

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“ PROPAGACIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ ROBUSTA  
(*Coffea canephora* P.) EN SIETE TIPOS DE  
SUBSTRATOS BAJO EL SISTEMA DE ENRAIZADO EN  
TINGO MARIA”**

**TESIS**

Para optar el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

***Rómulo RODRÍGUEZ TANCHIVA***

**PROMOCIÓN – 1990**

**“UNAS potencial científico tecnológico para el  
desarrollo de la selva peruana”**

**TINGO MARIA – PERU  
2006**

## **DEDICATORIA**

**A:**

**Rómulo y Rosalía**

**Mis padres, por su esfuerzo  
desplegado para mi formación  
profesional.**

**A:**

**Mis hermanos: Tula, Hermelinda,  
Genaro y Régulo con afecto fraternal.**

**A:**

**Mi tía Angélica y prima Teresa por su  
apoyo moral.**

**A:**

**Elías ( Q.E.P.D) mi abuelito, con el  
cariño de siempre.**

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, especialmente a la Facultad de Agronomía por mi formación profesional.
- Al Ing. Agr. Jorge Cerón Chávez, patrocinador.
- Al Ing. Alberto Silva del Águila, co - patrocinador del presente trabajo.
- Al Ing Agr. Elmer Sierra Porras, por las facilidades prestadas para la culminación del presente trabajo.
- Al Ing. Agr. Pedro Huerto Guzmán, por el apoyo desinteresado en la ejecución del trabajo de Campo.
- Al Ing. Agr. Jorge Adriazola Del Águila, por los incentivos en la ejecución del trabajo.
- Al Ing. Agr. Mendis Paredes Arce, por facilitarme materiales para el trabajo de campo.
- Al Dr. César Huallpa Tanchiva, por sus consejos y ayuda económica.
- Al Sr. José Huallpa Tanchiva, por su ayuda económica y moral para la culminación de mis estudios.
- Al Sr. José Cipriano Huallpa, por sus nobles consejos.
- Al Sr. Raúl Flores Grández, por su ayuda económica.
- Al Sr. Zócimo Pujay Canepó, por su colaboración en el análisis físico-químico de los substratos.
- A mis colegas de estudios: Ing. Neisser Bartra Silva, Tito Saavedra Casternoque, Wilder Carnero Pajuelo, grandes amigos.

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultivo de café ( <i>Coffea canephora</i> Pierre).....	12
2.1.1 Ecología.....	12
2.1.2 Propagación vegetativa.....	12
2.1.3 Propagación por enraizado de estacas. ....	13
2.1.4 Fisiología de la formación de raíces. ....	14
2.2 Factores que intervienen en el enraizado por estacas. ....	16
2.2.1 Factores internos o propios. ....	16
2.2.2 Factores externos.....	20
2.2.3 Factores ambientales. ....	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Campo experimental.....	27
3.1.1 Ubicación. ....	27
3.1.2 Características climáticas. ....	27
3.1.3 Características físicas y químicas de los sustratos.....	28
3.2 Componentes en estudio.....	34
3.3 Tratamientos en estudio.....	35
3.4 Diseño experimental.....	35
3.5 Características del campo experimental.....	36
3.6 Ejecución del experimento.....	37
3.6.1 Obtención del sustrato.....	37

3.6.2	Desinfección del sustrato.....	37
3.6.3	Llenado del sustrato.....	37
3.6.4	Recolección y preparación del material vegetativo.....	38
3.6.5	Colocación de esquejes en los sustratos.....	38
3.6.6	Deshierbo. ....	39
3.6.7	Riegos.....	39
3.7	Observaciones registradas y metodologías.....	39
3.7.1	Número de esquejes enraizados. ....	39
3.7.2	Longitud de raíces.....	39
3.7.3	Volumen de la raíz.....	40
3.7.4	Peso seco de la raíz.....	40
3.7.5	Longitud de brotes.....	40
3.7.6	Diámetro de los brotes.....	40
3.7.7	Número de hojas.....	40
IV.	RESULTADOS. ....	41
4.1	Efecto de los sustratos en el enraizado de las estacas de <i>Coffea canephora</i> .....	41
4.2	Influencia de los sustratos en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular. ....	43
4.3	Influencia de los sustratos en el crecimiento y desarrollo del sistema aéreo de la planta <i>Coffea canephora</i> propagado por estacas. ....	50
V.	DISCUSIÓN .....	56
5.1	Efecto de los sustratos en el enraizado de las estacas de <i>Coffea canephora</i> .....	56

5.2	Influencia de los substratos en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de <i>Coffea canephora</i> .....	57
5.3	Influencia de los substratos en el crecimiento y desarrollo del sistema aéreo de la planta de <i>Coffea canephora</i> . ....	58
5.3.1	Para el diámetro de brote.....	58
5.3.2	Para el número de hojas. ....	59
VI.	CONCLUSIONES.....	61
VII.	RECOMENDACIONES.....	62
VIII.	RESUMEN.....	63
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	65
X.	ANEXO.....	68

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos durante el experimento de Diciembre de 1989 a Junio de 1990. ....	27
2. Principales características físicas de los sustratos.....	30
3. Principales características químicas de los sustratos. ....	32
4. Tratamientos y claves. ....	35
5. Esquema del análisis de variancia. ....	36
6. Número de plantas enraizadas por sustrato y evaluación.....	41
7. Análisis de variancia de número de plantas enraizadas durante el experimento. Datos transformados $\sqrt{X+1}$ .....	42
8. Análisis e variancia de la longitud, volumen y peso seco de la raíz de los esquejes, datos transformados $\sqrt{X+1}$ .....	44
9. Comparación de promedios (Duncan $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de sustratos en el sistema radicular. Datos transformados $\sqrt{X+1}$ ....	46
10. Análisis de variancia de la longitud, diámetro de los brotes y números de hojas. Datos transformados $\sqrt{X+1}$ .....	50
11. Comparativo de promedios (Duncan $\alpha=0.05$ ) del sistema aéreo de la planta de <i>Coffea Canephora</i> por efecto de los sustratos. Datos transformados $\sqrt{X+1}$ .....	51
12. Análisis físico – químico de los sustratos de los sustratos del experimento. ....	70
13. Longitud de raíz (cm) del enraizamiento de estacas de café "robusta." .....	72

14. Volumen de la raíz (cm <sup>3</sup> ) del enraizamiento de estacas de café "robusta." .....	73
15. Peso seco de la raíz (g) del enraizamiento de estacas de café "robusta." .....	74
16. Longitud de brote (cm) del enraizamiento de estacas de café "robusta." .....	75
17. Diámetro de brote (cm) del enraizamiento de estacas de café "robusta." .....	76
18. Números de hojas del enraizamiento de estacas de café "robusta"....	77



## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Longitud de raíz en el sistema de enraizamiento de <i>Coffea canephora</i> . Tingo Maria 1,990.....	47
2. Peso de la raíz en el sistema de enraizado de <i>Coffea canephora</i> . Tingo María 1,990.....	48
3. Volumen de la raíz en el sistema de enraizamiento de <i>Coffea canephora</i> . Tingo Maria 1,990. ....	49
4. Longitud de los brotes de enraizamiento de <i>Coffea canephora</i> . Tingo Maria 1,990.....	53
5. Diámetro de los brotes en el sistema de enraizado de <i>Coffea canephora</i> . Tingo María 1,990. ....	54
6. Número de hojas en el sistema de enraizado de <i>Coffea canephora</i> . Tingo María 1990.....	55
7. Detalle de una parcela. ....	78
8. Ubicación del campo experimental y la distribución de los tratamientos. ....	79
9. Esquejes divididos, conteniendo una media hoja y una yema.....	80
10. Detalle de una unidad experimental. ....	80

## I. INTRODUCCIÓN

El *Coffea canephora* Pierre "robusta" es utilizado industrialmente para producir el café instantáneo ó soluble y su aceptación a nivel mundial va calando en el gusto del consumidor. Sin embargo en el Perú no existen grandes plantaciones de este café, a pesar de que las condiciones ecológicas de nuestro medio son favorables para el cultivo, como es la zona de Tingo María.

Los tipos "robusta" probaron estar mucho mejor adaptados a las tierras bajas, cálidas y húmedas en regiones donde había fallado a *C. arabica*. Aunque pronto se descubrió que la calidad del grano "robusta" es bastante inferior a las variedades arábicas, con la desventaja adicional de ser extremadamente variable de una planta obtenida por semilla a otra, sin embargo, el café "robusta" presenta características decididamente favorables como ser inmune o tener gran resistencia a la roya, poseer gran capacidad productora y capacidad para retener la fruta en el árbol por algún tiempo después de su plena madurez.

Pero este cultivo es altamente alógama y su propagación por semilla da gran variabilidad en el vigor y rendimiento de sus generaciones por eso nos recomiendan propagarlos por estacas, pero existe un gran problema después del enraizado, se ocasiona una gran mortandad de plantones cuando son llevados a los viveros ó a un medio de aclimatación diferente.

Con el fin de evitar estas pérdidas se ha planteado el presente trabajo de investigación utilizando diferentes tipos de sustratos que nos permitan un óptimo enraizado y una buena conformación estructural de plántones de café 'robusta' sin necesidad de transplantarlos a otros ambientes.

Se persigue los siguientes objetivos:

1. Determinar el mejor sustrato que permita un buen enraizamiento y desarrollo óptimos de plántones del café 'robusta'.
2. Determinar el momento óptimo de transplante de los plántones de *Coffea canephora* Pierre, en los diferentes sustratos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo de café (*Coffea canephora* Pierre)

#### 2.1.1 Ecología.

Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas medias de 24 – 26°C y una altitud de 1,200 m.s.n.m., con precipitaciones de 2,000 mm como mínimo repartidas uniformemente durante el año (ARCILLA, 1976).

En Tingo Maria – Tulumayo, se comportan mejor a 510 m.s.n.m. en condiciones de temperaturas promedio de 24.3°C y una precipitación de 3.100 mm (BENIN, 1983)

#### 2.1.2 Propagación vegetativa.

Las plantas propagadas vegetativamente reproducen toda la herencia de la planta progenitora, es por esto que las características específicas de una planta son perpetuadas estableciéndose un clon. Los puntos nuevos de crecimiento que se inician de una estructura vegetativa producen raíces adventicias (HARTMANN y KESTER, 1969).

La propagación vegetativa de *Coffea canephora* puede hacerse mediante injertos al estado de plántula y mediante enraizado por estacas (COSTE, 1968); (FIGUEROA, 1984); (HARTMANN y KESTER, 1969).

### **2.1.3 Propagación por enraizado de estacas.**

La propagación por estacas se puede hacer con partes vegetativas de consistencia herbácea semileñosa o leñosa según se utilizan fragmentos de la parte apical, media inferior de tallos o brotes verticales.

Se han obtenido mejores resultados con estacas de un nudo o dos hojas, recortando las hojas que dan ventajas a la propagación.

La constitución genética y las condiciones fisiológicas de las estacas dan lugar a las variaciones en el enraizado de un 75 a 90 % en un periodo de 12 semanas. Este período de tiempo está en estrechas relaciones con la temperatura, humedad y otros factores externos. Ventajas de la propagación por enraizado de estacas.

- Se conservan las características de la planta madre.
- Son plantas, pequeñas que bien podadas forman un buen armazón y facilitan las labores culturales, especialmente la cosecha y el control fitosanitario (FIGUEROA, 1984).

Se recomienda que una vez formado las raíces adventicias en la base de las estacas las plántulas sean trasladadas cuidadosamente en envases y ubicadas en un ambiente de aclimatación para su posterior traslado a los viveros.

Trabajos realizados en kenya, con estacas del *Coffea canephora* han demostrado que proceso de enraizar es relativamente fácil en tanto que se

evite el problema principal representado por la muerte de la plántula después de que se les haya puesto en macetas (HARTMANN y KESTER, 1965).

#### **2.1.4 Fisiología de la formación de raíces.**

Muchas células, aún en las partes maduras, tienen la capacidad de retornar a una condición meristemática y de producir un nuevo sistema de raíz, de tallo, o de ambos lo cual hace posible la propagación por estacas (HARTMANN y KESTER, 1969).

El proceso de desarrollo de raíces en estaca de tallo puede dividirse en tres fases:

- Iniciación de grupos de células meristemáticas (las iniciales de las raíces).
- Diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz reconocible.
- Desarrollo de emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores de la estaca.

Esos pequeños grupos de células, las iniciales de la raíces continúan dividiéndose, formando grupos de numerosas células que se desarrollan para formar el primordio de la raíz.

La división celular continúa y pronto cada agrupo de célula adquiere el aspecto de una punta de raíz.

En el nuevo primordio radical se forma un sistema vascular que de conecta con el haz vascular adyacente, la punta de la raíz sigue creciendo hacia fuera a través de la corteza, saliendo de la epidermis del tallo (HARTMANN y KESTER, 1969).

En tallos jóvenes, las raíces nuevas se forman del parénquima interfascicular (SWINGLE, 1940). En órganos maduros su origen deriva de un rayo vascular de la zona de cambium (SUDOS, 1935).

#### **Formación del callo:**

El callo es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación formando en los extremos de la inserción o el callo se origina en la región del cambium vascular y el floema adyacente, pueden contribuir a su formación las diversas células de la corteza y de la médula.

El *Coffea canephora* forma un callo granuloso en la herida del corte de la base del renuevo de 15 a 21 días después de colocadas en el substrato, que al cabo de algunos días más aparecen las nuevas raíces (COSTE, 1968).

Por otro lado, suponen que la formación del callo es esencial para el enraizado. Sin embargo la formación del callo y de la raíz son independientes (HARTMAN y KESTER, 1965); (SUDOS, 1935).

## **2.2 Factores que intervienen en el enraizado por estacas.**

### **2.2.1 Factores internos o propios.**

#### **1. Las fitohormonas naturales.**

Dentro de las hormonas que influyen en la formación de las raíces adventicias están las auxinas, cuyas bases fisiológicas reside en el nivel presente en los tejidos o en el equilibrio con otros constituyentes de la planta. Las auxinas son sintetizadas principalmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes traslocándose a través de la planta del ápice a la base.

