

EL TAMAÑO DE BOLSA MODIFICA EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CAFÉ COSTA RICA 95 EN VIVERO^a

BAG SIZE MODIFIES VEGETATIVE GROWTH OF COFFEE COSTA RICA 95 IN NURSERY

Martínez-Ines, G¹; Berdeja-Arbeu, R^{1*}; Méndez-Gómez, J¹; Escobar-Hernández, R¹; Domínguez- Perales, L.A¹; Carmela Hernández Domínguez¹.

¹ *Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Avenida Universidad sin número, C. P. 73965 * E-mail:*

raulberdeja@yahoo.com.mx

Fecha de envío: 01, agosto, 2021

Fecha de publicación: 30, diciembre, 2021

Resumen:

En el municipio de Hueytamalco, Puebla, existen viveros de producción en plántulas de café, tradicionalmente la propagación se realiza en dos etapas, en siembra directa al suelo y posteriormente trasplante a bolsa. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar crecimiento vegetativo de café 'Costa Rica 95' en diferentes tamaños de bolsa. El experimento se desarrolló en el año 2020 en la localidad de Llagostera, municipio de Hueytamalco, Puebla. Los tratamientos fueron bolsa de dimensiones 15 x 30 cm, 18 x 30 cm, 13 x 25 cm, 15 x 25 cm, 15 x 25 cm (testigo a trasplante) respectivamente. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones. Los días a emergencia oscilaron entre los 56.80 y los 65.7 sin diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El tamaño de bolsa modificó el crecimiento de planta, la mayor altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas con tamaño de bolsa con 18 x 30 cm, superando al tratamiento testigo (almacigo más trasplante) con diferencias estadístico ($p \leq 0.05$). El mayor peso de biomasa en fresco y seco con el tamaño de bolsa de 18 x 30 cm superando estadísticamente ($p \leq 0.05$) al testigo (almacigo más trasplante). Por los resultados obtenidos se concluyó que la siembra de café en almacigo más trasplante a bolsa disminuyó el crecimiento vegetativo.

Palabras clave: *Coffea arabica*, días a emergencia, biomasa.

^aParte del trabajo de tesis, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. San Juan Acateno, Teziutlán.

Abstract:

In the municipality of Hueytamalco, Puebla, there are production nurseries in coffee seedlings production, traditionally the propagation is carried out in two stages, in direct sowing to the ground and later transplantation to the bag. The objective of this research work was to evaluate vegetative growth of coffee 'Costa Rica 95' in different bag sizes. The experiment was developed in 2020 in the town of Llagostera, municipality of Hueytamalco, Puebla. The bag size treatments were bags of 15 x 30 cm, 18 x 30 cm, 13 x 25 cm, 15 x 25 cm, 15 x 25 cm (control to transplantation) respectively. The experimental design was completely randomized with 5 treatments and 10 repetitions. Days to emergence ranged from 56.80 to 65.7 without statistical differences ($p \leq 0.05$). The bag size modified the plant growth, the highest plant height, stem diameter and number of leaves were obtained into bag size with 18 x 30 cm, surpassing the control (hotbed) with statistical differences ($p \leq 0.05$). The highest weight of biomass in fresh and dry weight were into the bag size of 18 x 30 cm, statistically surpassing ($p \leq 0.05$) the control (hotbed). From the results obtained, it is concluded that planting coffee in the hotbed and transplanting it into a bag decreases vegetative growth.

Keywords: *Coffea arabica*, days to emergence, biomass.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2019) México presentó una producción de 818,449 toneladas de café, con rendimiento de 1.336 toneladas por hectárea, los principales estados productores son Chiapas, Veracruz y Oaxaca. El estado de Puebla se posiciona en el noveno lugar de los trece estados productores de café cereza. Los principales Distritos que se dedican a la producción de café cereza en el estado de Puebla son: Huachinango, Libres, Tehuacán, Teziutlán y Zacatlán, para el caso de Teziutlán se tiene una producción de 40,017 toneladas, con rendimiento de 1.772 toneladas por hectárea.

