



Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica

Coffee seedlings produced in tubes with different substrates, in Sabanilla de Alajuela, Costa Rica

Hugo Chaves-Vargas

Instituto del Café de Costa Rica (ICAFC), Costa Rica
hchaves@icafecr.cr

DOI: <http://doi.org/10.15359/prne.18-35.4>

Walter Peraza-Padilla

Universidad Nacional, Costa Rica
walter.peraza.padilla@una.cr
<https://orcid.org/0000-0003-4651-5555>

Ellen Sancho-Barrantes

Universidad Nacional, Costa Rica
ellen.sancho.barrantes@una.cr

Recibido: 14/05/2020 Aceptado: 20/06/2020 Publicado: 30/06/2020

Resumen

Un factor clave en la producción de almácigos es garantizar un sustrato que cumpla con los requisitos de textura, estructura, fertilidad y una buena sanidad, a fin de conseguir plantas sanas, vigorosas y con buen desarrollo para la etapa de campo. Una práctica para obtener almácigos a menor costo y con ciertas características es la técnica de almácigo en tubete. El objetivo de este estudio fue evaluar variables de crecimiento, costo económico y mortalidad de un almácigo de café producido mediante tubetes en tres diferentes sustratos. El ensayo se llevó a cabo en la localidad de El Cerro, Sabanilla de Alajuela, durante los meses de abril a septiembre del 2015. Se utilizó

un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones y tres tratamientos (T), que correspondieron a los sustratos T1: Peat Moss, T2: suelo + broza de café y T3: suelo + súper tierra + fibra de coco. En cuanto a los costos de producción aunque hubo diferencias entre cada sustrato, cada uno estuvo por debajo del precio normal de una plántula producida en el Valle Central. Las variables de crecimiento analizadas (altura, diámetro del tallo y pares de hojas) presentaron diferencias significativas mediante la prueba estadística LSD Fisher (>0.05); para todas, el comportamiento fue $T1 > T2 > T3$. No hubo pérdidas en plantas para los tres tratamientos, por lo que el porcentaje de mortalidad se mantuvo en cero. No se determinó ninguna diferencia en

cuanto a los sustratos, así que cualquiera de ellos puede ser empleado para la elaboración de almácigos tanto por los materiales usados como por el costo de elaboración, el cual en todos los casos es menor al precio promedio de elaboración con otras técnicas. La decisión de cuál de ellos utilizar dependerá del criterio y la capacidad del productor.

Palabras clave: café, sustrato, variables, costo económico.

Abstract

A key factor in the production of seedlings is to guarantee a substrate that meets the requirements of texture, structure, fertility, and, above all, health to obtain healthy, vigorous plants with good development for the field stage. A practice to obtain seedbed at lower cost is the technique of seedbed in tubete. The objective of this study was to evaluate the growth and mortality of a coffee seedling produced by tubes on three different substrates. The trial was carried out in El Cerro, Sabanilla de Alajuela during the months of April to September 2015. Three substrates corresponding to the treatments were used, T1: commercial Peat Moss, T2: based substrate soil and compost coffee dregs

and treatment, and T3: substrate prepared with soil mix, Ever Green super soil, and coconut fiber. No difference was determined in terms of substrates, so any of them can be used for the preparation of seedlings.

Regarding production costs, although there were differences between each substrate, each one was below the normal price of a seedling produced in the Central Valley. The growth variables analyzed (height, stem diameter, and leaf pairs) presented differences significant by means of the LSD Fisher statistical test (>0.05), for all the variables the behavior was $T1 > T2 > T3$. There were no losses in plants in any of the three treatments, so the percentage of mortality always remained zero. No difference was determined in terms of substrates, so any of them can be used to produce seedlings regarding both the materials used, as well as the cost of processing, which in all cases is less than the average cost of processing with other techniques. The decision of which substrate to use will depend on the criteria and the economic capacity of the producer.

Keywords: coffee, substrate, variables, economic cost.

Introducción

El café *Coffea arábica* L. originario de regiones subtropicales de África es uno de los cultivos ampliamente distribuidos por todo el mundo (Osorio, 2002). Actualmente, es una bebida de carácter universal producida en más de 50 países y uno de los productos básicos mundiales que más se comercian. De este fruto depende un porcentaje significativo de familias, ya que da sustento a una parte importante de la población global (Ramírez, 2007). Se estima que alrededor de unos 25 000 000 de caficultores y sus familias en el orbe entero están vinculados a la producción de este grano, incluidos los de Costa Rica (Sachs, 2019).