La influencia de las auxinas origina la estimulación del alargamiento celular, así mismo puede inhibir el crecimiento, dependiendo de la concentración, si esto es aplicado en forma de AIA (ácido indolácetico) exhibiendo respuestas opuestas de acuerdo a la concentración. Además diferentes tejidos responden también en forma diferente a concentraciones del AIA, así tenemos, que las raíces son estimuladas a concentraciones inferiores a la que estimulan los tallos (HARTMANN y KESTER, 1969). Estimulan o inhíbelas reacciones enzimáticas individuales hasta la división celular y formación de órganos (BIDWELL, 1979).

El ácido indolácetico (A IA) estimula la formación del etileno que causa la epinastía y produce mucho de los efectos formativos que también se atribuyen al ácido (AIA).

Algunos experimentos sobre crecimiento radical sugieren que la auxina es el agente mediador en el control de la morfología de la raíz por el ápice de la planta. Sin embargo, la cantidad de auxina presente en la raíz es



sí inmensurable y no se ha tenido una evidencia directa de que se produzca en ese órgano (BIDWELL, 1979).

La auxina se mueve con extrema lentitud, no mayor de lo que se podría esperar por difusión de células, los que se encuentran en el ápice a través de la raíz. No llega a ser en ningún punto comparable en la que se encuentra en el ápice del coleóptilo (DEWLIN, 1982).

Probablemente, la auxina es transportada en forma libre desde el lugar de formación a su zona de actividad, con movimiento por el floema en dirección basípeta, es decir movimiento desde el ápice hasta la base de acrópeta, movimiento de la base al ápice (xilema). Las auxinas intervienen en:

- El alargamiento celular.
- La dominancia apical.
- La iniciación radicular.
- La partenocarpia.
- La abscisión.
- La formación de callo
- La respiración (DEWLIN, 1982).

Las citoquininas son sustancias químicas que estimulan la división celular, no parecen ser móviles como las auxinas y giberelinas. Su acción es en sentido contrario a las auxinas, cuando se encuentran en nivel relativamente alto, se efectúa la formación de yemas pero se suprime la de

raíces, y si se encuentra en proporciones iguales de auxina y citoquininas se tiene la formación de callos sin formación de órganos (BIDWELL, 1979); (DEWLIN, 1982).

Existen evidencias que la citoquininas se forman en las raíces y se transportan a las hojas y tallos por el xilema, además se desplazan hacia la fuente de auxina al igual que los nutrientes el carbono fijado en la fotosíntesis.

Las giberelinas parecen sintetizarse en muchas partes de la planta pero más especialmente en las áreas en activo crecimiento con los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo. Se transportan con facilidad en la planta moviéndose aparentemente en forma pasiva con la corriente de transporte por el floema o por el xilema.

Produce el alargamiento de las células y del tallo, efecto similar al AIA pero no idéntico. Actúa en muchos tejidos en los que el AIA es inefectivo o inhibitorio.

La acción de la giberelina ocurre en algún sitio y precede a la acción de la auxina en la secuencia de reacciones que llevan a la estimulación del crecimiento por alargamiento (BIDWELL, 1979).

Las giberelinas inhiben el proceso del enraizado, impide la división temprana de células implicadas en la transformación de tejidos maduros a una condición meristemática (HARTMANN y KESTER, 1969).

La síntesis de ABA es en las hojas maduras y desde allí es rápidamente transportada al ápice del brote pasando por el pecíolo y el tejido del tallo (ADDICOTT, 1941); (COOPER, 1938).

Es más probable que el transporte del ABA tenga lugar por el floema y en algunos casos, por el xilema (PHILLIPS, 1971).

Existen pruebas indirectas a favor de la existencia de otras tres hormonas: La rizo calina (colina de la raíz), La caulocalina (colina del tallo), y la filo calina (colina de la hoja) (DEWLIN, 1982).

Investigaciones recientes evidencian la posibilidad que exista una hormona especial para el enraizamiento, producido por las hojas y transportadas en forma polarizada a lo largo del tallo. Llamaron a esta hormona rizocalina.

La síntesis de la rizocalina tiene lugar en las raíces de las plantas, desde la cuales es transportado a sus puntos de actividad correspondiente en el tallo (BOUTLLENNE, 1933).

La filo calina, estimula el desarrollo del mesófilo de las hojas, sus síntesis solo tiene lugar en presencia de luz, es decir, se produce por vía fotoquímica (BOUTLLENNE, 1933); (DEWLIN, 1982).

## **2. Contenido de carbohidratos.**

En tallos leñosos de 1 año a más edad donde los carbohidratos se han acumulado en la base de la rama y en donde tal vez se

han formado algunas iniciales de la raíz, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas, el mejor material para estacas se encuentra en la porción basal de esa rama.

Los carbohidratos tienen influencia en el desarrollo de raíces y ramas; así amarillentos ricos en carbohidratos y pobres en nitrógeno produce muchas raíces pero brotes débiles, mientras que tallos verdosos con buena provisión de carbohidratos y ricos en nitrógeno producen menos raíces pero brotes más fuertes; y por último, tallos verdes y suculentos, muy pobres en carbohidratos y ricos en nitrógeno se pudren sin producir raíces (HARTMANN y KESTER, 1969).

Las estacas tomadas de plantas jóvenes enraízan con mayor facilidad que las tomadas de plantas viejas y maduras; este factor se conoce como el "factor de juventud" del mismo que se sabe muy poco, aunque aparentemente se debe a factores bioquímicos y no anatómicos de la estructura de la estaca. En las ramas suculentas de plantas resíduas, que se usan para extraer estacas de maderas suaves, no se encuentran iniciales preformados de raíz ni almacenamiento de carbohidratos (DEWLIN, 1982); (HARTMANN y KESTER, 1969).

## **2.2.2 Factores externos**

### **1. Épocas de extracción de las estacas.**

Las épocas del año en que se extrae las estacas pueden en algún caso, ejercer una influencia extraordinaria en el enraizamiento de las

mismas, y pueden proporcionar la clave para un enraizamiento exitoso, es posible obtener estacas enraizadas en cualquier época del año (DEWLIN, 1982); (HARTMANN y KESTER, 1969).

Las especies siempre verdes tanto de hoja ancha como de hoja angosta, tienen durante el año uno o más períodos de crecimiento durante las cuales se pueden obtener estacas. Las estacas deben tomarse en épocas de descanso las que no deben estar en floración y de preferencias en las mañanas (HARTMANN y KESTER, 1969).

La mejor época del año para el preparado de estacas es la estación lluviosa. Se tiene conocimiento que la influencia estacional es muy marcado para *C. arábica*. En *Coffea canephora* hay poca influencia de las estaciones, y se considera que el preparado de estacas es factible durante todo el año (COSTE, 1968).

## **2. Elección de ramas y preparación de esquejes**

Los chupones se extraen entre las 6:00 a.m. y las 9:00 a.m con 6 a 7 nudos y la corteza completamente verde. Una vez cortado el material, se llevará inmediatamente a un sitio fresco, donde se preparan las estacas en el menor tiempo posible (ARCILLA, *et al.* 1976).

Para formar un arbusto de aspecto normal únicamente deben ser utilizados los brotes ortotrópicos o ramas de alargamiento de desarrollo vertical, los vástagos de ramas plagiótropas (de desarrollo semi –

erecto u horizontal), dan cafetos anormales, fajos y de aspecto redondeado (ARCA, 1981); (COSTE, 1968).

### **3. Tipos de ramas.**

Las ramas con hojas que no han llegado a la madurez, pueden ser utilizadas en el caso de hacer estacas de yemas.

### **4. Tipos de esquejes**

Leaf – cultings, término inglés que quiere decir estaca con hoja cortada, es prácticamente un tipo de estaca con las siguientes características: corteza de color verde de tallo leñoso de 2 a 4 cm de largo, tomado de la parte apical de una rama, es vigoroso, posee una hoja caracea que en algunas variedades de hojas grandes es necesario cortarla para eliminar la mitad de ella, posee un entrenudo y una yema axilar en latencia (OCHSE, 1965).

Ensayos efectuados en Madagascar con la *Coffea canephora*, han demostrado que el mejor índice de reproducción se obtiene con estacas hendidas o no, cuyo renuevo tiene de 4 a 6 cm de longitud y que Leaf – cultings, no conservan más que la mitad del limbo foliar; las estacas sin renuevo presentan una tasa de producción muy inferior, en cuanto a los que carecen de limbo (COSTE, 1968).

Se recortan las hojas por la mitad o a un tercio de su superficie foliar (OCHSE, 1965). Una vez formadas las raíces adventicias en

la base del esqueje, estas son trasladadas cuidadosamente a macetas y ubicadas en un ambiente de aclimatación para su posterior traslado a los viveros (FIGUEROA, 1984).

### **2.2.3 Factores ambientales.**

#### **1. Substrato.**

Para la propagación por estacas se hace uso de un medio o substrato para el enraizado, que puede ser arena lavada, tierra, mantillo, aserrín de madera desinfectada u otro compuesto que conserve la humedad y que posee buen drenaje (ARCILLA, *et al.* 1976); (FIGUEROA, 1984).

Un factor importante en el medio de enraizamiento es la relación aire - agua, esta relación influye sobre la evolución de los tejidos en la base de la estaca, así: un medio con drenaje pobre induce a la pudrición de la base de la estaca; cuando la aereación es insuficiente, felógeno y pequeños callos suberosos que emergen a través de las lenticelas de la corteza de la estaca, retrasan o impiden la formación de raíces.

Por el contrario si el medio es demasiado airado, se forma una costra cortical en el cambium, que recubre toda la extremidad de la estaca retardando o impidiendo el enraizado. Cuando la relación esté bien equilibrada no se observa ninguna formación de callos o costras, simplemente un hinchazón en la base de la estaca, en la que en condiciones ideales aparecen los esbosos de raíces a las 2 semanas (BOUTLLENNE, 1933); (INGERSOLL, 1970); (HARTMANN y KESTER, 1969).

La arena que generalmente se utiliza en propagación de plantas es la de cuarzo, que es en forma predominante un complejo de sílice. Para el enraizado de estacas se usa la arena que en albañilería es para enlucidos. La arena es el más usado de los medios para enraizamiento (HARTMANN y KESTER, 1969).

El aserrín como sub productos de aserradero, se puede usar en mezcla con suelo, sirviendo para el mismo objeto que el musgo turboso, excepto su proceso de descomposición es más lento (COSTE, 1968).

## **2. Humedad**

La presencia de hojas en las estacas, es un estímulo para la iniciación de las raíces; la pérdida de agua a través de ella puede ocasionar la muerte antes que formen las raíces. En especies que enraízan con facilidad, la aparición de las raíces hace que compense la porción de agua, que en especies de enraizamiento lento, la transpiración de las hojas debe ser muy baja mientras se forman las raíces (HARTMANN y KESTER, 1969).

Para el enraizamiento de las estacas de café se recomienda: humedad relativa de 90 a 100 % (FIGUEROA, 1984).

## **3. Temperatura**

Es otro factor limitante en el enraizador la temperatura del aire. Altas temperaturas pueden provocar un exceso de transpiración a través de las hojas, ocasionando la marchites y muerte de la estaca. La transpiración se reduce con el empleo de sombra y reduciendo el área foliar. Es necesario



que rodea a la estaca una atmósfera húmeda para mantener la turgencia y para que la estaca se mantenga viva y proporcionando las sustancias que promueven el enraizamiento (INGERSOL, *et al.* 1970).

La temperatura de 25°C a 28°C son condiciones favorables para el enraizamiento de las estacas de café (FIGUEROA, 1984). Temperaturas de 81°F (27°C), inhiben la formación de yemas y se oponen a los efectos estimulantes de las citoquininas, y a la formación de raíces. Los efectos de las auxinas fueron estimuladas por esa temperatura, en relación a una temperatura más baja (60°F, 15°C) (STRYDON, *et al.* 1960).

En camas para estacas, las temperaturas diurnas de 70°F a 80°F (21°C a 27°C), con temperatura nocturna del alrededor de 60°F (15°C), son satisfactorios para hacer enraizar a la mayoría de las especies.

Se debe evitar una temperatura alta del aire debido a que tiende a estimular el desarrollo de las yemas, y no de las raíces, ocasionando la pérdida de agua por las hojas (HARTMANN y KESTER, 1969).

En Madagascar, el tiempo de enraizamiento de las estacas de *C. canephora*, durante la estación fresca se prolonga por un mes más que durante la estación cálida. En Kenya, a causa de las fluctuaciones de temperatura, los propagadores se deben calcular con resistencia eléctrica, manteniendo una temperatura de unos 24 °C para la *C. arábica* (COSTE, 1968).

#### **4. Intensidad luminosa**

La luz es de importancia primordial en el crecimiento de las plantas aunque es como una fuente de energía en la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas con hojas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y el crecimiento de las raíces. La intensidad y duración de la luz debe ser suficiente para que produzcan carbohidratos en exceso, de los que se usan en la respiración. En las estacas de madera dura, sin hojas, el enraizador depende de los carbohidratos almacenados (HARTMANN y KESTER, 1969).

Para el enraizamiento de las estacas de café, la iluminación natural debe estar entre 25 al 60 % (FIGUEROA, 1984).

INGERSOLL (1970), recomienda como límite tolerante un 20 % de luz y subir a 50 % una vez que el enraizamiento va progresando. En las estaciones de madera suave que contienen bajas reservas de carbohidratos, estos pueden consumirse dentro de una semana, a menos que la fotosíntesis continúe produciendo alimento para la formación y crecimiento de las raíces con falta de luz solar y de tejidos clorofilicos en la hoja, el proceso de fotosíntesis se corta y la estaca puede morir por lo que es deseable que las hojas sean grandes y que las camas tengan buena luz, para alcanzar los mejores resultados.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Campo experimental

##### 3.1.1 Ubicación.

Se efectuó en los viveros del Fundo Agrícola 1 de la Universidad Nacional de la Selva, ubicada a 1,5 km de la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huanuco; cuya situación geográfica es el siguiente:

- Latitud : 09°45' Sur
- Longitud : 75°57' Oeste
- Altitud : 610.00 msnm.

