

Edad del material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de café (*coffea arabica*) variedad caturra

Vegetative material age and its effect on rooting shoots of *coffea arabica* variety caturra

Lady Liliana Vásquez Inuma, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú, **E-mail**, lvasquez1610@gmail.com

Diana Ayala Montejo, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú, **E-mail**, diayalamontejo@gmail.com

Geomar Vallejos Torres, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú, **E-mail**, gvallejost@gmail.com,
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7084-977X>

Luis Alberto Arévalo López, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú, **E-mail**, larevalol@iiap.org.pe,
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6417-8161>

Carlos Bustamante Ochoa, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú, **E-mail**, gestion2011@yahoo.com

Eleodoro Calixto Vásquez, Instituto De Educación Superior Tecnológico Público Amazonas, Perú, **E-mail**, lololev@hotmail.com

Elena Ramos Vásquez, Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú, **E-mail**, eramosvasquez@gmail.com,
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8031-6475>

Recibido el 18 de octubre, 2017

Aceptado el 20 de setiembre, 2018

ISSN 1995 - 445X (Versión Digital)

Resumen

La presente investigación se realizó en las instalaciones del invernadero de Biotecnología Clonal de Café del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, sede San Martín-Perú. Tuvo como objetivo determinar la edad apropiada de cosecha de los brotes de café (*Coffea arabica* L.) para su óptimo enraizamiento bajo condiciones controladas. Se probaron brotes de café con rangos de edades entre 55 - 64 y 65 - 74 días. Los brotes fueron sometidos a una desinfección previa y expuestos a una dosis de hormona ácido indol-3-butírico (AIB) de 1 000 ppm, luego se colocaron en pellets de jiffy y finalmente se introdujeron en microtúneles con condiciones controladas para fomentar el enraizamiento. Para el análisis se utilizó un diseño experimental factorial completamente al azar, cuyos factores corresponden a edad de los brotes, tratamiento hormonal (AIB) y 6 repeticiones, con 24 unidades experimentales en total, estando estas últimas comprendidas por 6 brotes de café, haciendo un total de 144 brotes. Después de seis semanas de instalado el ensayo se evaluaron los brotes, para las variables: número de raíz, longitud de raíz, porcentaje de enraizamiento y mortalidad. Los datos fueron sistematizados y sometidos a un análisis de varianza y una prueba de Tukey. Llegando a la conclusión que la edad recomendable de los brotes de café para obtener plantas con óptimo enraizamiento está en el rango de 65 a 74 días.

Palabras Claves: Edad, cosecha, brote, café.

Abstract

The present investigation was carried out in the facilities of the Clonal Coffee Biotechnology greenhouse of the Peruvian Amazon Research Institute, San Martín-Peru headquarters. The objective was to determine the appropriate age of harvest of the coffee shoots (*Coffea arabica* L.) for its optimum rooting under controlled conditions. Coffee shoots were tested with ages between 55-64 and 65-74 days. The shoots were subjected to a previous disinfection and exposed to a dose of hormone indole-3-butyric acid (IBA) of 1000 ppm, then placed in jiffy pellets and finally introduced in microtúneles with controlled conditions to encourage rooting. For the analysis a completely randomized factorial experimental design was used, whose factors correspond to age of the shoots, hormonal treatment (AIB) and 6 repetitions, with 24 experimental units in total, the latter being comprised by 6 coffee shoots, making a total of 144 shoots. After six weeks of the trial, the outbreaks were evaluated, for the variables: root number, root length, rooting percentage and mortality. The data were systematized and subjected to an analysis of variance and a Tukey test. Concluding that the recommended age of the coffee shoots to obtain plants with optimum rooting is in the range of 65 to 74 days.

Key words: croton lechleri, healing, postexodontia.



