO DE RAMAS PLAGIOTROPICAS	SSIGNIFICANCIA	<u>b/</u>
1 postura	11.16	a	
2 posturas	7.12	b	
3 posturas	4.80	c	

b/ Error b = 0.34

comparador/Tukey = 1.30 ramas plagiotrópicas

1 postura por bolsa produce en forma estadísticamente significativa 4.04 ramas más que cuando se utilizan 2 posturas por bolsa, y 6.36 ramas más en promedio que cuando se utilizan 3 posturas por bolsa.

#### 6. Peso de la biomasa aérea

En el Cuadro 24, se presenta el análisis de varianza para la variable del peso de la biomasa aérea y en la Fig. 6, se ilustran las tendencias a diferentes alturas de poda radical cuando se pasa de 1 hasta 3 posturas por bolsa.

Para el factor poda de raíces, el análisis de varianza indica una diferencia altamente significativa, lo cual puede observarse tanto en la Fig. 6 como en el Cuadro 25, donde aparece la comparación de medias para el peso de la biomasa aérea. Esta diferencia altamente significativa entre tratamientos se debió al bajo peso de la biomasa aérea obtenido con poda a cero cm; pues con este se obtuvo un promedio de 38.07 g de peso de la biomasa. Para el promedio de los tratamientos 2, 4 y 6 cm de poda se obtuvo un peso de 52.49 g, diferencia que es altamente significativa de acuerdo al método empleado.

Aunque los tratamientos a 2, 4 y 6 cm son estadísticamente iguales se hace evidente que a nivel de media, Fig. 6, el mejor tratamiento es la poda a 4 cm.

Al analizar el efecto de diferentes números de posturas sobre el peso de la biomasa aérea se determinó, a través del análisis de varianza, que existen diferencias altamente significativas entre subtratamientos. Esto se evidencia con mayor claridad en la Fig. 6 y el Cuadro 26, pues mientras que

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable peso de la biomasa aérea.

Causas de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F .05	F .01
Bloques	4	324.62				
Poda de raíces (A)	3	2678.41	292.80	5.00 **	3.49	5.95
Error A	12	2143.51	178.63			
Parcela grande	19	5146.54				
No. de posturas (B)	2	21879.11	10939.56	126.75 **	3.30	5.34
Interacción A X B	6	656.53	109.42	1.27 ns	2.40	3.42
Error B	32	2761.77	86.31			
Total	59	30443.95				

C.V. con error a = 19 %

C.V. con error b = 27 %

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

ns No significativo

Cuadro 25. Comparación de medias para peso de la biomasa aérea según alturas de poda.

TRATAMIENTOS	PESO PROMEDIO DE LA BIOMASA AEREA EN g	SIGNIFICANCIA <u>a/</u>
Poda a 4 cm	54.53	a
Poda a 6 cm	54.34	a
Poda a 2 cm	48.61	a
Poda a 0 cm	38.07	b

a/ Error a = 3.45  
comparador/Tukey = 14.49 gramos

Cuadro 26. Comparación de medias para peso de la biomasa aérea según número de posturas.

SUBTRATAMIENTOS	PESO PROMEDIO DE LA BIOMASA AEREA EN g	SIGNIFICANCIA <u>b/</u>
1 postura	75.03	a
2 posturas	41.69	b
3 posturas	29.95	c

b/ Error b = 2.07  
comparador/Tukey = 7.92 gramos

con 3 posturas se obtuvo un peso promedio de 29.95 g de biomasa aérea, - con 1 postura se obtuvo un peso promedio de 75.03 g. La utilización de 2 - posturas también superó a 3 posturas por bolsa.

La comparación de medias de acuerdo con Tukey, confirma que estadísticamente son diferentes los subtratamientos para la variable en mención.

De acuerdo con los resultados discutidos, se rechazan las primeras dos hipótesis planteadas. Porque sí se presentaron diferencias estadísticamente significativas, tanto entre tratamientos como subtratamientos para las variables evaluadas, excepto de la variable altura de plántula a diferentes niveles de poda de raíces, que no alcanzó una diferencia significativa. Aunque para el mismo análisis de varianza sí se presentó significancia estadística entre el número de posturas por bolsa. La tercera hipótesis propuesta se acepta en su planteamiento original debido a que los análisis de varianza no revelaron ninguna diferencia estadísticamente significativa para la interacción entre podas por posturas.