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Este producto no solo representa una importante entrada de divisas, sino que es una de las principales fuentes de ingresos en zonas rurales. Hace posible que países agricultores dedicados a esta actividad puedan comprar bienes manufacturados, lo que estimula la actividad económica interna, al otorgar mayor poder adquisitivo (Osorio, 2002). En el caso de Costa Rica, la industria cafetalera contribuyó, en el 2018, a un 7.66 % del PIB agrícola, un 5.58 % al PIB agropecuario y un 0.27 % al PIB nacional (ICAFE, 2019).

El café, como toda explotación agrícola, busca ser una actividad rentable. Uno de sus principales problemas es la alta fluctuación en el precio (Torres, 1983), lo que obliga a los productores a realizar cambios en las inversiones y labores requeridas. Tanto los insumos como la mano de obra aumentan año tras año, lo cual deja pocas opciones al productor. Esta situación obliga al sector cafetalero a implementar nuevas alternativas para producir y minimizar gastos productivos, sin desatender el cultivo y sus necesidades tanto nutricionales como fitosanitarias. La búsqueda de opciones novedosas en cuanto a fertilizaciones, optimización de aplicaciones químicas y disminución en los desperdicios de materiales es una práctica promovida actualmente.

Una de las inversiones más elevadas de la caficultura es renovar la plantación, en la cual el costo del almácigo representa el insumo más elevado, por lo que se inquieren nuevas opciones como la producción de almácigos en tubetes. Esta técnica se comenzó a utilizar en Brasil de manera artesanal y a baja escala; sin embargo, en países centroamericanos, como Guatemala y El Salvador, ha tenido muy buena aceptación y ha sido una fuente alternativa de producción de almácigos para autoconsumo. Esto ha permitido al mismo productor utilizar menos mano de obra e inversión; sembrar el almácigo de forma controlada en áreas pequeñas y cercanas a su finca; reducir la cantidad de insumos por utilizar y la contaminación en campo. Asimismo, lo dicho posibilita una mejor atención de las plantas y un conveniente manejo de enfermedades, pues produce una mayor cantidad de árboles con mejor aprovechamiento del espacio y en una gama de sustratos (Goyenaga, 2013).

La técnica de almácigos de café en tubetes ofrece mayores ventajas que producir almácigos en bolsas de polietileno o bajo el sistema de siembra directa al suelo y su posterior poda de raíz. Algunos de estos beneficios están relacionados con el menor uso de mano de obra y espacio, así como con la utilización de una variedad de sustratos. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar las variables, altura, diámetro, número de hojas, al igual

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
 Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



que la mortalidad y el costo de producción de almácigos de café con tres diferentes sustratos, en la localidad de Sabanilla de Alajuela, Costa Rica.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El trabajo se llevó a cabo de abril a septiembre del 2015, en la finca del Beneficio Las Peñas (BLP) S. A., ubicado en la localidad de El Cerro de Sabanilla de Alajuela. El sistema de producción se ubicó en las coordenadas CRTM-05 475947.526 y 1113125.431, a una altura de 1263 msnm (Fallas, 2008) (figura 1).

De acuerdo con el sistema de zonas de vida, Sabanilla de Alajuela se ubica en el bosque húmedo premontano, con una alta humedad y elevación por encima de los 1250 msnm que se caracteriza por presentar vegetación frondosa y verde. Este cantón posee una temperatura y precipitación promedio de 22 °C y 2400 mm anuales, respectivamente (Holdridge, 1982).

Figura 1.

Ubicación del ensayo en el Beneficio Las Peñas (BLP) S. A., Calle El Cerro, Sabanilla de Alajuela, 2015.



Fuente: Google Earth, 2020

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Caracterización del sistema de producción

El ensayo se realizó en el nivel de invernadero, con la utilización de una cobertura aérea de sarán elevado a 2.5 m, con postes de madera para evitar posibles quemaduras de tejido y de brotes nuevos por el sol. Se empleó un sistema de microaspersores, con un programador de riego para cubrir las necesidades de humedad, estrés calórico y desecación. Se programó para que supliera las necesidades hídricas del almácigo durante dos veces al día, una a las 6:00 a. m. y otra a las 4:00 p. m. Los tubetes se colocaron en una cama construida con malla tipo ciclón, de 1 m de ancho por 4 m de largo, con tubo de hierro galvanizado de 2 pulgadas de diámetro para hacer el marco de la cama. Las patas de la estructura se construyeron a 1 m de altura del suelo (figura 2).

Figura 2.