Introducción

El café es el segundo producto natural de explotación mundial más vendido después del petróleo. En el Perú, el café es el principal producto de exportación agrícola junto a los espárragos y representa cerca de la mitad de las exportaciones agropecuarias y alrededor del 5% del total de las exportaciones peruanas. Este producto es también uno de los que ejerce mayor influencia socioeconómica. El Perú dispone de condiciones favorables para la producción de cafés especiales por la disponibilidad de diversos pisos ecológicos con climas propicios para este cultivo. En la selva alta, el cafeto es el principal cultivo lícito, la principal fuente de ingresos y el mayor generador de empleos. Durante las últimas dos décadas, el café ha sido el principal producto peruano de agroexportación, pues ha generado un 5 % más divisas que cualquier otro cultivo.

El cultivo de café representa el desarrollo económico y social en la región San Martín; sin embargo, debemos reconocer que este cultivo al igual que la mayoría de las plantas cultivadas extensivamente enfrentan una serie de obstáculos que limitan su producción. El uso de material genético no uniforme proveniente de semilla botánica hace que baje la calidad y productividad de granos por planta, además el uso de técnicas de propagación vegetativa sin una adecuada dosis hormonal asociada a la edad del material vegetativo desfavorece el buen enraizamiento del brote.

De lo referido podemos enfocar el problema principal: la inadecuada edad del material vegetativo y dosis del ácido indolbutírico, disminuye el buen enraizamiento de los brotes de café para la obtención de plantones de calidad a nivel vivero.

Al respecto, se reporta que un exceso de hormona específicamente de AIB provocaría una intoxicación produciendo la muerte de los tejidos por ende la producción de los brotes y así mismo conocer la dosificación óptima de AIB permitirá aumentar el porcentaje de enraizamiento, acelerar el tiempo de formación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical formado (Hartmann & Kester 1983).

Lo anteriormente expuesto, está propiciando que se adopten tecnologías de propagación del café. Una de las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas son los medios de enraizamiento, ya que ayudan en la proliferación y formación del sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta. La formación de raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo.

La presente investigación pretende evaluar la edad de brotes de café (*C. arabica* L.) apropiadas para el enraizamiento.

Es por ello que el presente trabajo tiene como meta identificar la edad apropiada y la dosis de AIB para lograr el enraizamiento de brotes.

Marco teórico

El café

Maestri, M (1981), manifiesta que el café pertenece a la familia botánica Rubiáceae, la cual tiene unos 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría son árboles tropicales y arbustos que crecen en las partes bajas de los bosques. Otros miembros de la familia incluyen las gardenias y plantas que producen quinina y otras sustancias útiles pero el *Coffea* es el miembro más importante de la familia desde el punto económico.

Ramírez, J.E. (1996), expone que los cafetos del género *Coffea*, son de origen africano, actualmente son conocidas más de cien especies de *Coffea*, de las cuales básicamente dos son las cultivadas, *C. arabica* L. y *C. canephora* P, Aproximadamente el 75%, de la producción mundial corresponde a *C. arabica*. La especie *C. canephora* como todas las otras especies salvajes de *coffea* es diploide y estrictamente auto incompatibles, por lo tanto las descendencias de *C. canephora* provienen de fecundaciones cruzadas y manifiestan un importante polimorfismo.

Método de propagación del cafeto

Monroig, M. S.F. expone que la especie *Coffea arabica* normalmente se propaga por semillas ya que la fecundación de la flor ocurre por autopolinización y se mantienen las características de la variedad sobre 90 %. En el caso de las especies *Coffea canephora* var.

Robusta la polinización es cruzada lo que implica una alta variabilidad en el tipo y en la producción de las plantas obtenidas por semilla. Si se desea obtener plantas similares genéticamente a la variedad se hace necesario propagarlas por métodos asexuales.

Tipos de propagación

La propagación vegetativa es importante por las siguientes razones: en el establecimiento de huertos semilleros clonales, en los establecimientos de bancos clonales, en propagación de plantas clonales a escala grande y en la elaboración de productos especiales de mejora, Quijada (1980). Este tipo de reproducción en el campo forestal se usa para multiplicar árboles seleccionados con base a características deseables que se quieren perpetuar como: velocidad de crecimiento, rectitud del fuste, resistencia a plagas y enfermedades, es decir, permite conservar genotipos valiosos (Carrera, 1977).