##### 3.1.2 Características climáticas.

**Cuadro 1.** Datos meteorológicos durante el experimento de Diciembre de 1989 a Junio de 1990.

Meses	Temperat. Máxima	Temperat. Mínima	Temperat. Media	Humedad Relativa (%)	Precip. Total (mm)	Horas Sol
Diciembre	29.7	20.9	25.3	83	156.5	4.3
Enero	28.5	20.2	24.4	85	618.1	3.5
Febrero	29.4	20.7	25.0	82	248.7	4.5
Marzo	29.5	20.5	25.0	83	204.7	4.4
Abril	29.9	20.7	25.3	84	215.7	5.2
Mayo	28.9	20.2	24.6	85	242.4	5.2
Junio	28.8	19.9	24.3	84	172.3	5.6
<b>TOTAL</b>					<b>1,858.2</b>	

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñónez de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

### **3.1.3 Características físicas y químicas de los substratos**

Las características físicas y químicas que se presentan en el cuadro 12 del anexo, se puede dividir para una mejor interpretación en dos partes:

#### **1. Características físicas.**

En el cuadro 2 se puede observar lo siguiente:

- El porcentaje de retentividad de agua, así como el porcentaje de porosidad total disminuyen en todos los substratos durante el tiempo que se realizó el experimento; a excepción de los substratos S<sub>1</sub> (arena lavado de río), S<sub>4</sub> (arena lavado de río + tierra común), y S<sub>7</sub> (tierra común) que permanecen constantes con una ligera variación, de la relación aire y agua, indicándonos una mayor estabilidad en el proceso de degradación del material.
- Los substratos S<sub>1</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>7</sub> contienen densidades aparentes mayores y permanecen constantes a través del tiempo, que confirman la apreciación anterior.
- Los substratos sin mezclas S<sub>2</sub> (aserrín), S<sub>3</sub> (cascarilla de cacao), excepto al S<sub>1</sub> (arena lavado de río), contiene un mayor porcentaje de retentividad de agua, pero con las más bajas densidades aparentes, variando de menor a mayor con relación al tiempo indicándonos esto que la retentividad y porosidad disminuyen significativamente y consecuentemente aumentan la densidad relativa por proceso de degradación del material.

- Los substratos que son mezclas,  $S_5$  (aserrín descompuesto + tierra) y  $S_6$  (cascarilla de cacao + tierra), presentan similares características a lo anterior, siendo la  $S_6$  de mayor densidad aparente, ocupando un cuarto lugar en capacidad de retentividad de agua y un primer lugar en su capacidad de porosidad; variando esto al finalizar el experimento a un tercer lugar.
- El substrato  $S_7$  (tierra común), ocupa una posición casi intermedia en cuanto a su capacidad de retentividad de agua, porosidad y densidad aparente.

**Cuadro 2.** Principales características físicas de los substratos.

Substratos		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
características		Orden	Orden	Orden	Orden	Orden	Orden	Orden
<b>Retentividad de</b>								
Agua %	Inicial	33.0 7°	97 2°	96 3°	42 6°	98 1°	87 4°	57 5°
	Final	33.0 7°	87 1°	83 2°	38 6°	74 3°	64 4°	58 5°
<b>Porosidad total</b>								
%	inicial	72 3°	61 6°	70 5°	75 2°	71 4°	77 1°	72 3°
	final	73 2°	53 6°	62 5°	74 1°	65 4°	72 3°	73 2°
<b>Densidad Aparente</b>								
(g/ cm <sup>3</sup> )	Inicial	0.36 1°	0.16 6°	0.16 6°	0.31 2°	0.17 5°	0.19 4°	0.26 3°
	Final	0.36 1°	0.19 6°	0.18 7°	0.33 2°	0.21 5°	0.24.4°	0.26 3°
<b>Textura</b>								
	Inicial	Ao	-	-	Fco - o	Fco - Ao	Fco -Ao	Fco -Ao
	Final	Ao	-	-	Fco - Ao	Fco - Ao	Fco - Ao	Fco - Ao

Ao = Arenoso

Fco - Ao = Franco arenoso.

**Fuente:** Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

## **2. Características químicas.**

Del Cuadro 3, se deduce:

- Que el substrato S<sub>1</sub> (arena lavado de río), presenta un pH 7.8 clasificado como regularmente alcalino (ARCA, 1981) y es el inicio con esta característica. Mientras que los substratos S<sub>4</sub> (arena + tierra común), S<sub>5</sub> (aserrín + tierra común) y S<sub>7</sub> (tierra común) contienen pH clasificado como ligeramente alcalino, solo el substrato S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao + tierra común) presenta una reacción ligeramente ácido (ARCA, 1981); (HARTMANN, 1969).
- Todos los substratos, excepto al S<sub>1</sub>, sufren incrementos en los valores de pH, durante el tiempo del experimento, pero éstos no son lo suficiente como para cambiar el nivel de clasificación de la acidez.
- Todo los substratos están en un rango que permiten una mayor solubilidad de los nutrientes, siendo el S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao + tierra común), el que permite una mayor solubilidad del fósforo y un pH 6 a 6.5 que permite la vida óptima de los microorganismos bacteriológicos (ARCA, 1981 y MALPARTIDA, 1988).
- Todos los substratos incrementan el contenido de nutrientes durante el tiempo de experimento (6 meses), indicando el proceso de mineralización de los substratos.
- Todo los substratos a excepción del S<sub>1</sub> (arena de río) y S<sub>4</sub> (arena + tierra), contienen porcentajes mayores de 4.0% de materia orgánica, considerados como muy altos. Mientras que en el S<sub>4</sub> el contenido de materia orgánica es normal (GUERRERO, 1989).

- El substrato S<sub>3</sub> (cascarilla de cacao descompuesto) contiene mayor porcentaje de nitrógeno total seguido por el substrato S<sub>2</sub> (aserrín descompuesto) (ARCA, 1981).
- Los substratos S<sub>4</sub> y S<sub>1</sub> contienen niveles de carbonato considerados como bajo, mientras que S<sub>5</sub> y S<sub>7</sub> son muy bajos (GUERRERO, 1989).

**Cuadro 3.** Principales características químicas de los substratos.

Análisis Químicos Substratos		pH	CO <sub>3</sub> Ca	M.O	N	P	Ceniza	Meq / 100 g de suelo			
			(%)	(%)	(%)	ppm	(%)	Ca	Mg	K	Na
S <sub>1</sub>	I	7.8	8.5	0.20	0.12	7.10	-	2.10	0.20	0.10	0.23
	F	7.8	8.6	0.27	0.012	7.20	-	2.20	0.25	0.12	0.27
S <sub>2</sub>	I	-	-	-	0.54	-	17.30	-	2.0	-	-
	F	-	-	-	0.69	0.02	26.50	0.80	2.48	-	-
S <sub>3</sub>	I	-	-	-	2.14	-	7.50	-	1.00	-	-
	F	-	-	-	3.50	0.02	13.58	0.93	1.04	-	-
S <sub>4</sub>	I	7.3	8.0	2.00	0.10	63.00	-	0.01	0.70	0.21	0.20
	F	7.4	8.1	2.30	0.103	63.40	-	0.02	0.87	0.29	0.23
S <sub>5</sub>	I	7.0	0.44	8.00	0.30	422.0	-	6.20	2.00	0.17	0.22
	F	7.1	0.46	8.80	0.39	423.0	-	6.40	2.30	0.19	0.26
S <sub>6</sub>	I	6.1	-	7.10	0.29	724.5	-	3.90	4.90	1.90	0.18
	F	6.30	-	7.40	0.33	725.2	-	4.00	5.20	2.00	0.19
S <sub>7</sub>	I	7.0	0.29	6.20	0.20	541.8	-	3.40	2.10	0.98	0.20
	F	7.1	0.30	6.40	0.28	543.9	-	3.70	2.70	0.10	0.21

Ao = Arenoso

Fco - Ao = Franco arenoso.

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

- Todos los substratos que contienen tierra común y/o sus mezclas (S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>7</sub>) poseen el fósforo en niveles muy altos (HARTMANN, 1969), siendo la S<sub>6</sub> y S<sub>7</sub> los de mayor cantidad.
- Los substratos puros (S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>) son de contenido muy bajos, mientras que el S<sub>1</sub> solo es bajo (GUERRERO, 1989).



### 3. Cationes cambiables.

- El substrato  $S_1$  (arena de río) contienen niveles bajos de Ca y Na y niveles muy bajos de Mg y K, teniendo una relación Ca/Mg igual 8.8, indicándonos una buena relación, pero sin embargo la relación  $K/Mg = 0.05$  nos permite afirmar que existe carencia de K inducido por el Mg (ARCA, 1981); (GUERRERO, 1989).
- El substrato  $S_2$  (aserrín descompuesto), contiene un nivel medio de Mg. y un nivel muy bajo de Ca (GUERRERO, 1989). Teniendo una relación  $Ca/Mg = 0.3$ , indicándonos una carencia de Ca, inducido por el Mg.
- El substrato  $S_3$  (cascarilla de cacao descompuesto); contiene cationes cambiables parecidos al  $S_2$ .
- El substrato  $S_4$  (arena lavada de río + tierra), contiene proporciones bajas de Mg, K y Na y una proporción muy baja de Ca. Además de una existencia de una relación  $Ca/Mg = 0.02$  nos indica una carencia de Ca, mientras que la relación  $K/Mg = 0.3$  nos indican que existe una relación óptica en sus proporciones.
- El substrato  $S_5$  (aserrín descompuesto + tierra común), contiene niveles medios de Ca y Mg; nivel muy bajo de  $K^+$  y bajo  $Na^+$ .
- La relación  $Ca/Mg = 2.8$ , nos da a conocer que existe carencia de calcio, mientras que  $K/Mg = 0.08$  nos indican una carencia de K inducido por el Mg (GUERRERO, 1989).
- El substrato  $S_6$  (cascarilla de cacao + tierra), contiene niveles bajos de calcio y sodio, mientras que en  $Mg^{++}$  es alto y en potasio muy alto (GUERRERO, 1989). La relación  $Ca/Mg = 0.8$  nos indica que existe carencia

de calcio. Mientras que la relación  $K/Mg=0.4$  nos indican que existe una buena proporción.

- El substrato  $S_7$  (tierra común), contiene niveles bajos en Ca y Na y niveles medio y muy bajo de Mg y K respectivamente. La relación  $Ca/Mg=1.4$  indican también carencia de calcio y la relación  $K/Mg= 0.04$  indican carencia de K por presencia del Mg (ARCA, 1981); (GUERRERO, 1989).

#### **4. Características del vivero**

El vivero donde se efectuó el experimento. Es forma rectangular de 10 m de largo por 1.20 m de ancho, con bordes de bloques de concreto de dimensiones de 20 cm de ancho por 40 cm de largo por 25 cm de altura, con sombra de malla metálica de color negro, a 2 m de altura con un 50% de sombra.

#### **3.2 Componentes en estudio**

Substratos de enraizado:

- Arena lavada de río
- Aserrín descompuesto.
- Cascarilla de cacao descompuesto
- Arena lavado de río + tierra común ( 1:1)
- Aserrín descompuesto + tierra común (1:1)
- Cascarilla de cacao descompuesto + tierra común (1:1)
- Tierra común.

### 3.3 Tratamientos en estudio

**Cuadro 4.** Tratamientos y claves.

Claves	Detalles
S <sub>1</sub>	Arena lavada de río
S <sub>2</sub>	Aserrín descompuesto
S <sub>3</sub>	Cascarilla de cacao descompuesto
S <sub>4</sub>	Arena lavada de río + tierra común (1:1)
S <sub>5</sub>	Aserrín descompuesto + tierra común (1:1)
S <sub>6</sub>	Cascarilla de cacao descompuesto + tierra común ( 1:1)
S <sub>7</sub>	Tierra común

### 3.4 Diseño experimental

El diseño experimental adoptado fue el Completamente Randomizado (CR), distribuidos al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones.

Las características evaluadas de cada uno de los tratamientos se sometió al análisis de variancia y la significación estadística se determinó por la prueba de DUNCAN (CALZADA, 1970). El modelo estadístico del análisis de variancia fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y<sub>ij</sub> = Respuesta dependiente.
- μ = Media general.
- T<sub>i</sub> = Mide el efecto del tratamiento.
- β<sub>i</sub> = Mide el efecto de la evaluación.
- ε<sub>ij</sub> = Mide el error experimental..

**Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia.**

<b>Fuentes de variabilidad</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	6
Evaluación	11
Error	66
Total	83

### **3.5 Características del campo experimental**

Número de tratamientos	7
Número de esquejes por bolsas	1
Número de esquejes por tratamiento	60
Número de esqueje por fila por tratamiento	10
Número de filas por tratamiento	6
Total de esquejes del experimento	420
Largo de vivero	5.60m
Ancho del vivero	1.20m
Área total del vivero	6.72m <sup>2</sup>
Número de plantas por evaluación por tratamientos	3
Número de plantas por evaluación del experimento	21
Número de plantas evaluadas durante el experimento	252

### **3.6 Ejecución del experimento**

#### **3.6.1 Obtención del sustrato**

La arena, fue obtenida de las orillas del río Huallaga las mismas que fueron sometidos a un tamizado. El aserrín descompuesto fue recolectado del aserradero de don Jorge Hidalgo Sifuentes, ubicado en la Urbanización de los Laureles de la localidad de Tingo María.

La cascarilla de cacao, fue recolectado en forma descompuesto y tamizado de la fábrica procesadora de cacao de la Cooperativa Agro – Industrial Naranjillo. La tierra común, fue recolectado y tamizado del fundo Agrícola 1 de la UNAS. Los mismos que fueron sometidos al análisis físico químico en el laboratorio de la UNAS.

#### **3.6.2 Desinfección del sustrato**

La desinfección de los sustratos se realizó con la aplicación del producto comercial Basamid a razón de 20 g/m<sup>2</sup> de área agregando agua suficiente con la ayuda de un regador, dejando cubierto con hojas de plátano por espacio de 15 días para luego remover y volver a tapar con nuevas hojas de plátano durante 10 días, al cabo del mismo el sustrato quedó listo para el embolsado.

#### **3.6.3 Llenado del sustrato**

Luego de la desinfección se llenaron los sustratos según tratamientos en estudio, en bolsas de polietileno de 20 x 20 x 0.006 cm, de color negro previamente perforados en la base para facilitar el drenaje.

### **3.6.4 Recolección y preparación del material vegetativo.**

El cafeto "robusta" como donante de esquejes se obtuvo de los campos policlonales de la Estación Experimental de Tulumayo, del clon de La Nana. La recolección del material vegetativo se hizo el 2 de diciembre de 1989, cortando con una navaja las ramas ortotrópicas no maduras, de buen vigor, ubicados en el tercio medio de la planta, conteniendo 6 a 7 pares de hojas de 4 meses de edad, trasladándose en material humectante para evitar la deshidratación y marchitamiento de las ramas.