La propagación y calidad de planta es un factor que debe de considerar el productor para obtener cosechas en cantidad, calidad y oportunidad. Morfín et al. (2006) citan que en el cultivo de café algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta son establecimiento de semillero, siembra de semilla, sombreado del semillero, establecimiento del vivero, sustrato, tamaño de contenedor o bolsa y manejo agronómico del vivero. Algunos aspectos adicionales en otras especies son: viabilidad de semilla, vigor de semilla (Rodríguez et al., 2008), humedad de semilla (González, 1992) y almacenamiento de semilla (Villegas y Andrade, 2005).



La fenología de la germinación y desarrollo de plántula de café depende de: Arizaleta et al. (2005) indican que el porcentaje de germinación se afecta por el tiempo de almacenamiento de la semilla y condiciones de almacenamiento; el tamaño del contenedor (Osorio et al., 2017), el sustratos utilizado (Encalada et al., 2018), tipo de propagación sexual o asexual (Ortiz et al., 2017) y manejo agronómico (Romero, 2000).

De manera general el desarrollo de plantas de café es el siguiente: la germinación es de 2 a 2.5 meses, transcurridos de 60 a 70 días después de la siembra la planta está en etapa de fosforito y está lista para trasplante a vivero. En el vivero estará hasta que presente de 4 a 6 pares de hojas, esto se logra en un tiempo de 4 a 6 meses (Marín, 2012).

Arizaleta y Pire (2008) evaluando diferente tamaño de bolsa (contenedor) en café refieren que el crecimiento de las plantas se modifica por el tamaño de bolsa, el mayor peso de biomasa seca radical fue de 5.93 g en el tratamiento de 18 x 23 cm y el menor de 1.89 g en bolsa de 13 x15 cm, la biomasa seca aérea osciló de 3.34 g en bolsa de 13x15 cm a 5.65 g en bolsa de 18 x23 cm. La mayor altura de planta, diámetro de tallo y pares de hojas fue con el tratamiento de bolsas de 18 x 23 cm.

Por otra parte Salazar (1991) evaluando crecimiento de plántulas de café 'Colombia' en vivero en bolsas de 13 x 17 cm y 17 x 23 cm, menciona que la mayor altura de planta, número de hojas y pesos seco tallo y de raíz fue en tamaño de bolsa de 17 x 23 cm. Existen otros factores que alteran el crecimiento de las plantas de café como la aplicación de biofertilizantes (Adriano et al., 2011) y el sustrato utilizado (Maradiaga et al., 2017).

Existen evidencias en otras especies vegetales de que los contenedores modifican el desarrollo. Gutiérrez et al. (2011) estudiando el crecimiento de plantas de cacao en distintos tamaños y formas de contenedores en vivero, señalan que el tipo de contenedor modifica la parte aérea y desarrollo de raíz. Las plantas de cacao que desarrollaron en tubete disminuyeron el crecimiento vegetativo. Y Mascarini et al. (2012) en *Gerbera jamesonii* llegaron a la misma conclusión.

Osorio et al. (2017) evaluando tamaño de contenedor en crecimiento de planta de cacao indican que el volumen del recipiente modifica la longitud de la raíz principal, biomasa de raíz, aérea y total, así como temperatura de la hoja.



En plantas de *Quillaja saponaria* creciendo en vivero existe correlación positiva entre tamaño de contenedor y crecimiento de planta en altura y longitud de raíz (Quiroz et al., 2012). Reyes et al. (2000) probaron que una manera de estimar fotosíntesis es mediante la producción de materia seca de hoja por unidad de superficie de hoja, a esta relación se le conoce peso específico de hoja. Arcila y Chávez (1995) encontraron que el área foliar se afecta por el número de plantas por hectárea, con densidad de 2,500 plantas por hectárea se obtuvo el mayor número de hojas por planta con 12,521 y con 10,000 plantas por hectárea 4,365 hojas.