Detalle de la infraestructura utilizada para la técnica de elaboración de almácigo en tubete, BLP, Sabanilla, Alajuela, 2015



Fuente: *Elaboración propia, 2015*

Se utilizaron plántulas de café de la variedad OBATÁ, provenientes del ICAFE. Esta es una semilla autorizada por el ICAFE y con un porcentaje de germinación de más del 85 %. La variedad es de gran interés, ya que es reconocida por su alta productividad; además, es altamente tolerante a la roya del café (ICAFÉ, 2011).

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales por Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Los tubetes utilizados fueron envases plásticos cónicos de color negro, de 18 cm de largo y con un orificio superior de 5 cm y otro en la parte inferior de 1 cm de diámetro. Cada tubete tenía una capacidad de 120 cm³ (volumen total en sustrato) y una vida útil de aproximadamente 15 años (González, 2001). El orificio superior está rodeado por una “pestaña” o borde que sirve para que el tubete sea suspendido en la cama construida con la malla tipo ciclón, así se evita la reinfestación del sustrato ya tratado (Irigoyen, 1997 b) (figura 3).

Figura 3.

Detalle del tubete plástico (dimensión y forma) para la siembra de las semillas de café, Alajuela, 2017



Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Plan de fertilización

Se utilizó el fertilizante granulado Osmocote® (14-14-14) de lenta y controlada liberación, con alto porcentaje de fósforo para desarrollo radicular de las plántulas. La frecuencia de aplicación fue de 1 g por tubete, por mes, durante los seis meses en que se llevó a cabo el ensayo.

Sustratos evaluados

Se evaluaron tres diferentes sustratos bajo las mismas condiciones ambientales y manejo agronómico. Estos fueron los siguientes:

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

1. Tratamiento **T1**: El sustrato Peat Moss (turba comercial).
2. Tratamiento **T2**: Sustrato elaborado a base de tierra composteada con broza de café.
3. Tratamiento **T3**: Sustrato elaborado artesanalmente por los productores (50 % tierra de finca propia, 25 % sustrato comercial mejorado “súper tierra”, marca Ever Green”, y 25 % fibra de coco).

Cantidad y distribución de las plantas en el ensayo

El ensayo contó con un total de 75 plantas. Cada tratamiento (sustrato) estuvo compuesto por 25 unidades colocadas en su respectivo tubete. El total de plantas fue distribuido en cinco repeticiones con tres tratamientos, para un total de cinco plantas en cada repetición (figura 4).

Figura 4.

Distribución espacial en bloques al azar de cada una de plántulas de café de la variedad OBATÁ utilizadas en el ensayo, Sabanilla, Alajuela, 2015

| | | | |
|----------------|----------------|----------------|--------------|
| T1 T1 T1 T1 T1 | T2 T2 T2 T2 T2 | T3 T3 T3 T3 T3 | Repetición 1 |
| T3 T3 T3 T3 T3 | T1 T1 T1 T1 T1 | T2 T2 T2 T2 T2 | Repetición 2 |
| T2 T2 T2 T2 T2 | T3 T3 T3 T3 T3 | T1 T1 T1 T1 T1 | Repetición 3 |
| T3 T3 T3 T3 T3 | T1 T1 T1 T1 T1 | T2 T2 T2 T2 T2 | Repetición 4 |
| T1 T1 T1 T1 T1 | T2 T2 T2 T2 T2 | T3 T3 T3 T3 T3 | Repetición 5 |

Donde: **T1** Peat Moss

T1 Sustrato a base de tierra compostada con broza de café

T1 Sustrato elaborado con 50 % tierra, 25 % tierra compostada, 25 % fibra de coco

Fuente: *Elaboración propia, 2015*

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Variabes por medir

Cada tratamiento (sustrato) estuvo conformado, como se mencionó anteriormente, por 25 plantas en tubete, las cuales fueron medidas cada 15 días durante los seis meses en que se llevó a cabo la investigación. Las mediciones comenzaron una vez que las plantas alcanzaron la etapa vegetativa, es decir, cuando cada plántula tenía, en promedio, entre 4 y 5 cm, con hojas cotiledonales desarrolladas y en crecimiento inicial del primer par de hojas verdaderas. Las variables por medir fueron las siguientes:

- **Altura de la planta.** Esta medición se inició una vez superados los 5 cm, aproximadamente, es decir, unos 45 días después del trasplante con la aparición de las hojas verdaderas. Con una cinta métrica, se realizó la medición desde la superficie del sustrato hasta el ápice vegetativo. Adicionalmente, se construyó un registro fotográfico del proceso de crecimiento de las plántulas.