La preparación del esqueje se realizó el 3 de diciembre de 1989, eliminando la yema terminal y la tercera parte del limbo de la hoja. Se procedió cortando inmediatamente encima de la inserción de cada par de hojas y a 5 cm. por debajo de esta, siendo de inmediato partida longitudinalmente quedando los esquejes divididos en dos conteniendo cada uno, una media hoja y una yema (Figura 9 del anexo).

### **3.6.5 Colocación de esquejes en los substratos**

Una vez embolsados los substratos y colocados en el vivero; se colocaron éstos en los substratos, en forma directa, colocándose un esqueje por cada bolsa substrato, en forma perpendicular a una profundidad hasta cerca de la base de la yema sin enterrar la yema axilar, presionando fuerte el substrato dejando firme el esqueje.

### **3.6.6 Deshierbo.**

Se efectuaron cada 15 días en forma manual, con la finalidad de evitar competencia de luz, nutrientes, presencia de plagas y enfermedades.

### **3.6.7 Riegos**

En periodos secos se regó en forma uniforme el experimento, para mantener la humedad requerida por los esquejes.

## **3.7 Observaciones registradas y metodologías**

Los registros de las observaciones se empezaron a los 30 días de colocadas los esquejes en los substratos y a partir de ellos cada 15 días de intervalo, hasta un total de 12 evaluaciones, tomándose 3 plantas por evaluación y por tratamiento, descartándose posteriormente. Se registraron las siguientes características:

### **3.7.1 Número de esquejes enraizados.**

Se contaron el número de esquejes enraizados por cada evaluación a partir de los treinta días hasta la XII evaluación para luego expresarlos en porcentaje de acuerdo al número total evaluado.

### **3.7.2 Longitud de raíces.**

Se tomaron medidas de la longitud de las raíces por planta con la ayuda de una regla graduada. Para ello en el laboratorio después del lavado se juntaron las raíces de la plantita en forma de manojo y se midió hasta la parte más larga.

### **3.7.3 Volumen de la raíz**

Se evaluaron el volumen de las raíces por cada planta y de cada tratamiento con la ayuda del medidor de volumen consistente en un baso de precipitado graduado. Las raíces fueron separadas de la planta e introducidas en el baso. El incremento de la medida correspondía al volumen de la raíz.

### **3.7.4 Peso seco de la raíz.**

Seguido a la evaluación de la longitud y volumen de la raíz se procedieron a envolverlos en papel periódico debidamente identificados para luego someterlos a temperaturas de 60 °C por 24 horas, en el laboratorio de Biología de la UNAS. Antes de tomar los respectivos pesos se dejo enfriarlos en la misma estufa por 24 horas.

### **3.7.5 Longitud de brotes.**

Se tomaron las medidas desde la base (inserción de cada hoja) hasta el ápice del brote, mediante una regla graduada. Esta evaluación se hizo cada 15 días.

### **3.7.6 Diámetro de los brotes.**

Se tomaron las medidas a 2 cm de la base del brote con la ayuda del "pie de rey".

### **3.7.7 Número de hojas**

Se realizaron por simple conteo de las hojas ya formadas y diferenciadas. Este parámetro se realizó en la evaluación final (12 ava evaluación), debido a que se consideran como plantones aptos para el transplante a campo definitivo.



## IV. RESULTADOS.

### 4.1 Efecto de los sustratos en el enraizado de las estacas de *Coffea canephora*.

Los efectos de los sustratos en el enraizado de estacas de *Coffea canephora* (cuadro 6), es el resultado de 3 plantas observadas por sustrato y por evaluación, tomadas al azar y descartadas después.

**Cuadro 6.** Número de plantas enraizadas por sustrato y evaluación.

Sustratos	Evaluación												Total enraizadas (%) evaluadas		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
S <sub>1</sub>	0	2	1	2	3	3	2	2	1	3	3	2	24	66.7	36
S <sub>2</sub>	0	3	2	0	0	1	2	3	3	2	3	2	21	58.3	36
S <sub>3</sub>	0	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	25	69.4	36
S <sub>4</sub>	0	2	0	3	2	3	2	2	3	3	3	3	26	72.2	36
S <sub>5</sub>	0	2	0	1	1	0	3	2	3	3	3	3	21	58.3	36
S <sub>6</sub>	0	2	0	2	2	3	2	2	3	3	3	3	25	69.4	36
S <sub>7</sub>	0	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	28	77.8	36

El cuadro (6) presenta en forma muy elocuente los efectos de los sustratos en el proceso de enraizamiento de las estacas de *Coffea canephora*. Pero que estadísticamente no presentan diferencias significativas como se observa en el cuadro 7 del ANVA.

Este fenómeno se inicia en los substratos poco antes de los 45 días de sembrado (2da evaluación) pero en forma muy desuniforme; como afirma estadísticamente el ANVA y en el que se revela diferencia altamente significativas en las evaluaciones.

En el substrato S<sub>7</sub> (tierra común) se observa uniformidad de plantas enraizadas en su totalidad a partir del término de la tercera evaluación (60 días); mientras que en los substratos S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao descompuesta + tierra común), S<sub>5</sub> (aserrín descompuesta + tierra común) y S<sub>4</sub> (arena lavado de río + tierra común), esta uniformidad se aprecia a partir del término de la octava evaluación (135 días después de la siembra de estacas). Asimismo se puede observar un mayor porcentaje de enraizado en el substrato S<sub>7</sub> con un 78% de plantas enraizadas durante el experimento; pero que no se diferencia estadísticamente con los demás en cuanto al número total de estacas enraizadas.

**Cuadro 7.** Análisis de variancia de número de plantas enraizadas durante el experimento. Datos transformados  $\sqrt{X + 1}$ .

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Sig.
Substratos	6	0.32	0.05	0.83	NS
Evaluación	11	6.95	0.63	10.53	AS
Error	66	3.88	0.06		
Total	83	11.15			

C.V. = 14.42 %

NS = No significativo

AS = Altamente significativo

#### **4.2 Influencia de los substratos en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular.**

Esta característica ha sido evaluado considerando los siguientes parámetros: longitud de raíz (cm), volumen de raíz (cm<sup>3</sup>) y peso seco de la raíz (g).

En el cuadro 8, en el análisis de variancia se puede observar que los efectos de los substratos (tratamientos) en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular son estadísticamente diferentes, significativamente en cuanto a la longitud de raíz, y altamente significativa en volumen y peso seco.

**Cuadro 8.** Análisis e variancia de la longitud, volumen y peso seco de la raíz de los esquejes, datos transformados

$$\sqrt{X+1}.$$

F.V.	G.L.	Longitud de raíz (cm)			Volumen de raíz (cm <sup>3</sup> )			Peso seco de raíz (g)		
		C.M	F.C	Sig	C.M	F.C	Sig	C.M	F.C	Sig
Substratos	6	0.781	2.992	S	0.165	3.173	S	0.005	5.00	S
Evaluaciones	11	12.522	47.977	AS	0.747	14.3665	AS	0.029	29.00	AS
Error	66	0.261			0.052			0.001		
<b>Total</b>	<b>83</b>									
<b>C.V. (%)</b>		<b>17.248</b>			<b>16.048</b>			<b>2.966</b>		

S = Diferencias significativas al 5% de probabilidad

AS = Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

Asimismo estos efectos varían durante el tiempo que dura el experimento, así lo detectan los efectos de las evaluaciones que expresan diferencias estadísticas altamente significativas en los tres parámetros medidos durante los 6 meses del experimento.

El cuadro 9, hace un comparativo de promedios de los efectos de los substratos, indicándonos que en cuanto a longitud de la raíz no se ha encontrado diferencias estadísticas entre los substratos  $S_6$  (cascarilla de cacao + tierra),  $S_4$  (arena de río + tierra)  $S_7$  (tierra común) y el substrato  $S_1$  (arena de río), pero que el primero de los nombrados ( $S_6$ ), contiene el mayor promedio aritmético. Otra particularidad que se puede notar es que el substrato  $S_3$  (cascarilla descompuesto) que ocupa un último lugar no se diferencia estadísticamente con los substratos  $S_2$  (aserrín descompuesto),  $S_5$  (aserrín descompuesto + tierra) y  $S_1$  (arena de río).

En cuanto a volumen de raíz, el substrato que más ha influido es el  $S_6$  (cascarilla de cacao + tierra), pero que no se diferencia estadísticamente con los substratos  $S_4$  y  $S_3$ ; ocupando un último lugar el substrato  $S_5$  pero que no tiene diferencia estadísticas con todo los substratos a excepción de  $S_6$ .

Otro parámetro medido es el peso seco de la raíz, en esta característica se puede observar que el substrato  $S_6$  nuevamente ocupa un primer lugar, sin diferencias estadísticas significativas con el substrato  $S_3$ . Ocupando un último lugar el substrato  $S_5$  (aserrín + tierra) pero que no tiene diferencias estadísticas significativas con los demás substratos a excepción de los dos primeros lugares ( $S_6$  y  $S_3$ ).

**Cuadro 9.** Comparación de promedios (Duncan  $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de sustratos en el sistema radicular.

Datos transformados  $\sqrt{X+1}$ .

Substratos	Longitud de raíz (cm)	Substratos	Volumen de raíz (cm <sup>3</sup> )	Substratos	Peso seco de la raíz
S <sub>6</sub>	3.285 a	S <sub>6</sub>	1,633 a	S <sub>6</sub>	1,103 a
S <sub>4</sub>	3,255 a b	S <sub>4</sub>	1,439 a b	S <sub>3</sub>	1,08 a b
S <sub>7</sub>	3,127 a b c	S <sub>3</sub>	1,514 a b	S <sub>4</sub>	1,072 b c
S <sub>1</sub>	2,841 a b c d	S <sub>7</sub>	1,381 b	S <sub>7</sub>	1,064 b c
S <sub>5</sub>	2,805 b c d	S <sub>1</sub>	1,342 b	S <sub>2</sub>	1,051 b c
S <sub>2</sub>	2,778 c d	S <sub>2</sub>	1,328 b	S <sub>1</sub>	1,049 c
S <sub>3</sub>	2,644 d	S <sub>5</sub>	1,313 b	S <sub>5</sub>	0,047 c

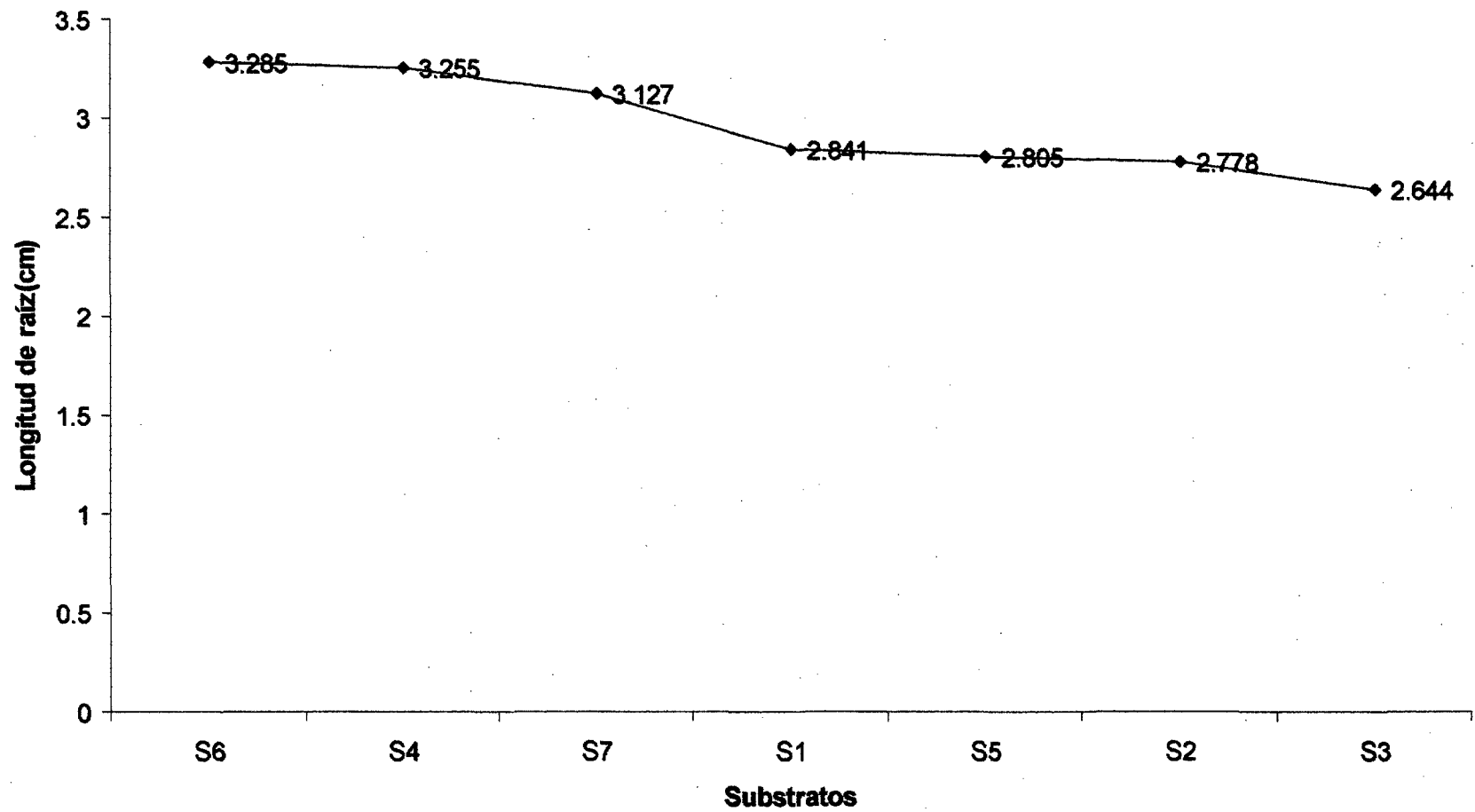


Figura 1. Longitud de raíz en el sistema de enraizamiento de *Coffea canephora*. Tingo Maria 1,990