En la zona de Hueytamalco, Puebla existen viveros de café, los cuales propagan esta planta en dos etapas, la primera es siembra en suelo, para posteriormente realizar trasplante de plántula en bolsa de polietileno. Esta metodología de propagación puede disminuir el desarrollo de planta en vivero y la muerte de la misma. En la literatura sólo se encuentran trabajos en donde evalúan siembra directa en contenedor y el efecto sobre el crecimiento (Gil y Díaz, 2016) y siembra directa en suelo más trasplante a contenedores (Encalada et al. 2018) sin analizar el crecimiento de la planta por efecto del trasplante.

Por lo antes mencionado se realizó el presente trabajo de investigación con el siguiente objetivo: evaluar el desarrollo de plántulas de café variedad 'Costa Rica 95' germinadas en suelo y en diferentes tamaños de bolsas de polietileno, y la hipótesis: el mejor crecimiento y sanidad de plántulas de café en vivero es en siembra directa en bolsa de polietileno de 18 x 30 cm, esto por efecto de un mayor volumen de tierra que aumenta el desarrollo de raíz y de copa en plántulas de café variedad 'Costa Rica 95'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La altitud del municipio de Hueytamalco oscila de 100 a 1,900 metros, con rango de temperatura de 16 a 26 °C y precipitación de 1,500 a 1,300 mm, el clima es semicálido con lluvias todo el año, con lluvias abundantes en verano y templado húmedo con lluvias todo el año (INEGI, 2009).

La investigación se desarrolló en la localidad de Llagostera, municipio de Hueytamalco, Puebla. Localizado en las coordenadas 19° 58' 30" N, 97° 17' 93" W (Coordenadas GPS).

Material genético

Se utilizaron semillas de café de la variedad 'Costa Rica 95'. Se cosechó fruto maduro de color rojo intenso de la parte media de la copa, posteriormente se lavó y se despulpo, después se introdujeron por 30 segundos a una solución de Oximet (Ingrediente activo oxiclورو de cobre) $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, inmediatamente después la semilla se sembró en almacigo, este manejo es el que realizan los viveristas de la zona, y en los diferentes tamaños de contenedores a una profundidad de 1 cm.

Siembra

Se emplearon bolsas de polietileno negro de diferentes tamaños que se mencionan en la descripción de los tratamientos, a las cuales se les realizaron 2 perforaciones en la base. El sustrato utilizado fue tierra de monte y no se desinfectó. Las características químicas del sustrato fueron pH 7.13, materia orgánica 5.71 %, nitrógeno total 0.29 %, fósforo 21.33 ppm, potasio 210.35 ppm, calcio 1,754 ppm, magnesio 245 ppm, capacidad de intercambio catiónico 12.50 meq/100 g y la textura franco arenoso.

Las bolsas se llenaron dejando 4 cm entre la tierra y el límite superior de la bolsa.

Manejo agronómico

El riego que se aplicó fue manual con un volumen de agua 300 mL cada 15 días desde siembra hasta el final del experimento. Cuando la planta alcanzó una altura de 10 cm se realizó la fertilización con 5 g por planta del fertilizante 20-15-07. Por otra parte, el control de plagas y enfermedades fue mediante aplicación foliar cada 30 días con el fungicida Oxiclورو de Cobre $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, insecticida Tiametoxam $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y $2 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ de fertilizante foliar con macro y micronutrientes (Bayfolan Forte®), a partir de los 2 meses de emergencia la planta.

Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron: días a emergencia, posteriormente cada 15 días a partir de la emergencia de plántula, durante 3 meses y luego cada 30 días, de igual forma, durante 3 meses se midieron las siguientes variables: altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), número de hojas.