Antecedentes de tamaño y diámetro

Díaz (1991) en la propagación vegetativa de *Cedrela odorata*, con tres longitudes de estacas juveniles (4, 6 y 8 cm.), se obtuvo los siguientes resultados: el análisis de varianza detectó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en el porcentaje de enraizamiento, en estacas de diferentes longitudes. El mejor enraizamiento se obtuvo con las longitudes de 6cm (65%) y 8cm (57%). Las longitudes de 6 y 8 cm. superaron en 28% y 27% respectivamente a la longitud de 4cm en porcentaje de brotación. En contraste, el promedio del número de raíces de estacas de 4cm de longitud, superó a las otras dos longitudes en un 43%. Estos resultados concuerdan con Baggio (1982), quien mostró que existe una longitud de estacas óptimas para el enraizamiento.

Hartmann & Kester (1977), afirman que, al igual que el diámetro, la longitud de estaca, es un factor determinante para favorecer el enraizamiento; por lo que recomiendan utilizar estacas de 7 a 15 cm de largo, con 2 a más nudos.

Mesén (1998) menciona que, las estacas deben ser cosechadas de brotes ortotrópicos, sanos y vigorosos, de 30-50 cm. de longitud; de los cuales se utilizan, generalmente estaquitas de

4-6 cm. de longitud, con diámetros centrales de 3-6mm.

Por otro lado, Hartmann y Kester (1983) sostiene que es evidente que las concentraciones nutricionales son mayores cuando mayor sea el grosor de la estaca. De igual modo la rigidez de una estaca está en relación directa con el diámetro. Así los delgados son generalmente suaves y flexibles, mientras que los más gruesos son firmes y rígidos y al doblarlos se rompen con facilidad. Las estacas delgadas se flexionan por tener tallo suculento y los gruesos tienen tallos leñosos. El enraizamiento por tanto está relacionado con el grosor del diámetro de la estaca.

Metodología

Se utilizó el diseño factorial completamente al azar, cuyos factores fueron edad y tratamiento hormonal (AIB). Se incluyó un testigo sin aplicación de hormona para cada edad, con 6 repeticiones, es decir 24 unidades experimentales en total, estando estas últimas comprendidas por seis brotes de café, sumando un total de 144 brotes. Los datos fueron sistematizados y sometidos al análisis de varianza y a la prueba Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$, para determinar la naturaleza de las diferencias entre los tratamientos. Los datos fueron analizados en el software InfoStat v. 2014.

El experimento de enraizamiento se llevó a cabo en las instalaciones del invernadero de propagación vegetativa del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), con sede en San Martín, cuyas coordenadas UTM son: N 9283654 y E 0347742. Se encuentra a una altitud de 332 m.s.n.m., con temperaturas promedio de 25.44° C y precipitación de 72.3 mm/mes.

El material vegetativo se obtuvo de las plantas matrices identificados y seleccionados con características sobresalientes en productividad, calidad de taza y tolerancia a roya. Se utilizaron los brotes de cultivos de café de 10 años de edad, de la provincia de Lamas, comunidad nativa de Aviación de la finca del productor Wilson Sangama Tapullima (1 000 – 1 200 m.s.n.m.). Los brotes fueron

previamente inducidos, siendo los mejores individuos seleccionados para su recolección. Se utilizaron brotes de 55 - 64 días de desarrollo (edad 1) y de 65 - 74 días de edad (edad 2). La colección de las muestras se realizó con una tijera de mano, desinfectada con alcohol (96%).

Luego del manejo de las plantas madres se procedió a aislar los brotes colocándolos en bolsas de papel y seguidamente en cajas de tecnopor donde fueron humedecidas. Las condiciones anteriores mantuvieron una temperatura casi homogénea, evitando el estrés hídrico y deterioro de los brotes debido al traslado desde la finca hasta las instalaciones del centro de investigación.