- **Diámetro del tallo.** El diámetro del tallo se midió a una altura de un 1 cm de la base del sustrato con un calibrador Vernier.

- **Pares de hojas verdaderas.** Una vez que se superaron los 5 cm de altura (altura de inicio del ensayo), se contabilizaron las hojas cotiledonales y pares de hojas producidas por cada planta.

- **Porcentaje de mortalidad.** El porcentaje de mortalidad se realizó con el objetivo de valorar la eficiencia del almácigo en tubetes y se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Plantas muertas} \times 100}{\text{Total de plantas iniciales}}$$

- **Análisis económico.** Los tres tratamientos fueron considerados por separado y el análisis económico contempló la sumatoria de los gastos en inversiones en los almácigos utilizados durante la investigación. Entre los gastos incluidos, se consideró la compra de insumos, semilla, tubetes y fertilizante empleados; mano de obra requerida; infraestructura elaborada (que fue la misma para los tres tratamientos); materiales de sistemas de riego, y camas de sostén.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Análisis estadístico

Los datos se recopilaron en una hoja de campo y, posteriormente, se digitaron en el software Excel. Para el análisis estadístico, se utilizó el programa InfoStat®, el cual permitió determinar si existieron o no diferencias significativas entre los tratamientos.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, método estadístico recomendado cuando el material es heterogéneo o de diversos tratamientos, lo que posibilitó agrupar las unidades experimentales de cada tratamiento y estos en bloques completos con todos los tratamientos del ensayo. Una vez interpretados y analizados los datos, se elaboraron gráficos con las variables comparadas y analizadas. Posteriormente, mediante un análisis de varianza, se determinó las diferencias entre tratamientos.

Las variables independientes de clima fueron tomadas de los reportes mensuales de la estación meteorológica del ICAFÉ, ubicada en Poás de Alajuela. Los valores de horas luz se adquirieron del histórico de la estación n.º 84111, propiedad del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), ubicada en Santa Lucía de Barva de Heredia. Las variables consideradas fueron horas luz, lluvia, humedad relativa y temperatura.

Resultados y discusión

Las variables observadas (altura, pares de hojas, grosor del tallo) presentaron diferencias significativas en los tres tratamientos analizados, de acuerdo con la prueba estadística LSD Fisher (>0.05) (Tabla 1).

En el caso de los valores finales para la variable altura, se mostró que el sustrato T1 desarrolló una altura promedio final de 24.0 cm; seguido del T2 con 22.2 cm y, por último, el T3 con 19.1 cm (Tabla 1). Acorde con la prueba estadística LSD Fisher para esta variable, hubo una diferencia significativa observada para los tres tratamientos.

En lo que respecta al diámetro del tallo, los resultados dejaron ver que el sustrato T1 tuvo un promedio final de 3.7 mm, seguido del T2 con 3.3 mm y el T3 con 3.0 mm. Según la prueba estadística LSD Fisher para esta variable, los tratamientos T1 y T3 presentaron diferencias estadísticamente significativas, mientras que el T2 no, con respecto al T1 y T3 (Tabla 1).

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Los resultados obtenidos en la producción de pares de hojas señalaron que el sustrato T1 desarrolló un promedio final de 9.0 pares de hojas, seguido del T2 con 8.0 y del T3 con 7.0. Con base en la prueba estadística LSD Fisher para esta variable, los tres tratamientos tuvieron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 1).

Tabla 1.

Resultados finales para las variables de crecimiento: altura (cm), diámetro (mm) y pares de hojas, Sabanilla de Alajuela, 2015

| Tratamiento | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Pares de hojas |
|--|-------------|---------------|----------------|
| T1: Peat Moss | 24.0 (a) | 3.7 (a) | 9.0 (a) |
| T2: Suelo + broza | 22.2 (b) | 3.3 (a, b) | 8.0 (b) |
| T3: Suelo + súper tierra + fibra de coco | 19.1 (c) | 3.0 (b) | 7.0 (c) |

Fuente: *Elaboración propia, 2015*

Siguiendo a Irigoyen (1997), el tratamiento de siembra en almácigo y trasplante a bolsa (sistema tradicional) va a presentar una leve ventaja (no significativa) sobre la técnica en tubete, en cuanto a la altura de la planta, debido principalmente a que este último tiene menor volumen de sustrato. No obstante, en este ensayo se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas (Tabla 1).