Al final del experimento el 22 de noviembre de 2020, a los 237 días después de emergencia se realizó un análisis destructivo de cinco plantas por tratamiento (Cuadro 1), las plantas fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para



evaluar biomasa, de cada tratamiento se tomaron 5 plantas y se midió; Longitud de raíz; se midió utilizando una regla en centímetros desde el cuello hasta el ápice; Peso fresco de hoja: se eliminaron todas las hojas de la planta y se pesaron en báscula analítica Ohaus Analytical Plus (precisión de 0.1 mg); Peso fresco de raíz: se cortó la raíz y se pesó en báscula granataria; Peso fresco de tallo: se pesó el tallo y ramas sin hojas en báscula granataria; Área foliar: se tomaron 4 hojas sanas de la parte media de la copa y se escanearon con el programa ImajeJ®; Peso específico de hoja: se empleó la fórmula, peso seco de hoja (mg) / área foliar (cm²). Posteriormente las muestras se metieron a una estufa de secado Riossa Digital HCF-172 por tres días a 70 °C y se pesaron en báscula analítica Ohaus Analytical Plus (precisión de 0.1 mg).

Peso seco de hoja: se pesaron en gramos cuatro hojas por planta; Peso seco de raíz: se pesó en gramos la raíz; Peso seco de tallo: se pesó en gramos el tallo; De manera visual, se evaluó el porcentaje de plantas sanas y enfermas.

Cuadro 1. Diseño de tratamientos en plántulas de café en vivero, Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 1. Design of treatments in coffee seedlings in a nursery, Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamiento	Tamaño de bolsa
1	Siembra directa en bolsa de 15 x 30 cm
2	Siembra directa en bolsa de 18 x 30 cm
3	Siembra directa en bolsa de 13 x 25 cm
4	Siembra directa en bolsa de 15 x 25 cm
5 testigo	Siembra en almacigo más trasplante en bolsa de polietileno. (15 x 25 cm) a los 76 días después de emergencia

Análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones, la unidad experimental fue una plántula. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de comparaciones múltiples de medias Tukey ($p \leq 0.05$), empleando el programa estadístico SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de medias en emergencia de la planta.

No se encontraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) sobre la variable emergencia de plántulas de café en vivero, el proceso de emergencia tuvo una duración entre los 57 a 64 días. La respuesta a los tratamientos puede deberse a que la semilla presentó un alto porcentaje de viabilidad (90 % de emergencia) y a que tanto el sustrato utilizado como el agronómico fue el mismo en todos los tratamientos. Barboza y Herrera (1990) mencionan que lograron porcentajes de germinación del 95 % en semillas de café, germinadas en arena y en cámaras germinadoras con 30 °C y 98 % de humedad relativa. Arizaleta et al. (2005) afirman que el porcentaje de germinación en café 'Catui' más alto fue de 97 con el tratamiento de una semana de almacenamiento más 20 °C más 78 % de humedad relativa más empaque de sisal, germinadas con arena de río.

Cuadro 2. Emergencia de plántulas de café en vivero con diferente tamaño de bolsa, Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 2. Emergence of coffee seedlings in a nursery with different bag sizes, Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamiento	Días a emergencia
1. 15 x 30 cm	63.90 a
2. 18 x 30 cm	61.80 a
3. 13 x 25 cm	65.70 a
4. 15 x 25 cm	62.70 a
5. Testigo	56.80 a
CV	5.40
DMSH	4.27

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV:

Coeficiente de variación.

Comparación de medias en crecimiento vegetativo de plantas

En la primera evaluación se realizó el 13 de junio de 2020, a los 72 días después de emergencia, los tratamientos mostraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en altura de planta y número de hojas. La mayor altura de planta se encontró en el

tratamiento 5 (testigo evaluado en almacigo antes de trasplante a bolsa) con 4.88 cm y menor en el tratamiento 1 (15 x 30 cm) con 3.96 cm con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El diámetro de tallo no presentó diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El mayor número de hojas por planta se encontró en el tratamiento 5 (15 x 25 cm) y menor en tratamiento 3 (13 x 25) y tratamiento 4 (15 x 25) con una hoja, mostrando diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) (Cuadro 3). Estas diferencias en crecimiento vegetativo fueron ocasionadas por efecto de la siembra en suelo y en bolsa, así como el tamaño de bolsa.