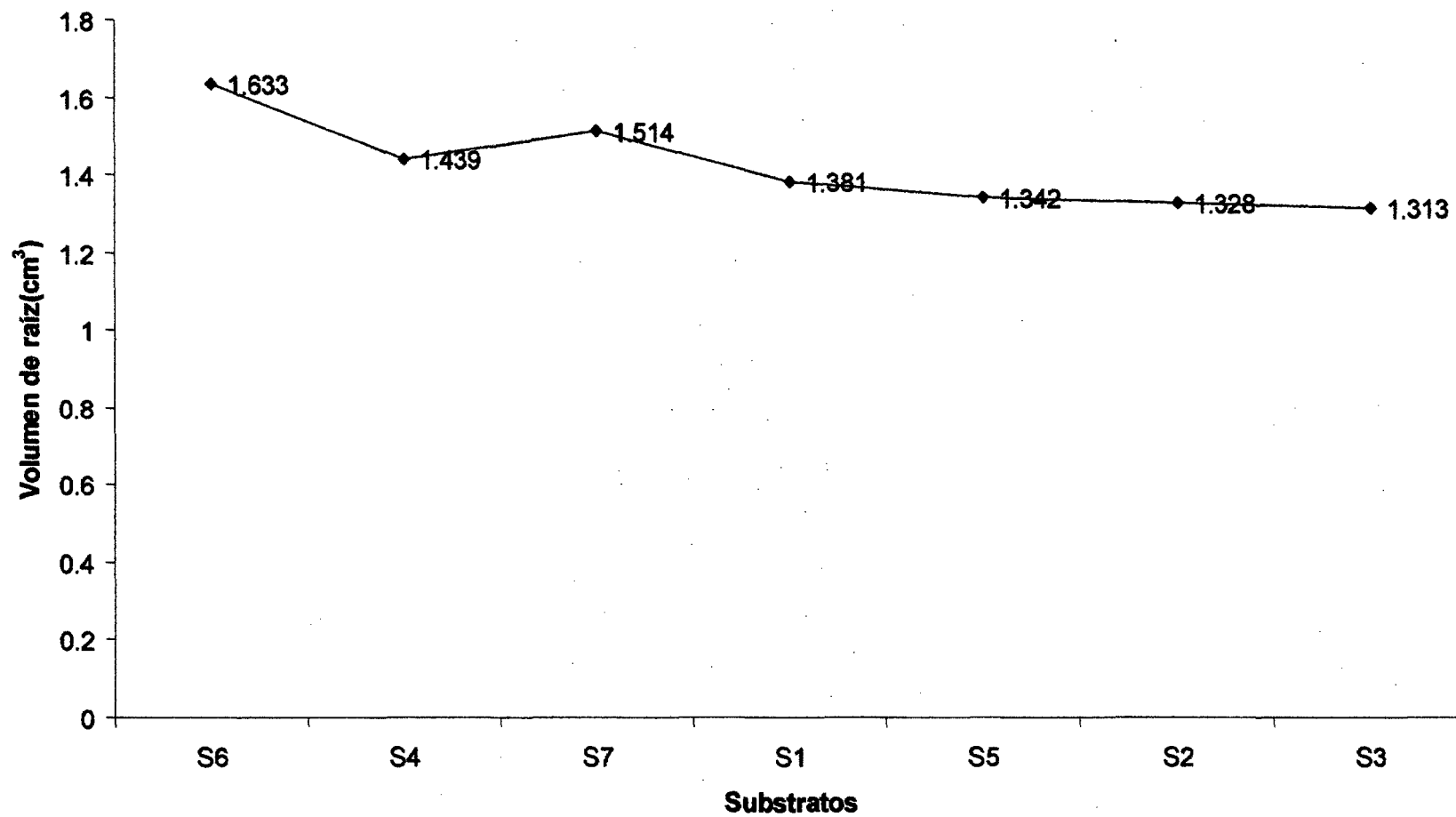


Figura 2. Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>) en el sistema de enraizado de *Coffea canephora*. Tingo María 1,990.



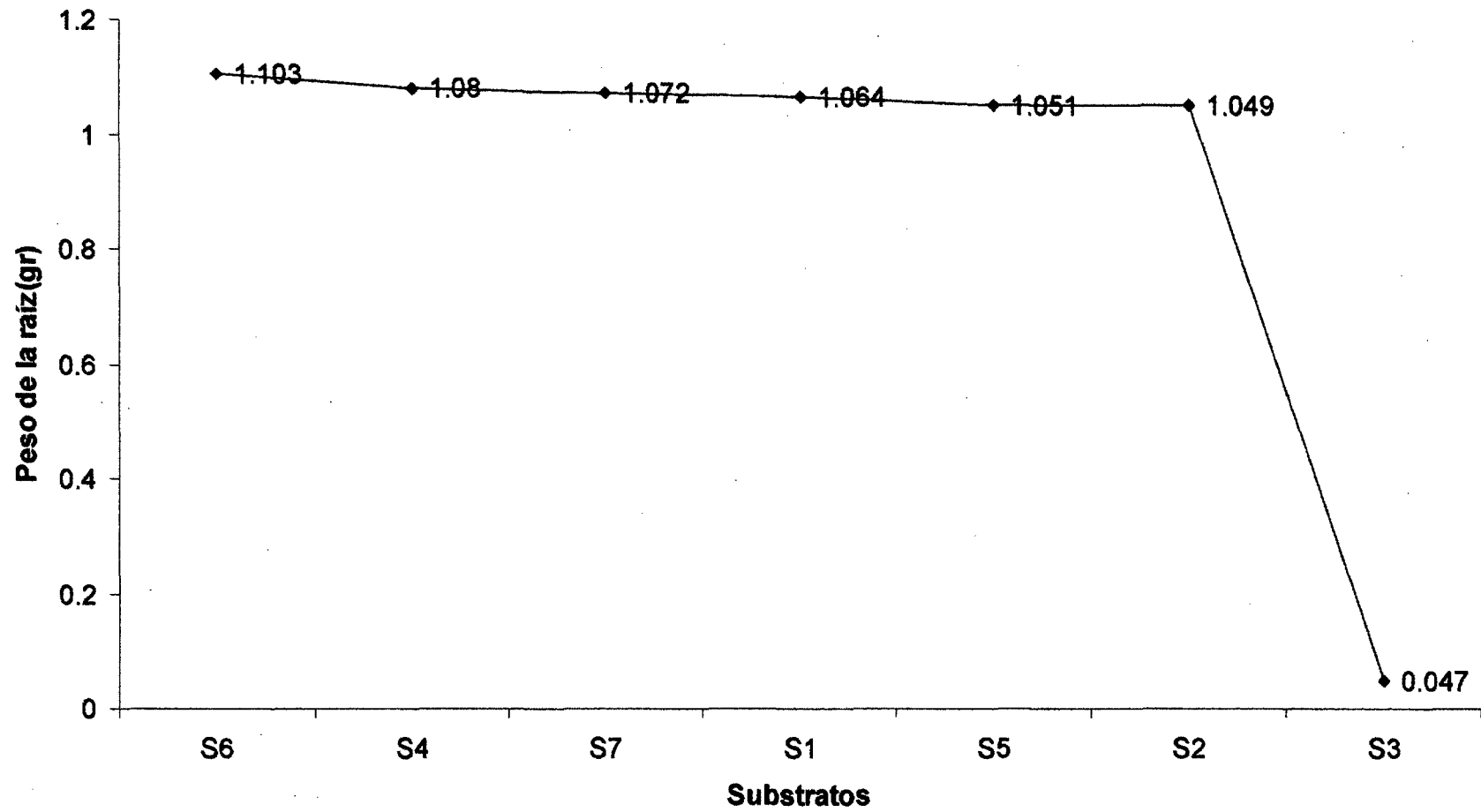


Figura 3. Peso de la raíz (g) en el sistema de enraizamiento de *Coffea canephora*. Tingo Maria 1,990.

#### **4.3 Influencia de los substratos en el crecimiento y desarrollo del sistema aéreo de la planta *Coffea canephora* propagado por estacas.**

Del análisis de variancia de los parámetros estudiados (Cuadro 10), se deduce: Que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los efectos de los substratos y entre las evaluaciones registradas.

Los coeficientes de variabilidad están dentro del rango aceptable en trabajos de campo. En el cuadro 11, se da conocer la comparación de promedios de cada uno de los parámetros evaluados y se puede observar lo siguiente:

Que el substrato  $S_6$  (cascarilla de cacao descompuesto + tierra) presenta el mayor promedio aritmético que los demás substratos, tanto en longitud de brote como en diámetro de brote, pero que éstas, no representan diferencias significativas estadísticamente con los substratos  $S_3$  (cascarilla de cacao descompuesto),  $S_7$  (tierra común). Esta falta de significación estadística se hace extensivo al substrato  $S_4$  (arena de río + tierra) en lo que respecta al diámetro de brote.

En lo que respecta al número de hojas tampoco hay deferencias significativas entre los substratos  $S_6$ ,  $S_3$ ,  $S_7$  y  $S_4$ , pero el substrato  $S_3$  tiene el mayor promedio aritmético. En los tres parámetros evaluados los substratos  $S_1$  (arena de río),  $S_2$  (aserrín descompuesto) y  $S_5$  (aserrín + tierra) ocupan los últimos lugares y que no tienen diferencias estadísticas entre sí.

**Cuadro 10.** Análisis de variancia de la longitud, diámetro de los brotes y números de hojas. Datos transformados  $\sqrt{X+1}$ .

F.V.	G.L.	Longitud de brote (cm)			Diámetro de brote (cm)			Números de hojas		
		C.M.	F.C.	Sig	C.M.	F.C.	Sig	C.M.	F.C.	Sig
Substratos	6	1.985	9.827	S	0.002	6.667	S	0.951	6.057	S
Evaluaciones	11	1.128	5.548	AS	0.009	30.00	AS	0.994	6.331	AS
Error	66	0.202			0.0003			0.157		
<b>Total</b>	<b>83</b>									
<b>C.V. (%)</b>		<b>26.579</b>			<b>1.565</b>			<b>25.100</b>		

S = Diferencias significativas al 5% de probabilidad  
AS = Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

**Cuadro 11.** Comparativo de promedios (Duncan  $\alpha=0.05$ ) del sistema aéreo de la planta de *Coffea canephora* por efecto de los sustratos. Datos transformados  $\sqrt{X+1}$ .

Substratos	Longitud de brotes(cm)	Substratos	Diámetro de brote (cm)	Substratos	Número de hojas
S <sub>6</sub>	2.237 a	S <sub>6</sub>	1.122 a	S <sub>3</sub>	1.945 a
S <sub>3</sub>	2.047 a b	S <sub>3</sub>	1.119 a b	S <sub>6</sub>	1.84 a b
S <sub>7</sub>	1.931 a b c	S <sub>7</sub>	1.114 a b c	S <sub>7</sub>	1.774 a b c
S <sub>4</sub>	1.756 b c d	S <sub>4</sub>	1.110 b c d	S <sub>4</sub>	1.547 b c d
S <sub>1</sub>	1.402 d e	S <sub>1</sub>	1.098 d e	S <sub>1</sub>	1.468 d e
S <sub>5</sub>	1.25 e	S <sub>2</sub>	1.090 e	S <sub>5</sub>	1.323 e
S <sub>2</sub>	1.214 e	S <sub>5</sub>	1.091 e	S <sub>2</sub>	1.205 e

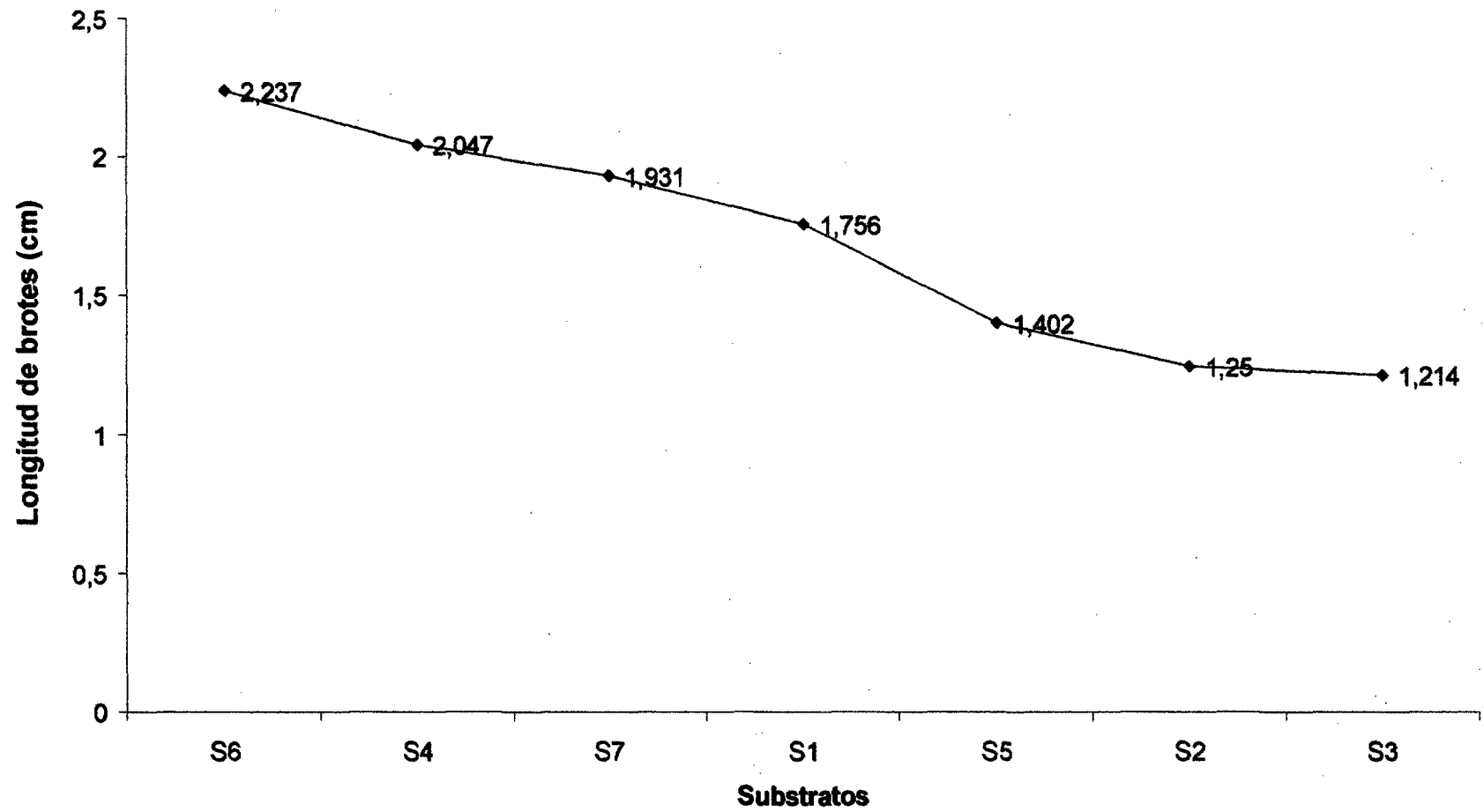


Figura 4. Longitud de los brotes de enraizamiento de *Coffea canephora*. Tingo Maria 1,990