Preparación y aplicación hormonal en base a ácido indol-3-butírico (AIB)

La dosis de AIB se preparó a partir del ácido indol-3-butírico químicamente puro diluido en una solución de alcohol al 96% en una relación de peso/volumen. Se preparó una solución de 1000 ppm (0.1%) de la hormona, para ello se diluyó 0.025 g de AIB en polvo, en 25 ml de alcohol al 96%; para luego almacenar en el matraz de Erlenmeyer y sellar con papel de aluminio.

Para lograr el enraizamiento, se eliminaron las partes oxidadas del corte de colecta, y hasta el 30% de área foliar, permitiendo una mejor manipulación en el establecimiento del ensayo. La presencia de área foliar, ejerce una fuerte influencia estimulante sobre la iniciación de raíces. Esto probablemente se debe a los carbohidratos traslocados de las hojas y otras sustancias (HARTMANN, 1989).

Posteriormente los brotes fueron inmersos en una solución antifúngica de Atracon 70% PM de 5 g por 2 litros de agua, durante un periodo de 10 minutos. Luego se sumergieron las bases de los brotes (1 cm) en la solución auxínica, mediante el método de inmersión rápida, por un periodo de 40 segundos, para luego tomar los datos de procedencia, variedad, longitud y diámetro.

Evaluación de las Variables. Las variables evaluadas fueron:

Número de raíces. Al finalizar el experimento, se realizó el recuento directo del número de raíces en cada brote. El número de

raíces fue transformado mediante la fórmula $\sqrt{(x+1)}$; donde "x" es el número de raíces.

Longitud de raíz. Se evaluó al término del ensayo, midiéndose con un vernier cada una de las raíces que presentaban los brotes, estos datos se sistematizaron para luego obtener un promedio de raíces por brote.

Porcentaje de Enraizamiento. Al final del experimento, se realizó un recuento de los brotes enraizados. Se consideró un brote enraizado a aquel que presentó al menos una raíz de 5 milímetros o más de longitud (SANTELICES, 1998). Además se consideró la categoría de enraizamiento según lo propuesto por Del Río & Caballero (2005).

$$\% \text{Enraizamiento} = \frac{\text{Número de brotes enraizadas por unidad experimental}}{\text{Número de brote por unidad experimental}} \times 100$$

En función de la variabilidad observada, se establecieron las siguientes categorías:

- | | |
|----------------------------|-----------|
| 1 – Enraizamiento muy alto | : 80-100% |
| 2 – Enraizamiento alto | : 60-80% |
| 3 – Enraizamiento medio | : 40-60% |
| 4 – Enraizamiento bajo | : 20-40% |
| 5 – Enraizamiento muy bajo | : 1-20% |

Los datos fueron transformados considerando la suma de una constante para facilitar la interpretación. Esta constante tuvo un valor igual a 5 mm, debido a que es la medida mínima para considerarse una raíz (SANTELICES, 1998). Se aplicó la siguiente fórmula $\sqrt{(x+1)}$

Mortalidad. Esta variable se evaluó cada semana. Consistió en la identificación de las plantas que iban muriendo y se iban retirando. La información levantada fue sistematizada para realizar el cálculo del porcentaje de sobrevivencia por tratamiento.

$$\% \text{Mortalidad} = \frac{\text{Número de brotes vivos por unidad experimental}}{\text{Número de brote por unidad experimental}} \times 100$$

Los datos para estos dos últimos parámetros (porcentaje de enraizamiento y porcentaje de mortalidad) fueron transformados mediante la fórmula de arcsen $\sqrt{(\%)}$; donde el (%) es igual al porcentaje de mortandad

Análisis de datos

Número de raíces

La prueba de Tukey, evidenció la diferencia estadística significativa del número de raíces registrado por los brotes de dos diferentes edades. Se reportó un mayor número de raíces (1.33), en brotes con edades entre 65 - 74 días (edad 2) Los brotes con edades entre 55 – 64 días (edad 1) presentaron en promedio (1) raíces (Gráfico 01).