Osorio et al. (2017) Indican que el tamaño de bolsa tienen efecto en el desarrollo de la planta de cacao, la mayor biomasa de planta fue en contenedor de 0.1 m³ y menor en 0.01 m³, otras variables que se alteran es la longitud de raíz y las características físicas del suelo como porcentaje de humedad, temperatura, porosidad, resistencia a la penetración y diámetros de agregados.

Cuadro 3. Crecimiento de plántulas de café en vivero, altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y número de hojas (NH) con diferente tamaño de bolsa. 13 de junio de 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 3. Growth of coffee seedlings in the nursery, plant height (AP), stem diameter (DT) and number of leaves (NH) with different bag sizes. June 13, 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamientos	AP (cm)	DT (mm)	NH
1. 15 x 30 cm	3.96 b	2 a	2 ab
2. 18 x 30 cm	4.04 ab	2 a	1.8 ab
3. 13 x 25 cm	4.27 ab	2 a	1 b
4. 15 x 25 cm	4.26 ab	2 a	1 b
5. Testigo	4.88 a	2 a	2.5 a
CV	15.69	0	55.43
DMSH	0.85	0	1.16

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.



El 8 de agosto de 2020 a los 132 días después de la emergencia de las plantas, la máxima altura de planta fue encontrada en el tratamiento 2 (18 x 30) con 9.46 cm y menor en el tratamiento 5 (testigo) con 7.57 cm con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). Adicionalmente el tratamiento 5 (testigo) obtuvo el máximo diámetro de tallo con 3 mm y el menor fue para el tratamiento 3 (13 x 25) con 2.6 mm y diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en el número de hojas (Cuadro 4).

La altura de planta y diámetro de tallo se afectaron por el volumen del contenedor. Quiroz et al. (2012) estudiando el volumen de contenedor en plantas de *Quillaja saponaria* en vivero mencionan que la mayor altura de planta fue de 29.37 cm con volumen de contenedor de 310 cc y de 14.86 cm en contenedor de 56 cc.

Cuadro 4. Crecimiento de plántulas de café en vivero, altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y número de hojas (NH) con diferente tamaño de bolsa. 8 de agosto de 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 4. Growth of coffee seedlings in the nursery, plant height (AP), stem diameter (DT) and number of leaves (NH) with different bag sizes. August 8, 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamientos	AP (cm)	DT (mm)	NH
1. 15 x 30 cm	8.68 ab	2.9 ab	8 a
2. 18 x 30 cm	9.46 a	2.75 ab	8 a
3. 13 x 25 cm	8.30 ab	2.60 b	7.6 a
4. 15 x 25 cm	8.34 ab	2.80 ab	7.6 a
5. Testigo	7.57 b	3 a	7.9 a
CV	15.36	10.64	11.70
DMSH	1.65	0.38	1.16

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.



El 22 de noviembre de 2020, a los 237 días después de emergencia, el tratamiento 2 (18 x 30 cm) logró la mayor altura de planta con 21.52 cm y la menor el tratamiento 3 (13 x 25 cm) con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El diámetro de tallo no mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El mayor número de hojas fue ubicado en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 16.1 y el menor en el tratamiento 3 (13 x 25 cm) con 12.94 (Cuadro 5). Estas diferencias encontradas en crecimiento vegetativo de plantas de café se debieron al tamaño de bolsa. Arizaleta y Pire (2008) encontraron que el tamaño de bolsa modifica el crecimiento de plántulas de café en vivero, la mayor biomasa de planta fue en el tratamiento con tamaño de bolsa de 18 x 23 cm. Salazar (1991) evaluando tamaños de bolsas en el crecimiento de café 'Colombia' mencionan que los mayores valores en altura de planta, número de hojas y peso fresco de planta se logran con bolsas de 17 x 23 cm, así también se disminuye el porcentaje de tallos torcidos, no centrados y raíces deformes. Por otra parte Álvarez y Damiao (2018) en plántulas de café 125 días después de siembra, mencionan pares de hojas de 4.6 cm a 5 cm, alturas de planta de 19.6 cm a 23.4 cm y diámetros de cuello (unión de tallo y raíz) de 5 cm a 5.4 cm.