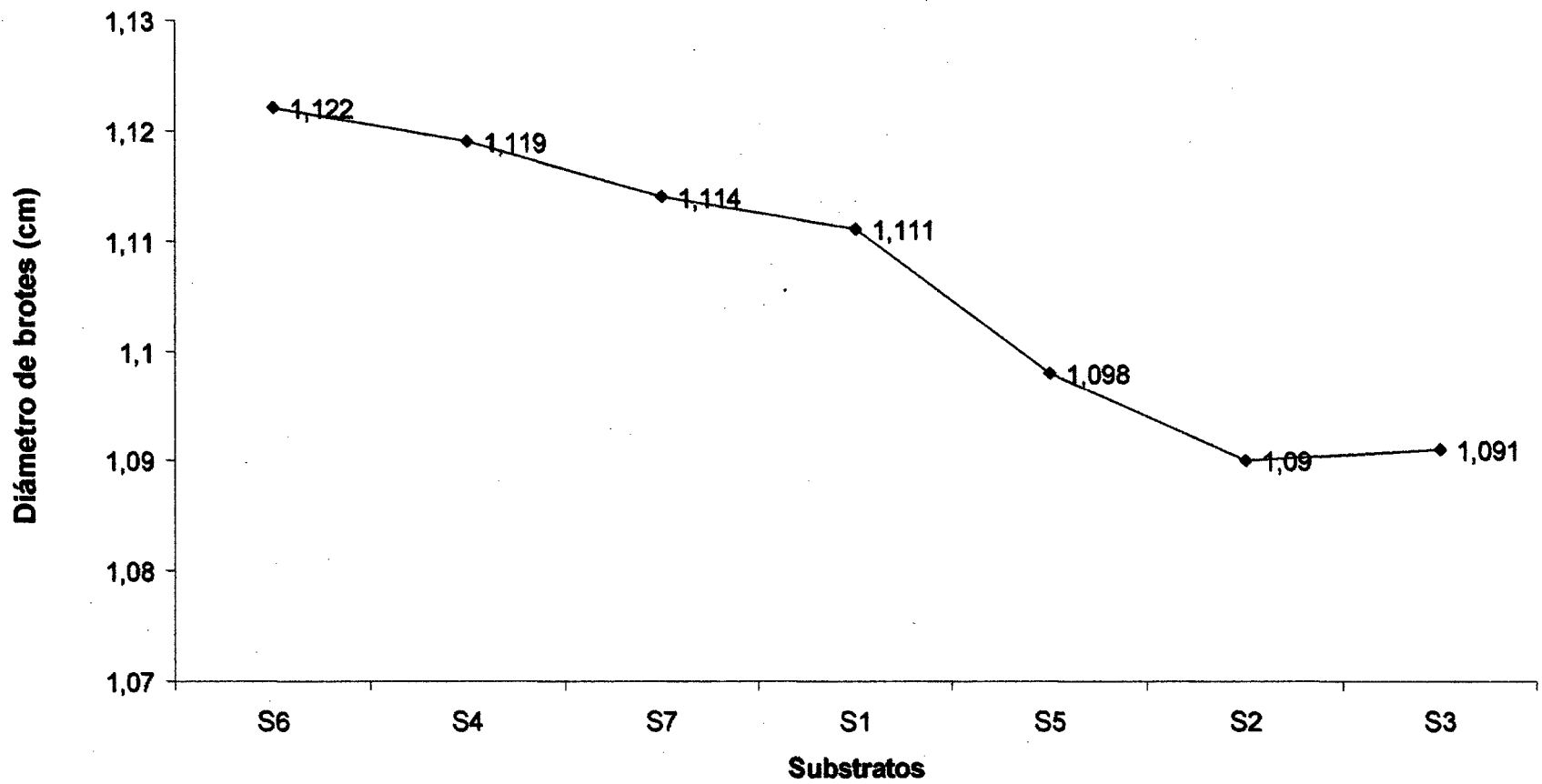


Figura 5. Diámetro de los brotes en el sistema de enraizado de *Coffea canephora*. Tingo María 1,990

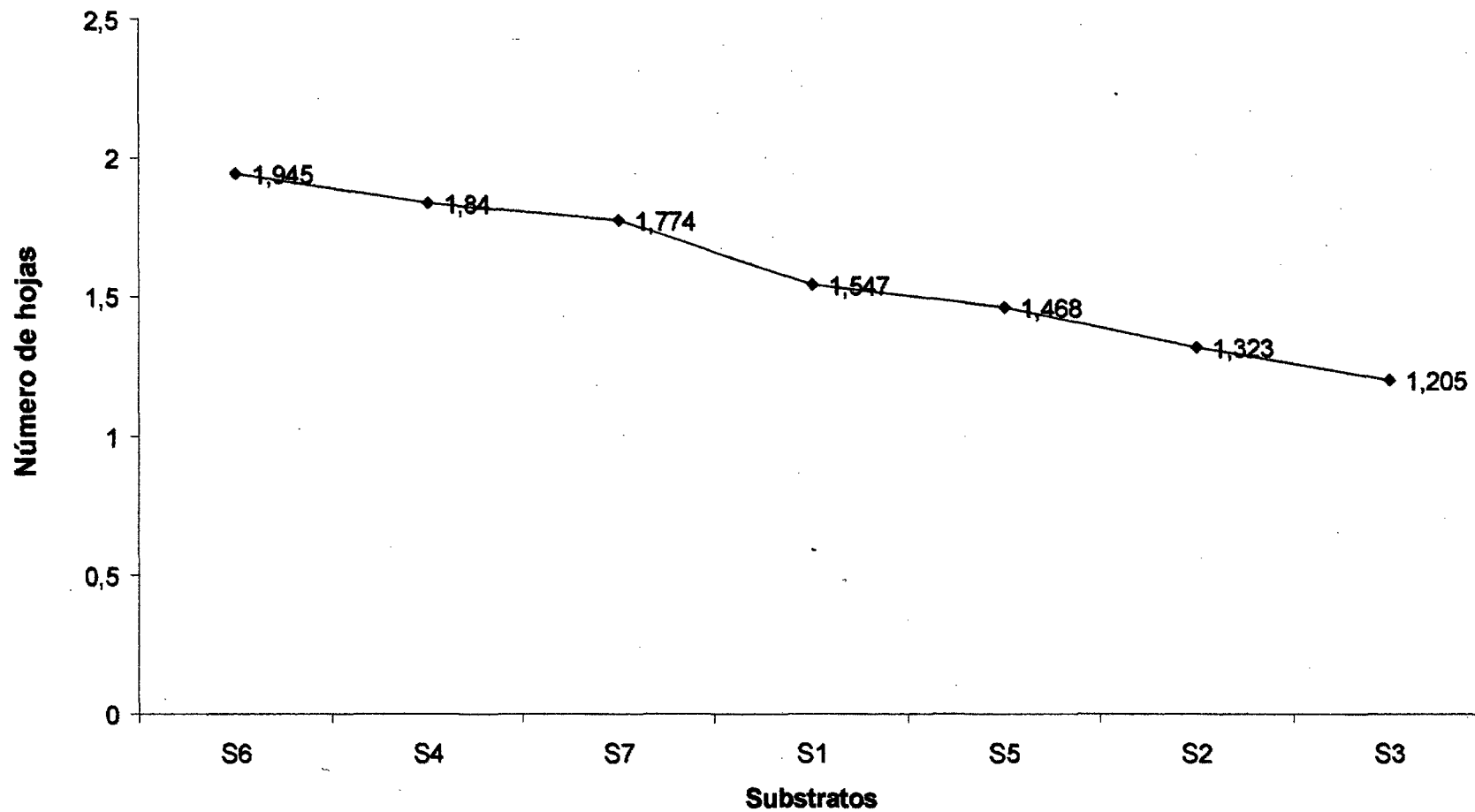


Figura 6. Número de hojas en el sistema de enraizado de *Coffea canephora*. Tingo María 1990

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Efecto de los substratos en el enraizado de las estacas de *Coffea canephora*.

El Cuadro 6, nos indica que el enraizado se inicia en todo los substratos a partir de los 30 días de sembrado las estacas sin diferencias estadísticas entre ellas pero en forma desuniforme como lo expresa el (Cuadro 6 y 7) al obtener diferencias altamente significativas entre las evaluaciones, sin embargo existe uniformidad de plantas enraizadas en el substrato S<sub>7</sub> (tierra común) a partir de los 60 días de sembrado hasta la ultima evaluación, lo que no sucede con los demás substratos. Esto posiblemente se debe a que el substrato S<sub>7</sub> presenta una mayor estabilidad en el proceso de degradación de los elementos constituyentes, durante el tiempo que se realiza el experimento el porcentaje de retentividad de agua como la porosidad y la densidad aparente permanecen constantes sin sufrir variaciones (Cuadro 2), indicándonos que el humus que contiene la tierra común utilizado para el enraizamiento es ya estable y solidamente unido a los agregados del suelo que permite formar complejos más estables de buena estructura y que facilita un mayor contacto y penetración de las raíces de la planta. Por otro lado el humus estable ejerce una acción estimulante sobre el crecimiento de las raíces (GUERRERO, 1989).

Un segundo substrato con esta característica es la S<sub>4</sub> (arena de río + tierra) seguida por la S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao + tierra común) en cuanto se refiere al mayor porcentaje de estacas enraizadas, aún cuando entre ellos no existe diferencias estadísticas significativas (Cuadro 7).



## **5.2 Influencia de los sustratos en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de *Coffea canephora*.**

Tanto la longitud como el volumen y peso seco de la raíz, se ven influenciados positivamente por el tipo de sustrato que se estudian estas diferencias altamente significativas se notan también durante el periodo que se realizó el experimento (Cuadro 8).

Duncan  $\alpha=0.05$  (Cuadro 9), establece que no existe diferencias estadísticas significativas entre los mejores sustratos  $S_6$ ,  $S_7$ ,  $S_4$ ,  $S_1$ , para la longitud de raíz, mientras tanto el sustrato  $S_6$  como  $S_4$  y  $S_3$  no se diferencian para volumen de raíz. Del mismo modo establece que como mejores sustratos para un buen peso seco de la raíz son los sustratos  $S_6$  y  $S_3$  que no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Finalmente se puede expresar como el mejor sustrato para el crecimiento y desarrollo del sistema radicular es el sustrato  $S_6$  (cascarilla de cacao + tierra común) por haberse comportado como el mejor en los tres parámetros evaluados por ocupar el primer lugar. Estas características favorables se puede explicar a la óptima reacción (ligeramente ácida) del sustrato (Cuadro 3), que permite una mayor solubilidad de los nutrientes, especialmente del fósforo que favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vida vegetativa (GUERRERO, 1989), por otro lado permite un ambiente óptimo para la vida de los microorganismos bacteriológicos (ARCAM 1981 y MALPARTIDA, 1988), que favorecen el proceso de mineralización de la materia orgánica que en niveles muy altos está presente en el sustrato  $S_6$ .

Además este substrato presenta una relación  $K/ Mg=0.4$ , considerando como óptima proporción entre estos elementos que intervienen en el desarrollo de las raíces, especialmente del potasio (GUERRERO, 1989).

### **5.3 Influencia de los substratos en el crecimiento y desarrollo del sistema aéreo de la planta de *Coffea canephora*.**

La longitud de brote, diámetro del brote y el número de hojas se ven favorecidos por efecto de los substratos estudiados que presentan diferencias altamente significativas tanto entre tratamientos como entre evaluaciones (Cuadro 10).

Para la longitud de brote, los substratos  $S_6$ ,  $S_3$ ,  $S_7$  que según Duncan  $\alpha = 0.05$  no presentan diferencias estadísticas entre sí, pero que son las mejores (Cuadro 11), se debe posiblemente al contenido muy alto de materia orgánica que poseen, pues da origen a un contenido alto a medio del macroelemento secundario llamado magnesio. Este elemento al estar presente en estos substratos en cantidades indicados (Cuadro 3) favorece la actividad fotosintética de la planta porque se encuentra en la clorofila y además es necesario para el mecanismo de respiración de la planta (DEWLIN, 1982); (GUERRERO, 1989) como único mineral constituyente.

#### **5.3.1 Para el diámetro de brote**

Parece que el magnesio es el elemento limitante tanto para la longitud del brote como para el diámetro del brote, pues la existencia de una alta significación entre tratamientos (Cuadro 10) nos permite observar niveles

muy altos y medios que proporcionan un buen contenido de este elemento en los substratos  $S_6$ ,  $S_3$ ,  $S_7$  y  $S_4$  no se diferencian estadísticamente entre sí (Cuadro 11).

Para este parámetro, los efectos de los substratos mencionados no se debe al pH de los substratos porque es igual actuar con pH ligeramente ácido ( $S_6$ ) o ligeramente alcalino ( $S_7$  y  $S_4$ ), ni tampoco al N total, que ocupa un primer lugar en cuanto a su porcentaje ( $S_3$ ) como un penúltimo lugar ( $S_4$ ). Del mismo modo tener un contenido de fósforo muy alto  $S_6$  un contenido muy bajo ( $S_3$ ) o tener carencia de Ca por efecto del magnesio o potasio con buena ( $S_6$ ) o mala ( $S_3$ ) proporción de magnesio (Cuadro 3).

Por todo ello consideramos que tanto la presencia del humus de la materia orgánica como el Mg han contribuido a desarrollar el diámetro del brote pues el magnesio participa en la formación y acumulación de reservas de hidratos de carbono y azúcares, proteínas, vitaminas, etc., así como también al papel del humus por su acción favorable sobre la estructura del suelo (GUERRERO, 1989) o también el papel que juega el Mg en el metabolismo del fósforo en las plantas e indirectamente en consecuencia en el mecanismo respiratorio, síntesis de proteína, grasas, etc. (MALPARTIDA, 1988).