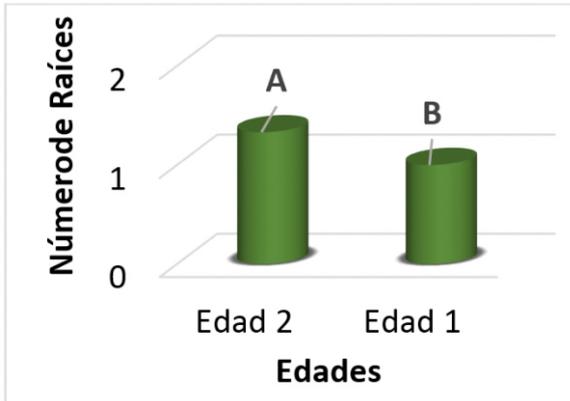


Gráfico 01. Número de Raíces de los brotes de café de 2 diferentes edades.

Longitud de raíz

El gráfico 02 muestra la diferencia estadística significativa para longitud de raíces de los brotes a dos diferentes edades. La prueba de Tukey evidenció que el rango de edad 2 (65 a 74 días) presentó las mayores longitudes de raíces (23.36 mm.), mientras que el rango de edad 1 (55 a 64 días) muestra valores más bajos (17.78 mm).

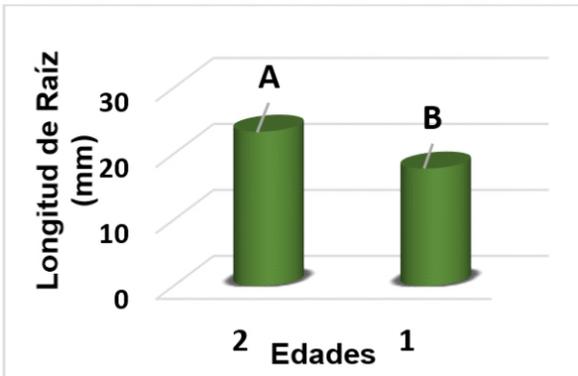


Gráfico N° 2. Longitud de raíces (mm) de los brotes de café de 2 diferentes edades.

Porcentaje de enraizamiento

Los brotes de edades entre 65 -74 días (edad 2), fueron las que presentaron mayor porcentaje de enraizamiento (88 %), respecto a los brotes con edades entre 55 – 64 días (edad 1), que mostraron 59 % de

enraizamiento (Gráfico 03)

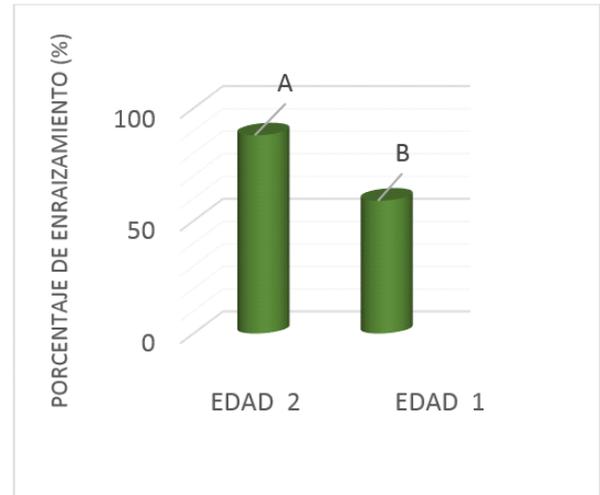


Gráfico 03. Porcentaje de enraizamiento en brotes de café de 2 diferentes edades.