Cuadro 5. Crecimiento de plántulas de café en vivero, altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y número de hojas (NH) con diferente tamaño de bolsa. 22 de noviembre de 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 5. Growth of coffee seedlings in the nursery, plant height (AP), stem diameter (DT) and number of leaves (NH) with different bag sizes. November 22, 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamientos	AP (cm)	DT (mm)	NH
1. 15 x 30 cm	18.96 ab	3.75 a	15.3 ab
2. 18 x 30 cm	21.52 a	3.8 a	16.1 a
3. 13 x 25 cm	14.6 b	5.4 a	12.94 b
4. 15 x 25 cm	16.27 b	3.35 a	14.3 ab
5. Testigo	15.75 b	3.15 a	14.5 ab
CV	22.19	71.72	15.20
DMSH	4.98	3.55	2.86

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

Comparación de medias de biomasa

El 22 de noviembre de 2020, a los 237 días después de emergencia se realizó un análisis destructivo para evaluar variables de crecimiento en plántulas de café. La mayor longitud de raíz fue de 25.58 cm en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El peso fresco de hoja máximo fue encontrado en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 10.59 gramos y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$), el tratamiento 2 (18 x 30 cm) mostró mayor peso fresco de raíz con 2.42 gramos superando estadísticamente a los demás. El peso fresco de tallo máximo fue dentro del tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 2.47 gramos y el menor en el testigo con 1.14 gramos con diferencia estadística ($p \leq 0.05$) (Cuadro 6). La biomasa de plántulas de café se modificó por el tamaño de bolsa. Gutiérrez et al. (2011) indican que el crecimiento de plántulas de cacao en vivero se modifica por el volumen de sustrato, las plántulas que lograron el menor desarrollo vegetativo fueron las que crecieron en menor volumen de suelo. Resultados similares encontraron Osorio et al. (2017) en cacao, el tamaño de contenedor alteró longitud de raíz y biomasa de raíz.

Por otra parte Salamanca y Sadeghian (2008) menciona que la biomasa de planta de café se modifica por el tipo de suelo y porcentaje de lombricomposta. Kufa (2012) encontró valores diferentes en peso de biomasa en plantas de café de más de un año, la mayor biomasa fue en tallo, seguido de hojas y raíz.

El 22 de noviembre de 2020, a los 237 días después de emergencia, la mayor área foliar fue encontrada en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 216 cm² y la menor en el testigo con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El peso específico de hoja mayor fue en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 0.018 mg·cm⁻² y el testigo mostró el menor valor con 0.016 mg·cm⁻² con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) (Cuadro 7). El mayor peso seco de la hoja fue encontrado en el tratamiento 2 (18 x 30) superando estadísticamente ($p \leq 0.05$) a los demás tratamientos, se presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos en peso seco de raíz. El tratamiento 2 (18 x 30 cm) obtuvo el máximo peso seco de tallo con 0.87 g y el menor en el tratamiento 5 (15 x 25 cm) con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El peso seco de hoja, de raíz y de tallo se modificó por el tamaño de bolsa. El área foliar y el peso específico de hoja se modificaron por el tamaño de bolsa. Posiblemente el factor que más influye



en el desarrollo de las plántulas de café en vivero es el trasplante a bolsas, ya que al extraer la planta del suelo se pueden dañar raíces y al sembrar las plantas en el contenedor el suelo se debe de compactar.

Osorio et al. (2017) señalan que el tamaño del contenedor modifica las características del sustrato en retención de humedad, temperatura y porosidad.

Reyes et al. (2000) menciona que una forma para estimar fotosíntesis es conocer el peso específico de hoja. Arcila y Chávez (1995) indican que el área foliar se afecta por el número de plantas por hectárea y Ortiz et al. (2017) por el tipo de propagación por embriogénesis cigótica y por embriogénesis somática. Existen diversos factores que alteran el crecimiento de plántula de café en vivero. Álvarez y Damiao (2018) mencionan que 125 días después de siembra de café el peso seco de planta se modifica por la aplicación de microorganismos al suelo, el testigo sin microorganismos obtuvo peso aéreo de 5.52 g y de raíz 1.45 g y el área foliar fue de 475 cm². Arizaleta y Pire (2008) encontraron en plántulas de café el mayor peso de biomasa seca en bolsa de 18 x 23 cm, seis meses después de siembra.