### **5.3.2 Para el número de hojas.**

La alta significación estadística de los efectos de los substratos (Cuadro 10) para el número de hojas se debe posiblemente a la influencia tanto de la materia orgánica como al contenido de Mg presente en los sustratos

(Cuadro 3). Los mejores substratos que positivamente han contribuido formando y desarrollando hojas en estacas de *Coffea canephora* fueron: S<sub>3</sub> (cascarilla de cacao descompuesto), S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao + tierra común negra) y el S<sub>7</sub> (tierra común); entre ellos no existe diferencias estadísticas significativas. Estos substratos tienen pH ligeramente ácido (S<sub>6</sub>) como ligeramente alcalino (S<sub>7</sub>); N total desde un mayor porcentaje (S<sub>3</sub>) hasta un penúltimo lugar (S<sub>7</sub>). Así como también un contenido de fósforo desde muy alto (S<sub>6</sub>, S<sub>7</sub>) hasta muy bajo (S<sub>3</sub>). En cuanto a calcio presentan contenidos muy bajos. Y hasta niveles de carencia por influencia posiblemente del magnesio, alto en S<sub>6</sub>, medio en S<sub>3</sub> S<sub>7</sub>; consecuentemente buena relación del K y Mg en (S<sub>6</sub>) y carencia del K por influencia del Mg en (S<sub>7</sub>).

Los efectos positivos de la materia orgánica (muy alto en S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> y S<sub>7</sub>) se debe al contenido de humus estable que posiblemente ha contribuido sobre la estructura de estos substratos y también al papel que juega el Mg en el proceso fotosintético de la planta pues al formar parte como único mineral constituyente de la clorofila favorece la formación de proteínas, hidratos de carbono, consecuentemente la formación de los órganos de la planta (GUERRERO, 1989).

## VI. CONCLUSIONES

1. El efecto de los sustratos en el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de *Coffea canephora* es altamente significativo tanto en el sistema aéreo como radicular, siendo el sustrato S6 (cascarilla de cacao + tierra común), el que tomó mejor comportamiento como una longitud de brote (2.24 cm), diámetro de brote (1.12cm), un mayor número de hojas (1.84) y en el sistema radicular una mayor longitud (3.29cm), un número volumen de raíz (1.63 cm<sup>3</sup>) y un mayor peso seco (1.1 gr).
2. El inicio de enraizado del *Coffea canephora*, posiblemente ocurre a partir de los 30 días de sembrado las estacas (detectado a los 45 días que fue la segunda correlación), no existen diferencias significativas en los sustratos en estudio; pero siendo el sustrato S6 (cascarilla de cacao + tierra común), el que más uniformidad de enraizamiento ha presentado.
3. La edad óptima para el trasplante a campo definitivo es 7 meses. Transcurriendo desde la siembra de la estaca en los diferentes sustratos hasta la última evaluación. Siendo el sustrato S6 (cascarilla de cacao + tierra común) el que ha formado los mejores plántones como se indica en la conclusión 1 y 2.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos experimentales similares utilizando abonamiento con fuentes cálcicas y potásicas en los substratos S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao + tierra común), S<sub>3</sub> (cascarilla de cacao), S<sub>7</sub> (tierra común), a fin de superar la carencia del calcio por efecto del magnesio, y evitar la carencia del K en el substrato S<sub>7</sub>.
2. Emplear mientras tanto el substrato S<sub>6</sub> (cascarilla de cacao descompuesto + tierra común) para la producción de plantones comerciales de *Coffea canephora* bajo el sistema de enraizado en condiciones de Tingo María hasta los 210 días después del plantado en el substrato edad propicia para el trasplante a campo definitivo.
3. Promover la utilización de esquejes, para obtener clones de *Coffea canephora*.
4. Realizar el costo de producción por hectárea en la obtención de plantones comerciales, empleando el substrato cascarilla de cacao + tierra.

## VIII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el fundo agrícola N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, entre los meses de diciembre de 1,989 a junio de 1,990; con el objeto de determinar la influencia del substrato en el tiempo de enraizamiento de estacas del *Coffea canephora* así como el momento óptimo de los plantones para su transplante a campo definitivo.

Los substratos utilizados en el experimento fueron: arena, aserrín, cascarilla de cacao, arena + tierra común, aserrín + tierra común, cascarilla de cacao + tierra común, tierra común; en esquejes de *Coffea canephora*. El diseño Experimental empleado fue el DCR con 7 tratamientos y 3 repeticiones.

Durante la conducción del experimento, se registraron datos como: Número de esquejes enraizados; longitud, volumen, peso seco de la raíz; longitud y diámetro de brotes; número de hojas.

Las evaluaciones se iniciaron a 30 días de colocados los esquejes en los substratos, seguidos con evaluaciones cada 15 días hasta un total de 12 evaluaciones (195 días) tomándose 3 plantas por evaluación por tratamiento cada vez .

Los resultados nos indican que el inicio del enraizado ocurre antes de los 45 días después de la siembra de las estacas, con el 77.8% de enraizado en el substrato tierra común. Como el mejor substrato en la obtención de

plantones para el trasplante a campo definitivo fue cascarilla de cacao + tierra común por haber influido en la obtención de mejores características en los plantones de *Coffea canephora* como son: longitud de raíz con 3.285 cm, volumen de raíz con 1.633 cm<sup>3</sup>, peso seco de raíz con 1.103 g, longitud de brote con 2.237 cm, diámetro de brote con 1.122 cm y 1.945 unidades de hojas obtenidas a los 210 días después de plantado en el sustrato.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ADDICOTT, F.T. 1941. Effects of root – growth hormones en the meristem of excised pes rrots. Botan Gas, London. 576 p.
2. ARCA, B.M. 1981. El suelo y la planta. Biblioteca agropecuaria del Perú. Lima, Perú. 60 p.
3. ARCILLA, P.J., VALENCIA, A. Greman. 1976. Enraizamiento de estacas de café (*Coffea arábica* L.) V. 27 N° 3. CENICAFE, Colombia. 135 – 138 Pp.
4. BENIN, S.J.A. 1983. Resultados de investigación en cafeto Centro de Investigación y Promoción Agropecuario CIPA – XI – Huánuco (INIPA), Proyecto Especial Alto Huallaga (PEAH), Estación Experimental Agropecuario de Tulumayo. Folleto. Tingo Maria, Perú. 2 p.
5. BIDWELL, R.G. 1979. Fisiología vegetal. Edit. Blume. Barcelona, España. 784 p.
6. CALZADA, B.J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación 3ed. Jurídica. Lima, Perú. 643 p.
7. COOPER, W.C. 1938. Hormones and root formation Bot. Gas. 99: Pp. 599 – 614.
8. COSTE, R. 1968. El café, técnicas agrícolas y producciones tropicales. Trad, por Vicente Ripoll. Imp. España Edit. Blume. Barcelona, España. 285 p.

9. CUCULIZA, P.J. Propagación de plantas. Talleres gráficos P.L. Villanueva. Ed. Lima, Perú. 280 p.
10. DEVLIN, R.M. 1982. Fisiología vegetal. 4 Ed. Omega S.A. Barcelona, España. 517 p.
11. FIGUEROA, Z. R. 1984. La caficultura en el Perú. Talleres de servicios de copias S.A. Lima, Perú. 202 p.
12. FORSXTHE, W. 1980. Fisiología de suelos. Manual de laboratorio del instituto interamericano de ciencia agrícola. San José, Costa Rica. 1ra reimpresión. 212 p.
13. GUERRERO, G.A. 1989. El suelo, el abono y la fertilización de los cultivos. España. 210 p.
14. HARTMANN, H.T y KESTER, D.E. 1965. Propagación de plantas principios y prácticas. Trad. Por Antonio Nariño 1 Ed. Impr. CECSA. México. Pp. 260 – 300.
15. HARTMANN, H.T. y KESTER, D. E. 1969. Propagación de plantas principios y prácticas. Trad, por Antonio Nariño 2 Ed. Impr. CECSA. México. Pp. 250 - 300.
16. INGERSOLL, R. B. and SMITH O. E. 1970. Movemnt of (RS) abscisic acid in the catton explant plant physiol 45: 476.
17. LEON J. 1968. Botánica de los cultivos tropicales IIAC, San José, Costa Rica. 445 p.
18. MALPARTIDA, I. E. 1988. Producción de pastos cultivados. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú. 237 p.

19. OCHSE, J. J. et al. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y sub – tropicales. Vol. II. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. Pp. 957 - 990.
20. PHILLIPS I. D. 1971. Introducción to the biochemis thy York. Morgaw Nill. US Dep. Agric. Tech. Bull. 151 p.
21. RIOS, R. R. 1975. Alternaciones de algunas propiedades físicas de los suelos de Vega bajo la influencia las labores agrícolas. Centro de Edafología y Biología aplicada del cuarto. Sevilla, España. 61 p.
22. STRYDON, D. K. and HARTMANN, H. T. 1960. Absorption, destri and destruction of indol acetic en plum sten cultings plant physiol 35: soc Hort Sci. Pp. 435 - 442.
23. SUDOS, R. H. 1935. The origen of roots in several types of red and black rapsberry stem cultings proc – soc Hort Sci 33: Pp. 380 – 388.
24. SWINGLE, C. F. 1940. Regeneration and vegetative propagation Bot. Rev. 6. US Dep. Agric. Tech. Bull. Pp. 301 – 355.

## **X. ANEXO**

**Cuadro 12. Análisis físico – químico de los substratos de los substratos del experimento.**

Elementos	Substratos													
	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
pH (1: 1)	7.8	7.8	-	-	-	-	7.3	7.4	7	7.1	6.1	6.3	7	7.1
CO <sub>3</sub> Ca (%)	8.5	8.6	-	-	-	-	8	8.1	0.44	0.46	-	-	0.29	0.3
M.O (%)	0.2	0.27	-	-	-	-	2	2.3	8	8.8	7.1	7.4	6.2	6.4
N (%)	0.12	0.012	0.54	0.69	2.14	3.5	0.1	0.103	0.3	0.396	0.29	0.333	0.2	0.288
P (ppm)	7.1	7.2	-	0.02	-	0.02	63	63.4	422	423	724.5	725.2	541.8	543.9
Proteína (%)	0.78	0.8	3.4	4.32	13.4	21.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Grasa (%)	-	-	0.8	0.02	18.05	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fibra (%)	-	-	55.72	58.67	20.6	20.79	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceniza (%)	-	-	17.3	26.5	7.5	13.58	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca (Meq / 100 g)	2.1	2.2	-	0.8	-	0.93	0.01	0.02	6.2	6.4	3.9	4	3.4	3.7
Mg (Meq / 100 g)	0.2	0.25	2	2.48	1	1.4	0.7	0.87	2	2.3	4.9	5.2	2.1	2.7
K (Meq / 100 g)	0.1	0.12	-	-	-	-	0.21	0.29	0.17	0.19	1.9	2	0.98	0.1
Na (Meq / 100 g)	0.23	0.27	-	-	-	-	0.2	0.23	0.22	0.26	0.18	0.19	0.2	0.21

Continua...

Arena (%)	100	100	-	-	-	-	80	80	61	62	55	56	61	62
Limo (%)	-	-	-	-	-	-	13	12	28	26	35	34	27	26
Arcilla (%)	-	-	-	-	-	-	7	8	11	12	10	10	12	12
Textura	Arena	Arena	-	-	-	-	AoFco	AoFco	AoFco	AoFco	AoFco	AoFco	AoFco	AoFco
Higroscopicidad (%)	4.17	2.18	4.53	4.17	5.63	14.07	4.53	4.6	10.29	5.26	7.14	5.26	9.09	5.26
Retentividad de agua (%)	32.59	33.06	97.3	87.05	95.73	82.95	42.16	38.35	98.07	74.15	82.91	63.66	57.32	57.68
Porosidad total (%)	75	74.47	60.98	52.5	61.9	61.7	75.2	74.42	70.69	65	77.11	71.76	72.04	73.47
D. aparente g/cm <sup>3</sup>	0.36	0.36	0.16	0.19	0.16	0.18	0.31	0.33	0.17	0.21	0.19	0.24	0.26	0.26
D. relativa	1.44	1.41	0.41	0.4	0.42	0.47	1.25	1.29	0.58	0.86	0.83	0.85	0.93	0.98

S<sub>3</sub> : Cascarilla de cacao descompuesto  
 S<sub>6</sub> : Cascarilla de cacao descompuesto + tierra común (1:1)  
 CS<sub>7</sub> : Tierra común

S<sub>1</sub> : Arena lavada del río  
 S<sub>4</sub> : Arena lavada del río + tierra común (1:1)  
 S<sub>4</sub> : Arena lavada del río + tierra común (1:1)  
 S<sub>2</sub> : Aserrín descompuesto  
 S<sub>5</sub> : Aserrín descompuesto + tierra común (1:1)  
 F : Análisis Final

**Cuadro 13.** Longitud de raíz (cm) del enraizamiento de estacas de café robusta.

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	0.600	0.937	0.700	0.600	2.550	4.400	1.100
III	0.500	1.250	1.000	-	-	-	-
IV	3.500	-	4.500	2.767	0.700	3.900	4.487
V	5.767	-	2.600	2.938	5.350	9.458	6.167
VI	7.700	12.60	6.833	8.067	-	10.533	13.500
VII	9.55	7.95	7.800	15.550	9.033	13.900	16.167
VIII	7.250	11.033	11.167	21.400	9.400	20.950	12.900
IX	11.200	14.467	11.933	23.567	14.933	12.767	17.500
X	17.633	18.600	11.600	23.767	23.100	18.533	20.833
XI	15.500	18.383	11.350	26.150	22.930	21.017	17.767
XII	23.415	19.550	13.900	23.067	21.767	22.800	15.567
<b>TOTAL</b>	<b>102.615</b>	<b>104.770</b>	<b>83.383</b>	<b>147.906</b>	<b>109.763</b>	<b>138.258</b>	<b>125.988</b>
X	8.551	8.731	6.949	12.326	9.147	11.522	10.499