### C. Correlación y regresión entre variables para los factores número de posturas y niveles de poda radical.

En el Cuadro 27, se presentan los coeficientes de correlación ( $r$ ) obtenidos para las diferentes asociaciones de variables estudiadas, cuando se integró en el estudio a nivel general posturas por poda. En el Cuadro 28 se muestran las diferentes ecuaciones de regresión obtenidas para cada asociación de variables de interés. Puede notarse en el Cuadro 27 altos valores para los coeficientes de correlación, los cuales al ser comparados con valores de tablas resultaron estadísticamente significativas. Esto apoya que

existe un alto grado de asociación positiva entre las mencionadas variables que fueron consideradas de importancia para el presente estudio.

Cuadro 27. Coeficientes de correlación ( r ) para diferentes asociaciones de variables.

Variables	Variables		
	Peso raíces	Conformación de raíces	Número de bandolas
Peso de raíces	1.00	0.85	0.97
Conformación de raíces	0.85	1.00	0.82
Diámetro del tallo	0.99	0.82	0.99
Altura de planta	0.92	0.85	0.94
Número de bandolas	0.97	0.82	1.00
Peso biomasa aérea	0.98	0.79	0.98

Cuadro 28. Ecuaciones de regresión para cada asociación de variables.

Asociación de variables		Ecuaciones de regresión
X	Y	
Peso de raíces	por conformación de raíces	$\hat{Y} = 86.6586 - 366.694 \frac{1}{X}$
Número de bandolas	por peso de raíces	$\hat{Y} = 4.8801 + 1.1659^x$
Altura de plántula	por conformación de raíces	$\hat{Y} = 176.002 - 4773.86 \frac{1}{X}$
Altura de plántula	por peso de raíces	$\hat{Y} = 0.1577 + 1.1164^x$
Altura de plántula	por número de bandolas	$\hat{Y} = 0.00001 X + 4.0621$
Peso biomasa aérea	por conformación de raíces	$\hat{Y} = 87.2093 - 1081.04 \frac{1}{X}$
Peso biomasa aérea	por peso de raíces	$\hat{Y} = 0.2348X + 1.1077$
Peso biomasa aérea	por número de bandolas	$\hat{Y} = 19.0638 + 7.0315 \text{LN}(X)$
Peso biomasa aérea	por altura de plántula	$\hat{Y} = 51.1708 - 382.226 \frac{1}{X}$
Grosor del tallo	por conformación de raíces	$\hat{Y} = 121.259 - 48.4588 \frac{1}{X}$
Grosor del tallo	por peso de raíces	$\hat{Y} = 1.1574 + 23.4151^x$
Grosor del tallo	por número de bandolas	$\hat{Y} = 11.2219X + 2.2853$
Grosor del tallo	por altura de plántula	$\hat{Y} = 62.6849 - 16.7115 \frac{1}{X}$
Grosor del tallo	por peso biomasa aérea	$\hat{Y} = 4.3592 + 16.5801X$

## V. CONCLUSIONES

Tomando en consideración los objetivos e hipótesis planteados y los resultados obtenidos y discutidos en el presente estudio, puede concluirse a lo siguiente:

- A. Las variables en estudio, peso de raíces, conformación de raíces, diámetro del tallo, altura de la plántula, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea, permitieron evaluar el efecto de la poda de raíz y el número de posturas por bolsa sobre el desarrollo de las plántulas de café en la etapa de almácigo.
- B. Los factores en estudio, pero en forma independiente tuvieron un efecto sobre las variables evaluadas.
- C. El efecto de la poda radical resultó estadísticamente significativo para las variables peso de raíces, conformación de raíces, diámetro del tallo, número de ramas plagiotrópicas y peso de la biomasa aérea, no así - para altura de plántula.
- D. El efecto de número de posturas por bolsa, sobre las variables en estudio fue del cien por ciento, por lo que se rechazan las dos primeras hipótesis planteadas.
- E. En ninguno de los seis análisis de varianza se presentó significancia - estadística para la interacción de poda de raíces por número de posturas por bolsa, lo que permite aceptar la tercera hipótesis en su planteamiento original.

- F. Se presentó, en promedio para las variables en estudio, una tendencia ascendente en su magnitud a medida que se pasó de 0 cm de poda radical a 6 cm, manifestándose un óptimo cuando la altura de poda fue de 4 cm y una postura por bolsa, Fig. 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- G. El análisis de comparación de medias, Cuadros 10, 16, 19, 22 y 25, - permitió determinar que no se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las alturas de poda radical de 2, 4 y 6 cm para todas las variables en estudio; aunque éstas alturas de poda sí resultaron estadísticamente superiores al testigo.
- H. La respuesta de las variables en estudio fue muy consistente y marcada al número de posturas por bolsa mostrándose que las mejores respuestas se obtuvieron en su orden con 1, 2 y 3 posturas por bolsa respectivamente.
- I. La comparación de medias para cada una de las variables en función del número de posturas, permitió verificar que una postura por bolsa es el mejor subtratamiento, siguiéndole el subtratamiento 2 posturas por bolsa.
- J. El análisis de correlación, permitió detectar una asociación altamente significativa entre las variables.
- K. Las mejores combinaciones de tratamientos son las que tienen una planta por bolsa con la pivotante podada indistintamente a 2, 4 ó 6 cm, aunque en términos generales la mejor respuesta se obtuvo con la combinación de tratamientos, poda radical a 4 cm de altura y 1 plántula por bolsa.