Cuadro 6. Crecimiento de plántulas de café en vivero, longitud de raíz (LR), pesó fresco de hoja (PFH), pesó fresco de raíz (PFR), pesó fresco de tallo (PFT), pesó seco de hoja (PSH) con diferente tamaño de bolsa. 22 de noviembre de 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 6. Growth of coffee seedlings in nursery, root length (LR), fresh leaf weight (PFH), fresh root weight (PFR), fresh stem weight (PFT), dry leaf weight (PSH) with different bag size. November 22, 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamientos	LR (cm)	PFH (g)	PFR(g)	PFT(g)
1. 15 x 30 cm	23.94 ab	7.37 b	1.48 b	1.55 bc
2. 18 x 30 cm	25.58 a	10.59 a	2.42 a	2.47 a
3. 13 x 25 cm	21.62 bc	6.48 b	1.32 b	1.29 bc
4. 15 x 25 cm	21.5 bc	6.90 b	1.49 b	1.75 b
5. Testigo	20.56 c	5.38 b	1.37 b	1.14 c
CV	7.82	18.42	22.96	17.05
DMSH	3.35	2.56	0.70	0.53

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.



Cuadro 7. Crecimiento de plántulas de café en vivero, área foliar (AF), peso específico de hoja (PEH), peso seco de hoja (PSH), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST). 22 de septiembre de 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, México.

Table 7. Nursery coffee seedling growth, leaf area (AF), leaf specific weight (PEH), leaf dry weight (PSH), root dry weight (PSR), stem dry weight (PST). September 22, 2020. Llagostera, Hueytamalco, Puebla, Mexico.

Tratamiento	AF (cm ²)	PEH (mg·cm ⁻²)	PSH (g)	PSR (g)	PST (g)
1. 15 x 30 cm	156 b	0.0182 ab	0.93 b	0.70 a	0.58 ab
2. 18 x 30 cm	216 a	0.0188 a	1.35 a	0.89 a	0.87 a
3. 13 x 25 cm	157 b	0.0169 bc	0.77 b	0.51 a	0.43 b
4. 15 x 25 cm	164 ab	0.0171 abc	0.94 b	0.58 a	0.59 ab
5. Testigo	140 b	0.0163 c	0.69 b	0.84 a	0.37 b
CV	17	5.12	21.50	47.17	27.35
DMSH	53	0.0017	0.38	0.633	0.29

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

Sanidad de planta

El 100 % de la planta presentaron adecuada sanidad. Esto debido a que se realizaron aplicaciones para el control de plagas y enfermedades.

CONCLUSIÓN

Los días a emergencia de plántulas de café oscilaron de 56.8 a 65.7. El mayor crecimiento en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en plántulas de café fue encontrado cuando se utilizó el tamaño de bolsa de 18 x 30 cm. El mayor peso de biomasa fresca en plántulas de café fue al emplear bolsa de 18 x 30 cm y el menor en el testigo. La mayor área foliar y peso específico de hoja se logró en el tratamiento con tamaño de bolsa de 18cm x 30 cm. La siembra de semilla de café en almácigo más trasplante a bolsa disminuye el crecimiento vegetativo.