Asimismo, González (2001), Herrera et al. (2015) y Mamani (2013) coinciden al afirmar que no se observó ninguna diferencia estadística entre plantas producidas con sistema tradicional (trasplante en bolsa) y tubete, ya que en este último no se produjo ningún atraso en crecimiento de las plántulas de café, por lo que podrían estar listas para su posterior trasplante seis meses después de iniciado el proceso de siembra. No obstante, dejar plantas en tubete por un tiempo más prolongado al que se recomienda (de cinco a seis

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



meses) podría provocar retrasos en el crecimiento, debido a la falta de espacio dentro del tubete, la cual no permitiría el crecimiento radicular; no así en bolsa, donde sí tendría más espacio para crecer.

Adicionalmente, estudios realizados por Mamani (2013) concuerdan con los reportados anteriormente, pues tampoco encontró diferencias significativas al estimar distintas variables de respuesta de las plántulas, como altura, número de hojas, grosor del tallo y pares de hojas.

El sustrato T1: Peat Moss favoreció el mayor crecimiento general de las plantas en todas las variables analizadas, puesto que fue el que permitió a la planta expresar un mayor vigor de crecimiento y desarrollo. Asimismo, presentó el menor grado de compactación por riego; además, su peso y textura posibilitaron la extracción del adobe del tubete para el momento de la siembra definitiva. Si bien el costo por planta para el T1 fue el más alto de los tres sustratos, se mantiene por debajo del precio del mercado.

T2 y T3 presentaron crecimientos menores que el T1 en todas las variables analizadas. El grado de compactación del adobe fue mayor (en ambos sustratos) y la extracción de este requirió un mayor cuidado. A pesar de esta desventaja, se logró constatar que los materiales utilizados en los tratamientos T2 y T3, aparte de que son 46 % y 58 % respectivamente más económicos que el T1, podrían ser usados con la incorporación de un sistema de riego por goteo fino, que evite la compactación y minimice el efecto del golpe de la gota, especialmente durante los meses de lluvia.

La textura resultante de los tres sustratos empleados presentó características muy diferentes entre sí. Así, por ejemplo, el T1 mostró una textura suave, permeable, con buen drenaje y aireación, lo que permitió un adecuado crecimiento radicular, una humedad constante en el tubete y una apropiada incorporación del fertilizante. T2 presentó una textura arcillosa, impermeable y poco favorable para el crecimiento del sistema radicular, lo cual limitó la humedad, el drenaje y la incorporación del fertilizante. Finalmente, el T3 evidenció, igual que el T2, una textura arcillosa, impermeable al riego y una dureza que quizás atrasó el crecimiento tanto radicular como general de la planta, razón por la cual pudo afectar la competencia por luz, el espacio y limitó el desarrollo final (figura 5).

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
 Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Figura 5.

Altura final promedio de las plantas de almácigo de café. Tratamientos: T1, T2 y T3



De acuerdo con Martínez (2005), los sustratos inertes y la textura suave facilitan la absorción de nutrientes, aumentan su disposición para la planta al momento de requerirlos, lo que resulta en plantas vigorosas y sanas con una aceptable biomasa radicular, alto desarrollo y mayor capacidad al trasplante, condición que se observó en el T1, mas no así en los tratamientos T2 y T3. Las diferencias en la textura de cada sustrato y sus efectos sobre la compactación, el desarrollo radicular, el mantenimiento de humedad y la disposición de fertilizantes afectaron el desenvolvimiento general de las plantas y las variables analizadas, sin llegar a causar pérdidas (mortalidad) de individuos.

La materia orgánica y su descomposición en cada uno de los tratamientos cumplió un papel importante en la nutrición inicial de las plantas de café. Salamanca (2008) señala que la materia orgánica favorece la humedad, los flujos de aire, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la capacidad buffer y tanto el crecimiento como el desarrollo inicial de la raíz. Según lo que se observó en el ensayo, este componente permitió una mejor estructura del suelo, de la humedad y de la aireación en el T1 y, en menor grado, en los tratamientos T2 y T3, debido quizás a las mezclas con las que fueron elaborados. Esta condición tal vez se dio a la cantidad y proporción de otros elementos empleados en la confección, que no admitieron sustratos con las características como las del T1.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
 Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

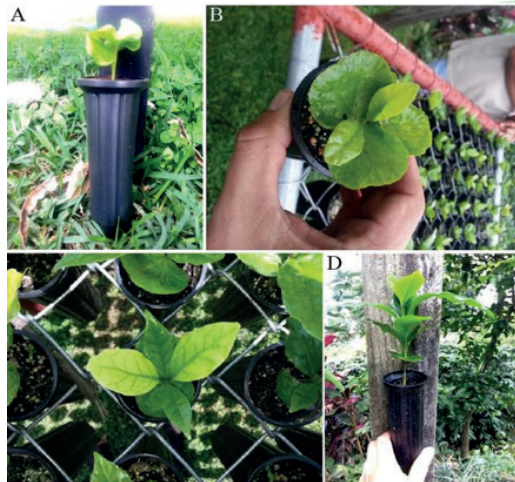
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