L. La práctica de pasar de tres a una posturas por bolsa produjo incrementos estadísticamente significativos por variable como sigue:

1. 18.37 gramos en el peso de raíces.
2. 0.32 centímetros en el diámetro del tallo.
3. 17.60 % en conformación de raíces.
4. 7.69 centímetros en altura de plántula
5. 6.36 ramas plagiotrópicas en promedio
6. 45.08 gramos en peso de la biomasa aérea.

Los resultados anteriores se consideran substancialmente importantes, como para continuar estudios de esta naturaleza en otras fases del desarrollo del cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO, J. A. Las sequías prolongadas y su efecto nocivo sobre la fisiología del cafeto. Revista del Instituto de defensa del café de Costa Rica. 12 (90): 183-187. 1942.
2. ANDRADE M., E. La caficultura y el desarrollo en Guatemala, algunas reflexiones conceptuales. Documento presentado en el curso sobre Comunicación y Transferencia de Tecnología en Café. Guatemala, Abril de 1981. s.n.t.
3. BONNER, J. y A. W. GALSTON. Principios de fisiología vegetal. 4a. ed. Madrid, Aguilar, 1965. 439 p.
4. COSTE, R. El café. Madrid, Blume, 1968. 285 p. Colección Agricultura Tropical.
5. DA SILVEIRA, A. J. et al. Efeito do tamanho do saco plástico e do método de sementeira no desenvolvimento de mudas de café. (Coffea arabica L.) In SEIVA, ano 33, janeiro a março -1973, No. 77. pp. 14-18.
6. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. 3a. ed. Barcelona, Omega 1980. pp. 353-391.
7. FLORES BERRIOS, M. de J. Fundamentos botánicos, ecológicos y fisiológicos del cultivo del café y su relación en la productividad de una finca. In Técnicas modernas para el cultivo del café. - Nueva San Salvador, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, s.f. pp. 5-16.
8. FONT QUER, P. Diccionario de Botánica. Barcelona, Labor, 1965. pp. 926-928.
9. FRANCO, C. M. Fisiología do cafeeiro. In Cultura e Adubacao do cafeeiro. Sao Paulo-Brasil, Instituto Brasileiro de potencia 1965. 63-80 p.
10. INFORZATO R. e A. JUNQUEIRA REIS. Sistema radicular do cafeeiro. In Instituto Agronómico, Circular No. 40, 1974. 12 p.

11. KRAMER, P. J. and T.T. KOZLOWSKI. Physiology of trees. New York, McGraw-Hill, 1960. 641 p.
12. MAHLSTEDTE, J. P. and E. S. HABER. Plant Propagation. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1975. 413 p.
13. MINISTERIO DA INDUSTRIA E DO COMERCIO. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE. Cultura de café no Brasil. Rio de Janeiro, Editado Pelo Setor de Programacao visual e gráfica/IBC/ GERCA, 1974. 261 p.
14. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. -- INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento por Jorge René De La Cruz. Guatemala, Departamento de Divulgación Agrícola, DIGESA, 1982. 42 p.
15. MOREIRA DE CARVALHO, M. SOUZA DUARTE, C. de. Influencia de procesos de sementeira, métodos de repicagem e poda de raiz en mudas de cafeeiros (Coffea arabica L. ) In Cienc. Prác. Lavras, 2 (2): 153-166, 1978.
16. PEREZ, V. et al. Estudio preliminar sobre poda de raíces en almácigo de café. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Boletín Técnico No. 42, 1963 14 p.
17. REYES CASTAÑEDA P. Diseño de experimentos aplicados. México Trillas, 1981. 344 p.
18. SIMMONS CH. S. TARAMO M. y PINTO F. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959, pp. 15-46.
19. SUAREZ de CASTRO, F. Distribución de las raíces del cafeto (Coffea arabica L.) en un suelo de El Salvador, El café de El Salvador, 30 ( 344-345 ) : 421-449, 1960
20. TANIGUCHI, P. C. e P. A. C. PEDROSO. Influencia de intensidad de poda por ocaiação da repicagem no desenvolvimento de mudas de café. In 6º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeira, Sao Paulo, Outubro de 1978. pp. 363-364.