Discusiones

Número de raíces

La mayor producción de raíces, según la prueba de Tukey, se dio en la edad 2 (65 – 74 días), estos resultados se asemejan a los que Mesén (1993) y Mesén *et al.* (1996), observó en especies tropicales, además se puede explicar, debido a la cantidad de reservas de carbohidratos que poseen estos brotes, a diferencia de los brotes con intervalo de tiempo 55 a 64 días (edad 1) quienes presentan menor cantidad de reservas, estas diferencias en las concentraciones de carbohidratos también se reflejan en la biomasa foliar repercutiendo a la fotosíntesis la cual ayuda a la producción de raíces tal como se evidencia en la Imagen 01 (lovell & White 1986, Moe & Veierskov

Andersen 1988), y Veierskov Andersen 1982). Por tanto la edad es un factor determinante en la producción de raíces, siendo la edad 2 (65 a 74 días), la que produjo mayor número de raíces, sin embargo en la Imagen 2, se puede observar que la edad 1 no presenta la misma tendencia, el testigo presenta mayor número de raíces.

Imagen 1. Evaluación del número de raíces.

(A) tratamiento testigo de la edad 2, (B) tratamiento de AIB (1 000 ppm) en brotes de la edad 2.

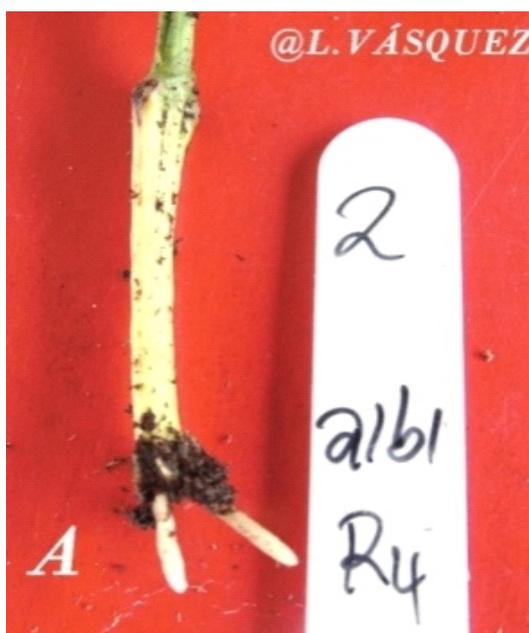


Imagen N° 2. Evaluación del número de raíces. (A) tratamiento testigo de la edad 1, (B) tratamiento de AIB (1 000 ppm) en brotes de la edad 1.



Longitud de raíz

Las longitudes de las raíces de los brotes de ambas edades, fueron promovidas bajo la aplicación de la hormona AIB (1 000 ppm). Los resultados concuerdan con lo reportado por MESÉN (1997), quien indicó que una concentración de auxinas de 1 000 ppm, aporta a un óptimo desarrollo radicular. Sin embargo, los resultados de este estudio muestran que los brotes de la edad 2 alcanzaron el mayor promedio de longitud de raíces (Imagen 03).

Imagen 3. Evaluación de longitud de raíces. (A) brotes de edad 2, (B) brotes de edad 1.



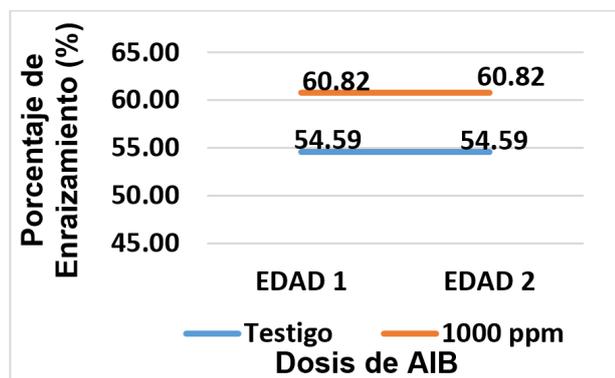
Porcentaje de enraizamiento

La prueba de Tukey indicó que el mayor porcentaje de enraizamiento se dio en brotes de la edad 2, alcanzando el 88%, en tanto que los brotes de edad 1 solo enraizaron en un 59%, estos porcentajes de enraizamiento son considerados como muy alto y medio respectivamente según la escala Del Río & Caballero (2005).