El fertilizante granulado de lenta liberación (Osmocote® 14-14-14) que se incorporó a los tratamientos presenta una disponibilidad que depende de la temperatura, así como de la humedad del suelo y del crecimiento de la planta (IFA, 2002). Se observó que el T1 tuvo una mejor textura y retención de humedad, producto de los elementos utilizados para elaborarlo, lo que favoreció una mayor producción de hojas y más área fotosintética que, finalmente, incidió en el crecimiento de la raíz y en la absorción de nutrientes. Estudios realizados por Blandón (2008) concluyeron que el factor más significativo, en el establecimiento de almácigos de café en tubetes llenados con distintos sustratos y fertilizaciones diferentes, fue la aplicación del fertilizante de liberación controlada Osmocote®.

El aumento del área foliar de una planta es de gran valor para su desarrollo (figura 6). Buena parte de los insumos y nutrientes se aplicó vía foliar y, si se considera su desempeño en la capacidad fotosintética de la planta, esta variable y sus diferencias obtenidas son de notable interés. Asimismo, el área fotosintética favorece el vigor de la planta, para afrontar el desarrollo en etapa de almácigo, aumentar su capacidad dirigida a soportar el periodo de trasplante y condiciones ambientales; finalmente, la llegada a etapa adulta y productiva.

Figuras 6.

Avance cronológico en el desarrollo de pares de hojas en los tratamientos utilizados para el ensayo.



Nota: A) Par de hojas cotiledonales en el tratamiento T1. B) Desarrollo del primer par de hojas verdaderas, tratamiento T2. C y D) Plantas del tratamiento T3 a los 3 meses de edad. Sabanilla, Alajuela, 2015

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Mortalidad de plantas

Durante todo el desarrollo del ensayo, la mortalidad se mantuvo en un 0 %, por lo que no se requirió una sustitución de plantas al final de la investigación. Dicho porcentaje de mortalidad permitió tener la totalidad de plantas vivas para trasplantar. El producir los almácigos dentro de tubetes y no directamente en el campo disminuye la afectación por herbivorismo y por la infección de fitopatógenos (Mamani, 2013). La reducción en la mortalidad promueve que los agricultores productores de almácigo puedan utilizar mayor cantidad de estas plantas para autoconsumo.

De acuerdo con Delgado (2010), en la etapa de almácigo, el porcentaje de mortalidad debido a las técnicas de poda de raíz y siembra en bolsa es de un 30 %. Las principales causas son mala distribución de aguas, daños por plagas, sequía o estancamiento hídrico del sustrato junto con poca ventilación. Asimismo, las condiciones mencionadas favorecen la incidencia de patógenos como *Cercospora coffeicola*, conocido hongo que afecta la cobertura foliar de las plantas, y el mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) que provoca una constricción del hipocótilo.

Otro factor que puede perjudicar la mortalidad y el desarrollo de los almácigos en bolsa o en tubete son los nematodos (principalmente de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*) y las cochinillas, las cuales suelen ser un problema de menor incidencia que pueden ser manejadas mediante un control sanitario. No obstante, en el caso de nematodos, muchas veces no se conoce con claridad el daño que ocasionan, ya que el productor no acostumbra, como práctica o rutina, realizar análisis nematológicos para conocer el estado de su almácigo (Peraza, 2017, comunicación personal).

Costos de producción del almácigo

Una vez cuantificados los costos, en materias primas, de los sustratos, así como la cantidad de fertilizante aplicado, los tubetes y la mano de obra requerida, el tratamiento con mayor valor final por planta en tubete fue el T1 con ₡130 colones, seguido del T3 con ₡75.0 colones y, por último, el T2 con ₡60.0 (tabla 2). El T2 fue el de menor precio, debido a que los insumos utilizados para su elaboración (broza de café y suelo) provienen del beneficiado del café más la incorporación de suelo. Estos insumos tienen un precio de venta de ₡2500.00 colones el saco de 45 kilos y tanto para el productor como socio, el beneficio

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

recolector de café facilita su adquisición sin incurrir en gastos extras.

Tabla 2.