LITERATURA CITADA

- Adriano, A. M. de L., Arquin, G. R., Hernández, R. C., Salvador, F. M., & Monreal, V. C. T. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2 (3), 417-431.
- Arcila, P. J. & Chávez, C. B. (1995). Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. *Cenicafe*, 46(1), 5-20.
- Álvarez, M. J. L., & Damiao, J. C. (2018). Producción de posturas de café con la aplicación de microorganismos eficientes en Angola. *Centro Agrícola*, 45(2), 29-33
- Arizaleta, M. & Pire R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia*, 42, 47-55.
- Arizaleta, M., Montilla, J., & Pares, J. (2005). Efecto del almacenamiento de las semillas del cafeto (*Coffea arabica* L. var. Catuai amarillo) sobre la emergencia. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 22, 205-213.
- Barboza, R., & Herrera, J. (1990). El vigor en la semilla de café y su relación con la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense*, 14 (1), 1-8.
- Encalada M., Fernández, P., Jumbo, N., Alejo, A., & Reyes, L. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. cv. Caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 70-84.
- Gil, C. A. I. & Díaz, M. L. J. (2016). Evaluación de dos tipos de contenedores sobre el crecimiento radical de café (*Coffea arábica* L. cv. Castillo) en etapas de vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10 (1), 125-136 .
- González, E. J. (1992). Humedad y germinación de semillas de *Hyeronima alchorncoides* (Euphyobiaceae). *Revista de Biología Tropical*, 40(1), 139-141.
- Gutiérrez, R. M., Gómez, S. R., & Rodríguez, L. N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-45.



- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hueytamalco, Puebla. Recuperado en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21076.pdf.
- Kufa, T. (2012). Biomass production and distribution in seedlings of *Coffea arabica* genotypes under contrasting nursery environments in southwestern Ethiopia. *Agricultural Science*, 3(8), 835-843.
- Marín, C. G. (2012). *Producción de café especiales*. Equipo Técnico del Proyecto Fondo Empleo, Programa Selva Central.
- Maradiaga, W. D., Pego, A. W., Alves, J., Honorato, M, V. (2017). Growing of coffee seedlings on different substrates and fertilized with lithothanium. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 70 (2), 8177-8182.
- Mascarini, L., Lorenzo G., Svartz, H., Pesenti, S., & Amado, S. (2012). Tamaño de contenedor y tipo de sustrato afectan la eficiencia en el uso del agua en *Gerbera jamesonii* para flor cortada. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 18, 71-77.
- Morfín, V.A, Castillo, P.G., & Vizcano, G. A. (2006). El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Colima. INIFAP.
- Ortiz, N., Barbón, R., Capote, A., Pérez, A., & Robaina, M., (2017). Caracterización morfológica en vivero de plantas de *Coffea arabica* L. cv. Caturra rojo J-884 obtenidas por embriogénesis somática. *Bioteología Vegetal*, 17(4), 251-257.
- Osorio, G. M. A., Leiva, E. I., & Ramírez, P. R. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista Ciencias Agrícolas*, 34(2), 73-82.
- Quiroz, I., Gonzalez, M., Hernández, A., Soto, H., García, E., Pincheira, M. (2012). Efecto del tamaño de contenedor sobre el crecimiento en vivero y comportamiento en terreno de plantas de *Quillaja saponaria* mol. establecidas en florida, región del Biobío. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile*, 18(2), 21-38.
- Reyes, M. I., Villegas, A., Colinas, M. T., & Caldearon, G. (2000). Peso específico, contenido de proteínas y de clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia*, 34(1), 49-55.

- Rodríguez, I., Adam, G., & Durán, A. J. M., (2008) Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semilla. *Revista Agropecuaria y Ganadera*, 912, 836-842.
- Romero, A. C., Jiménez, F., & Muschler, R. (2000). Crecimiento de almácigos de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforesteria en las Américas*, 7(26), 37-39.
- Salamanca, J. A., & Sadeghian, K. S. (2008). almácigos de café con distintas proporciones de lombrianza en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica. *Cenicafe*, 59(2), 91-102.
- Salazar, A. J. N. 1991. Efecto del tamaño de bolsa sobre el desarrollo de “colinos” de café. *Cenicafe*. Avances técnicos. Núm. 170.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019). Base de datos de cultivos. Consultado en: <https://www.gob.mx/siap>
- Villegas, A.M., & Andrade, R. M. (2005). Secado y almacenamiento de semillas de mandarina ‘Cleopatra’. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(1), 79-8