Cabe resaltar que el enraizamiento, tanto para brotes de edad 1 y 2, se vieron influenciados por la dosis hormonal aplicada, pues a diferencia del tratamiento testigo, obtuvo mejores valores de enraizamiento (Gráfico 4). Este patrón de respuesta ha sido encontrado en gran cantidad de otras especies (Blazich 1988, Hartmann & Kester 1996, Mesén 1993). Como se ha indicado, los efectos positivos de las auxinas en el enraizamiento han sido asociados a sus efectos sobre la división celular, el aumento de transporte de carbohidratos y otros cofactores foliares a los sitios de aplicación, así como a la estimulación en la

síntesis de ADN en las células tratadas.

Gráfico 04. Porcentaje de enraizamiento por edad con dosificación de AIB



Mortalidad

De acuerdo a la prueba de Tukey realizada, no existió diferencia significativa en la mortalidad registrada a ambas edades.

Conclusiones

Los brotes de café (*Coffea arabica*) que evidenciaron mejor capacidad de enraizamiento, correspondieron al rango de edad entre 65 - 74 días (edad 2), con un 88% de enraizamiento bajo condiciones controladas.

La aplicación de la auxina AIB de 1 000 ppm en brotes de edad 2 generaron enraizamientos categorizados como muy altos.

El tratamiento testigo también generó condiciones para que los brotes presenten menor porcentaje de mortalidad, confirmando que los brotes seleccionados para la presente experimentación contienen concentraciones óptimas de auxinas para sobrevivir en un ambiente aislado de la planta madre.

La mejor calidad de biomasa radicular se obtuvo con la dosificación de AIB.

Referencia bibliográfica

- Arcila (2012). Aspectos morfológicos y fisiológicos del cafeto que determinan los ciclos de renovación y poda. Libro de sistema de producción capítulo 7, 147p.
- Baggio, A. (1982). Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* en Costa Rica.

Tesis Mag. Sc. Turrialba.C.R. UCR/CATIE. 91p.

- Blazich F.A. (1988). Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting, pp. 132-149. In: T.D. Davis, B.E. Haissig and N. Sankhla (eds). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. B.E. Dioscorides Press, EE. UU.
- Calzada, J. (1970). Método estadístico para la investigación. Editorial La Molina.
- Carrera, K. (1997). Efecto de la utilización de cuatro tipos de sustratos en la multiplicación de guarango (*Pentaclethra macroloba*). Tesis Ing. Agr. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 73p.
- Corecaf. (Corporación Ecuatoriana de Cafetaleros, EC). (2003). Historia del café en el Ecuador. (en línea). Consultado el 23 feb. 2013. Disponible en: <http://www.corecaf.org/interna.php?IDPAGINA=26&TIPOPAS=Tips>.
- Del Río C, Caballero J.M., (2005). Aptitud al enraizamiento. P 277-308. In: *Variedades de olivo en España*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Díaz, E.R.A. (1991). Técnicas de Enraizado de Estacas Juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arborea* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba-Costa Rica. UCR/CATIE. 111p.
- Fao. (2004). Global Forest Survey – Field Site Specification and Guidelines. Forest Resources Assessment Programme of FAO. FRA working paper. Draft. Rome.
- Freudenberger, K. (1995). *Tree and Land Tenure: Using Rapid Rural Appraisal to Study Natural Resources Management*. Community Forest Case Study 10, FAO, Rome.
- Federación café. (Federación Española de Café, ES). s.f. Clasificación botánica del café. (en línea). Madrid, ES. Consultado 20 Feb. 2013. Disponible en: <http://www.federacioncafe.com/Publico/ElCafe/ElCafeto.asp>.
- Font Quer (1965) Formation and growth of roots in Carnation cuttings: influence of cold storage perios and auxin treatment *Scientia Horticulturae* 74(3):219-231
- Gispert, (1984). *Frutales y bosque*. Práctica Agrícola y Ganadera. Tomo 3. Ediciones Océano. Barcelona – España. 204 p.
- Haissig, B. E. (1989). Metabilc processes in adventitious rooting of cuttings. In: Jackson, MB. *New root formation in*