Costo económico en colones (¢) final por tubete para cada tratamiento, Sabanilla, Alajuela, 2015

| Tratamiento | Costo (¢) |
|--|-------------|
| T1: Peat Moss | ¢ 130.0 |
| T2: Suelo + broza | ¢ 60.0 |
| T3: Suelo + súper tierra + fibra de coco | ¢ 75.0 |
| Almácigo con poda de raíz o en bolsa* | ¢280 a ¢325 |

*Precio promedio en almácigos de este tipo producidos en el Valle Central.

Fuente:Elaboración propia, 2015

La cantidad de materiales de los sustratos por tratamiento fue medida en unidades de peso y no en unidades de volumen, como normalmente se realiza en almácigos en bolsa. Se ejecutó de esta manera, debido a la baja cantidad de insumos requeridos y porque las materias primas fueron adquiridas en kilogramos. Por otra parte, se quería constatar la capacidad del tubete en gramos y no en volumen, según la cantidad de material por utilizar. La capacidad del tubete en el T1 (Peat Moss) mostró una diferencia con respecto a los otros sustratos, ya que se adicionó suelo a la mezcla y, finalmente, fue más pesado. El suelo incorporado tanto en el T2 como en el T3 generó diferencias en el rendimiento del sustrato y en la cantidad de tubetes que se obtuvieron por kilogramo de mezcla.

Un tubete a su máxima capacidad con el sustrato T1 tuvo una capacidad de 92.0 g, mientras que para los tubetes de los sustratos T2 y T3, que usaron básicamente suelo, broza y fibra de coco, fue de 145.0 g. Esta diferencia generó que por kilogramo de sustrato Peat Moss se llenaran 11.0 tubetes, cuando en los otros sustratos únicamente se logró llenar 7.0 tubetes, es decir, una diferencia de 4.0 tubetes más con respecto al Peat Moss.

Al considerar las diferencias económicas entre los sustratos, también se debe tener en cuenta las desigualdades de crecimiento fisiológico de las plantas, la disponibilidad de los sustratos y la capacidad de mano de obra disponible.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Elegir correctamente en cada uno de los criterios señalados, permite seleccionar la mejor opción para elaborar el almácigo y no escoger el sustrato únicamente por una apreciación de menor costo. Es recomendable tener presente que el T3, al incorporar un 75 % de suelo, presentó una mayor compactación y menor permeabilidad, por lo que podría estar relacionado con un retardo en el desarrollo radicular y general de las plantas, debido a la falta de mantenimiento de humedad.

El tratamiento con mejores resultados fue el sustrato T1, que, a pesar de ser en costos económicos el más elevado con respecto a T2 y T3, aún está por debajo del valor de mercado y fue el que mostró el efecto más conveniente en cuanto a las variables evaluadas. Además, el T1 tiene la ventaja de ser fácil de trasplantar y se reducen los riesgos de posibles problemas con nematodos y hongos, gracias a su manejo e inocuidad comercial. No obstante, aunque los sustratos T2 y T3 demandan gasto de tiempo, mano de obra en buenas prácticas agrícolas y más cuidado fitosanitario que el T1, la inversión en ambos sustratos está también por debajo del costo de almácigo con poda de raíz o en bolsa, que oscila entre ₡280 a y ₡325 colones por planta, a diferencia del T1 que fue de ₡130, el T2 de ₡60 y el T3 de ₡75. El criterio de selección de qué sustrato utilizar queda estrictamente en manos del productor, de acuerdo con su capacidad económica y disponibilidad de mano de obra.

Conclusiones y recomendaciones

Con el uso de tubetes, a diferencia del sistema tradicional de almácigo en bolsa, se logra disminuir el tiempo de las plántulas en viveros, se reduce el costo de la mano de obra en un 30 % y de los principales insumos utilizados, por ejemplo, fertilizantes, insecticidas y sustratos. También se ha demostrado que con el tubete se puede aumentar la eficiencia de la actividad, ya que, al ocupar menos volumen, se obtiene un mayor número de plantas por área. De acuerdo con Goyenaga (2013), para producir 4000 plantas de café con la técnica de bolsa, se necesitarían 175 m² de espacio, cuando con el tubete únicamente se ocuparían 60 m², es decir, un 34 % menos de espacio con la técnica de bolsa.

En lo que respecta al número de plantas por m², en bolsa se podrían colocar 23 versus 67 en tubete. Asimismo, en tubete se puede movilizar más cantidad de ellas de un sitio a otro que en las bolsas de polietileno, las cuales, inclusive, pueden llegar a ser un problema de contaminación, si no se les da un tratamiento adecuado. Finalmente, el tubete tiene una vida útil de hasta siete años, por lo que se puede utilizar nuevamente (Goyenaga, 2013).