**Cuadro 14.** Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>) del enraizamiento de estacas de café robusta. .

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	0.150	0.117	0.100	0.050	0.150	0.400	0.900
III	0.150	0.210	0.160	-	-	-	-
IV	0.225	-	0.300	0.230	0.180	0.290	0.143
V	0.300	-	0.267	0.250	0.800	1.400	1.000
VI	1.433	1.750	0.853	0.417	-	1.367	1.667
VII	0.635	1.550	0.827	1.200	0.933	1.350	0.900
VIII	0.750	1.000	1.853	2.050	0.950	1.650	1.900
IX	1.800	1.467	3.500	2.633	2.000	2.567	1.233
X	1.733	1.525	1.933	1.567	1.933	3.117	1.913
XI	1.797	1.137	2.585	2.947	0.877	2.610	1.383
XII	1.400	1.195	6.033	2.033	1.733	9.333	1.150
<b>TOTAL</b>	<b>10.373</b>	<b>9.951</b>	<b>18.411</b>	<b>14.377</b>	<b>9.556</b>	<b>24.084</b>	<b>11.649</b>
<b>X</b>	<b>0.864</b>	<b>0.829</b>	<b>1.534</b>	<b>1.198</b>	<b>0.796</b>	<b>2.007</b>	<b>0.971</b>



**Cuadro 15.** Peso seco de la raíz (g) del enraizamiento de estacas de café robusta. .

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	0.009	0.006	0.005	0.005	0.016	0.160	0.006
III	0.018	0.007	0.009	-	-	-	-
IV	0.023	-	0.030	0.021	0.013	0.042	0.054
V	0.108	-	0.018	0.026	0.052	0.113	0.093
VI	0.080	0.141	0.034	0.082	-	0.100	0.133
VII	0.082	0.230	0.125	0.169	0.069	0.194	0.168
VIII	0.051	0.070	0.167	0.253	0.036	0.212	0.255
IX	0.080	0.076	0.349	0.243	0.132	0.286	0.192
X	0.236	0.268	0.277	0.172	0.396	0.447	0.138
XI	0.302	0.178	0.424	0.559	0.240	0.527	0.289
XII	0.248	0.306	0.668	0.336	0.235	0.771	0.298
TOTAL	1.237	1.282	2.106	1.866	1.189	2.708	1.626
X	0.103	0.107	0.176	0.156	0.099	0.226	0.136

**Cuadro 16.** Longitud de brote (cm) del enraizamiento de estacas de café robusta.

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	1.269	0.743	1.107	1.757	0.567	0.933	1.767
III	0.600	0.500	1.103	0.500	0.300	0.700	2.567
IV	1.900	0.350	1.233	0.600	0.450	0.533	1.367
V	1.467	0.833	2.167	0.833	0.450	1.833	1.067
VI	1.833	0.467	1.833	1.333	0.367	2.400	2.200
VII	1.103	0.433	1.367	1.467	0.500	3.767	1.233
VIII	0.467	0.633	4.33	3.500	0.350	5.750	6.500
IX	0.500	0.367	10.300	3.200	0.767	5.833	7.267
X	0.750	0.450	3.967	4.567	2.400	10.400	3.100
XI	0.800	0.400	6.950	6.550	0.350	13.133	5.467
XII	1.400	0.600	10.867	3.800	0.700	13.900	3.733
<b>TOTAL</b>	<b>12.087</b>	<b>5.776</b>	<b>45.227</b>	<b>28.107</b>	<b>7.201</b>	<b>59.182</b>	<b>36.268</b>
<b>X</b>	<b>1.007</b>	<b>0.481</b>	<b>3.769</b>	<b>2.342</b>	<b>0.600</b>	<b>4.932</b>	<b>3.022</b>

**Cuadro 17. Diámetro de brote (cm) del enraizamiento de estacas de café robusta.**

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	0.200	0.207	0.203	0.215	0.217	0.223	0.233
III	0.217	0.215	0.213	0.207	0.200	0.203	0.233
IV	0.260	0.205	0.213	0.207	0.215	0.207	0.230
V	0.213	0.217	0.240	0.200	0.205	0.247	0.220
VI	0.223	0.207	0.218	0.220	0.200	0.243	0.250
VII	0.213	0.210	0.217	0.247	0.207	0.277	0.207
VIII	0.233	0.232	0.286	0.261	0.210	0.310	0.335
IX	0.220	0.213	0.362	0.297	0.231	0.330	0.323
X	0.243	0.210	0.327	0.263	0.210	0.397	0.300
XI	0.240	0.223	0.362	0.313	0.207	0.377	0.327
XII	0.230	0.213	0.397	0.367	0.200	0.393	0.247
<b>TOTAL</b>	<b>2.492</b>	<b>2.352</b>	<b>3.038</b>	<b>2.797</b>	<b>2.302</b>	<b>3.207</b>	<b>2.905</b>
X	0.208	0.196	0.253	0.233	0.192	0.267	0.242

**Cuadro 18. Números de hojas del enraizamiento de estacas de café robusta**

Evaluaciones	Tratamientos						
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
I	-	-	-	-	-	-	-
II	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	-	-
III	-	-	-	-	-	-	1.333
IV	2.000	-	2.000	-	-	-	3.000
V	2.000	-	2.000	-	-	2.000	2.000
VI	2.000	-	2.00	-	-	2.000	2.000
VII	2.000	-	3.000	2.000	-	2.000	2.000
VIII	-	2.000	3.333	3.000	-	4.000	2.500
IX	-	-	5.333	2.333	2.000	3.500	3.333
X	-	-	5.000	2.333	3.000	8.667	4.000
XI	-	-	4.333	4.667	3.000	6.667	4.667
XII	4.000	3.000	8.333	4.667	2.000	6.000	3.000
<b>TOTAL</b>	<b>14.000</b>	<b>7.000</b>	<b>37.332</b>	<b>20.000</b>	<b>11.000</b>	<b>34.834</b>	<b>27.933</b>
X	1.167	0.583	3.111	1.667	0.917	2.903	2.319

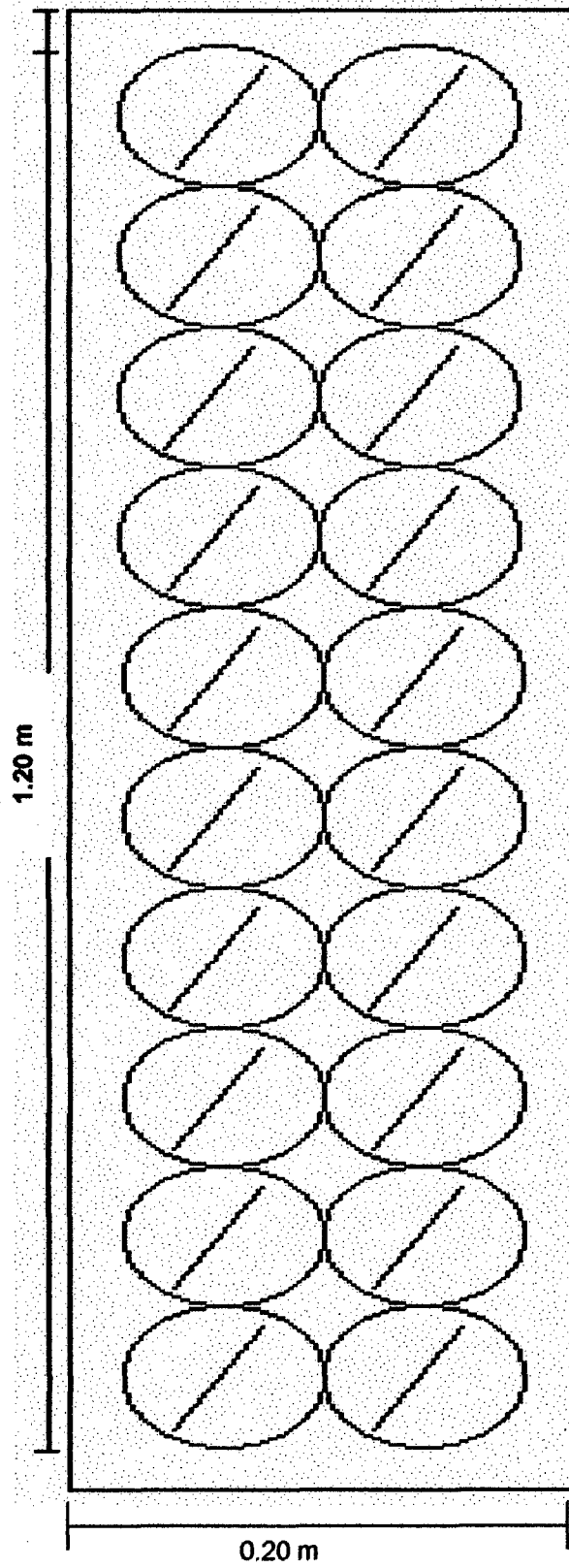


Figura 7. Detalle de una parcela.

# FUNDO AGICOLA N° 1

N. M

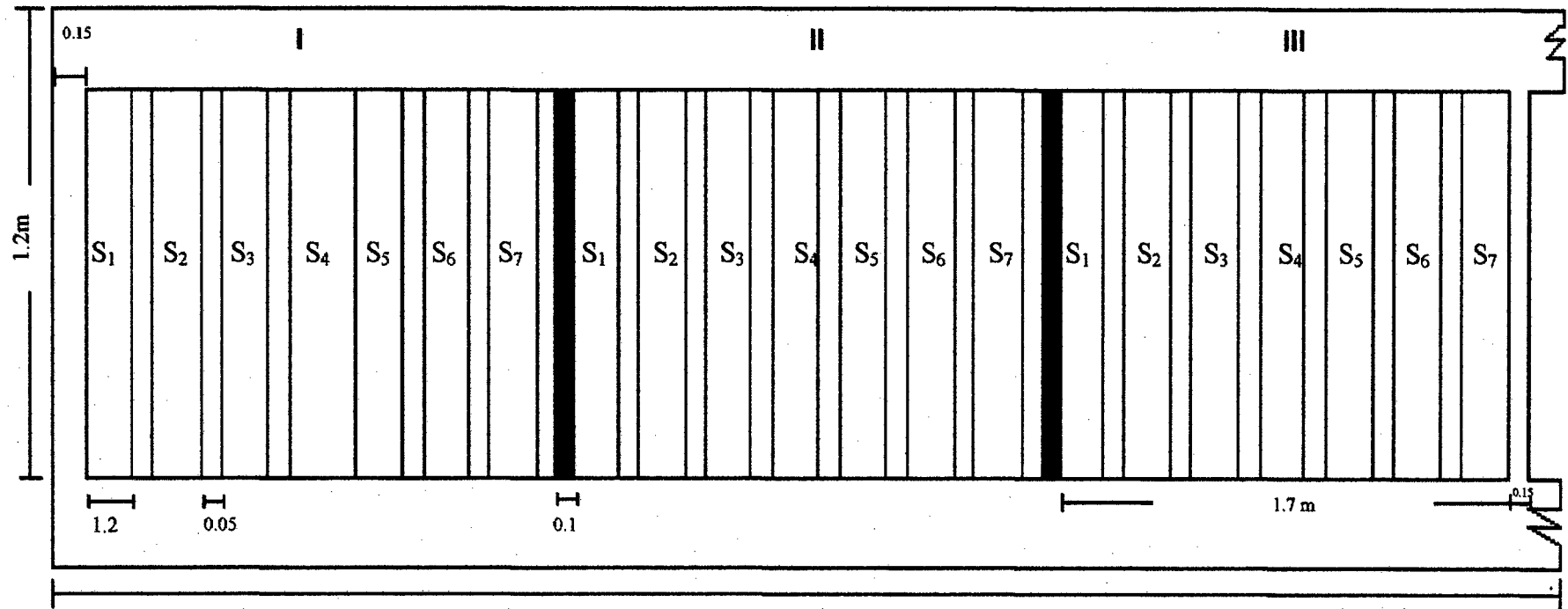
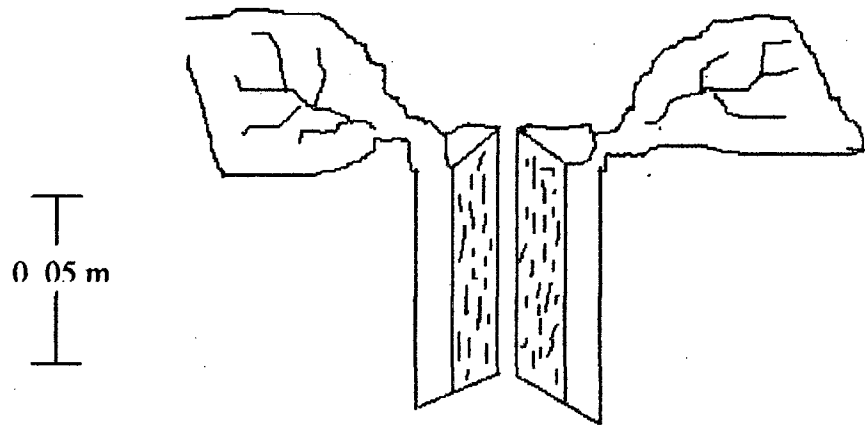
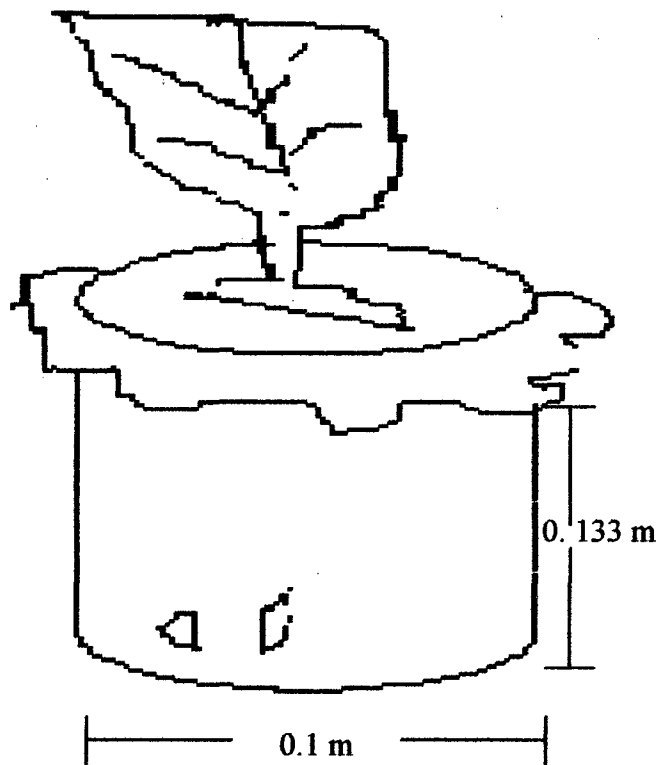


Figura 8. Ubicación del campo experimental y la distribución de los tratamientos.



**Figura 9.** Esquejes divididos, conteniendo una media hoja y una yema.



**Figura 10.** Detalle de una unidad experimental.