- cuttings. Dodrech. NE. Martines Nijhoff, p. 141 – 189.
- Hartman & Kester. (1997). Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México, 873 pág.
- Hartmann, H. (1996). Propagación de plantas. Principios y prácticas. México. Compañía Editorial Continental S. A. 760 p.
- Hartmann, H. Kester, D. (1992). Plant propagation. Principles and practices. Filth.
- Lovell P.H., White J. (1986). Anatomical changes during adventitious root formation, pp. 111-140. In: M.B.Lackson (ed). New root formation in plants and cuttings. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht.
- Maestri, M.; Santos, R. (1981). Ecofisiología de cultivos tropicales. Café. Traducción con permiso del capítulo IX del libro Ecophysiology of Tropical Crops. Ed. P. de T. Alvin e T.T. Koslowski. (Academic press, Inc. New York, 1977)
- Manta M. Y Shwyzer (1985). "Propagación por estacas de trébol (*Amburana cearensis*)". Ministerio de agricultura y ganadería; Servicio Forestal Nacional, sección investigación forestal. Centro forestal Alto Paraná. Paraguay. 8pg.
- Mesén, F. & Trejos, E. (1997). Propagación vegetativa de San Juan (*Vochysia guatemalensis*). Mediante enraizamiento de estacas juveniles. Revista Forestal Centroamericana 21: 19-24 p.
- Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico N° 30. CATIE, Proyecto PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.
- Mesen, F. (2008) curso: "Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Árboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas". Pucallpa-Perú.
- Moe R., Andersen A.S. (1988). Stockplant environment and subsequent adventitious rooting, pp. 214- 234. In: T.D. Davis, B.E. Haissig and N. Sankhla (eds). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Press, EE. UU.
- Monroig, M. S.F. Ecos del café: manual para la propagación del cafeto en Puerto Rico. (en línea). PR. Consultado 20 Feb. 2013. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id48.htm>.
- Nuñez, Y. (1997). Propagación vegetativa del Cristóbal (*Platymiscium pinnatum*, Benth); pilon (*Hyeromina alchorneoides*, Allemo) y surá (*Terminalia oblonga*, Ruiz & Pavon) mediante el enraizamiento de estacas juveniles Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 172 p.
- Pinedo, J. C. (1993). Influencia del Diámetro, Largo y Profundidad de Siembra en la Propagación por Estacas de *Amburana cearensis* L. (ishpingo). Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Ucayali. 84p.
- Quijada R. M. (1980). Métodos de propagación vegetativa. En mejora genética de árboles forestales. FAO. DANIDA. Roma.341 pg. Prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.
- Ramírez, J.E. (1996). Poda y manejo de *Coffea arabica* L. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Café.
- Santelices, R. (1998). Propagación vegetativa del Hualo, (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser), mediante estacas procedentes de rebrotes de tocón. Tesis magister en ciencias forestales, mención manejo forestal. Escuela de postgrado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 93 p.
- Serrada Hierro, R. S.F. Viveros: estaquillado. Consultado 20-02-2013. Disponible en: <http://www.secforestales.org/web/imagenes/serrada/v5imgestaquillado.pdf>
- Shiembo, P; Newton, A; Leakey, B. (1996). Vegetative propagation of *Ricinodendron heudeloti*, a West African Fruit tree. J. Trop. For. Sci. In press.
- Téllez, O; Ferrer, G. (1987). Fitotecnia del café. Habana, CU. Editorial Pueblo. p56.
- Weaver, R. J. (1976). Reguladores del crecimiento de las Plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México. 622 p.
- Vita (1996). Effects of leaf area and auxin on rooting and growth of rooted stem cuttings of neem. New Forest 12:11-18.
- Zanoni, C-Mendiburu. (1975). Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 95p.