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

En cuanto a las variables climáticas (temperatura, humedad, horas luz y precipitación), se determinó que estas no afectaron el desarrollo del almácigo, ya que permanecieron en los promedios mensuales y anuales reportados para esta zona. Además, el empleo de riego en el ensayo permitió la humedad permanente de las plantas en todos los bloques; sin embargo, como se mencionó, algunos materiales usados como sustrato mostraron cierta compactación. Aunque no hubo mortalidad de plantas, esta condición podría haber afectado la textura del sustrato, el desarrollo radicular, el mantenimiento de la humedad y la disposición de los fertilizantes.

Se recomienda que el productor inicie con la preparación del almácigo en tubete entre noviembre y diciembre, con el objetivo de que las plantas nuevas estén listas para el trasplante en mayo, época que coincide con el inicio de las lluvias y permite que las plantas soporten mejor el estrés del cambio y de la adaptación al campo. Finalmente, se aconseja la utilización de cualquiera de los sustratos para la elaboración de almácigos en tubete; no obstante, cuál de ellos utilizar depende de la capacidad económica y disponibilidad de mano de obra del productor.

Referencias

- Blandón, J. (2008). Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20 p.
- Delgado, L. (2010). Las buenas prácticas en el manejo y cuidado del almácigo de café. Guatemala. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/las-buenas-practicas-manejo-t2814/078-p0.htm>
- Fallas, J. (2008). Proyecciones cartográficas y datum. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales.
- González, A. (1998). Diagnóstico de la competitividad de la industria del café en Costa Rica. Recuperado de <http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen550.pdf>
- González, D. (2001). Comparación entre la bolsa y el “cono macetero” o “tubete” en la producción de plantas de café. (Tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo). El Zamorano, Honduras. 30 p.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Goyenaga, R. (2013). Producción de almácigo en tubetes. Ministerio de Agricultura y ganadería. Hoja divulgativa n. °7.
- Gutiérrez, R. E. G. y Muñoz, C. M. J. (2010). Evaluación de tres sistemas de preparación de almácigos de café (*Coffea arabica*) var. Caturra. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 24 p.
- Herrera, J., García, H. y Ure, L. (2015). Comportamiento de plantas de café en bolsas y tubetes. Estado de Lara. Venezuela. Revista Electrónica Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC), 9(6), 132-139.
- Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zona de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- ICAFÉ. (Instituto del Café de Costa Rica). (2011). Guía técnica para el cultivo del café. Heredia, Costa Rica: Instituto del Café de Costa Rica.
- ICAFÉ. (Instituto del Café de Costa Rica). (2019). Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. Heredia, Costa Rica: Instituto del Café de Costa Rica. 110 p.
- IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). (2002). Los fertilizantes y su uso. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- InfoStat® versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>.
- Irigoyen, J. N. (1997). Producción de viveros de café en “tubetes” o “conos maceteros”. Boletín técnico. Nueva San Salvador, El Salvador: PROCAFE.
- Mamani, J. R. R. (2013). Evaluación de dos variedades de café (*Coffea arabica* L.) bajo tres formas de producción en vivero en la Estación Experimental de Sapecho, La Paz. (Tesis de grado). La Paz, Bolivia. 92 p.
- Martínez, A. R. (2005). Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica del tubete para producir plántulas de café (*Coffea arábica* L.) var. Catuaí, en etapa de vivero, finca Monte María, San Juan Alotenango, Sacatepequez. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. 67 p.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Osorio, N. (2002). The global coffee crisis: a threat to sustainable development. Submission to the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, August 2002 by Néstor Osorio, Executive Director of the International Coffee Organization. International Coffee Organization (ICO), Johannesburg, South Africa, p. 4.

Peraza, W. (2017, 14 de octubre). Comunicación personal.

Ramírez, B. F. (20017). El café en el consumo humano. Recuperado de <http://www.elportaldelasalud.com/el-cafe-en-el-consumo-humano/>

Sachs, J. D. (2019). II foro mundial de productores de café apuesta por ingreso digno para los caficultores. Recuperado de <https://federaciondecafeferos.org/>

Salamanca, J. A. (2008). Almácigos de café con distintas proporciones de lombrinaza en suelos con diferente contenido de materia orgánica. Colombia: Cenicafe.

Torres, E. y Ramírez, M. (1983). Modalidades de la transición al capitalismo agrario en Costa Rica. Vol. 6. San José, Costa Rica: CSUCA. 46 p.

Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos, en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica
Hugo Chaves-Vargas, Walter Peraza-Padilla y Ellen Sancho-Barrantes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.