



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DESARROLLO DE PLÁNTULA DE CAFÉ CON
DIFERENTE TAMAÑO DE BOLSA

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA
GRACIELA MARTINEZ INES

DIRECTOR
DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

SAN JUAN ACATENO, TEZIUTLÁN, PUEBLA, MAYO DE 2021



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**DESARROLLO DE PLÁNTULA DE CAFÉ CON
DIFERENTE TAMAÑO DE BOLSA**

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA
GRACIELA MARTÍNEZ INÉS**

**DIRECTOR
DR. RAÚL BERDEJA ARBEU**

**ASESORES
M.C. JOSÉ MÉNDEZ GÓMEZ
M.C. RAMIRO ESCOBAR HERNÁNDEZ
DR. LUIS ANTONIO DOMÍNGUEZ PERALES**

SAN JUAN ACATENO, TEZIUTLÁN, PUEBLA, MAYO DE 2021

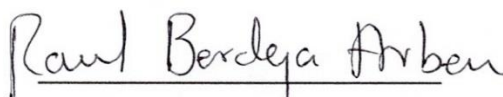
La presente tesis titulada **DESARROLLO DE PLÁNTULA DE CAFÉ CON DIFERENTE TAMAÑO DE BOLSA** y realizada por **GRACIELA MARTÍNEZ INÉS**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular integrado por:

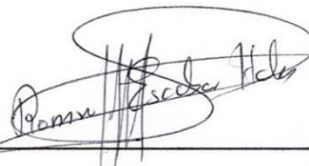
Director: Dr. Raúl Berdeja Arbeu



Asesor: M.C. José Méndez Gómez



Asesor: M.C. Ramiro Escobar Hernández



Asesor: Dr. Luis Antonio Domínguez Perales



San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México, Mayo del 2021

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: BUAP CA-234-Manejo de Recursos Fitogenéticos y de la línea de investigación Manejo y Conservación de los Recursos Fitogenéticos. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A Dios

Le doy gracias por darme el mayor privilegio "La vida" y ser parte de personas maravillosas que me han brindado amor, apoyo y confianza. Ponerme en el camino de sus vidas es uno de los regalos más hermosos que he tenido.

Gracias Dios por poder vivir cada momento de mi vida, porque gracias a todo esto pude valorarme y saber que no hay obstáculo que no pueda superarse. Y sobre todo por seguirme guiando por este camino.

A mis padres Mi mamá Patricia Inez Bartolo por esforzarse día con día con mi papá Rodolfo Martínez Méndez para buscar algo mejor en mi futuro, a ellos les debo lo que ahora soy gracias por los consejos, regañíos y sobre todo por todo ese amor sincero que me han dado y por haber confiado en mí. No me queda más que decir gracias.

A mis hermanos Cecy, Mafe, José Luis, Bernardino y Rodolfo no solo son mis hermanos, sino que mis amigos, gracias por apoyarme, dándome consejos y más que nada por su amor sin ustedes no podría haber concluido esta etapa. Los amo mucho hermanos, espero que nunca cambie esta unión que tenemos.

A mis sobrinos, Antes que nada, a mis cuñadas Alma y Lorena por brindarme su apoyo y por darme la dicha de ser tía y convivir con mis

sobrinos Yareth, Emmanuel y Santiago, estos niños que más de una vez me han regalado momentos de felicidad, que por un instante me pueden quitar el estrés con solo un rato a su lado.

A mis amigos y compañeros Ustedes también han influido mucho, a ti Omar por ayudarme durante el desarrollo de la tesis y tenerme paciencia, cariño, a mis amigos Ana, Luis Fernando, José Manuel, Josefina cada uno me ha apoyado y me han demostrado que si puede existir una amistad.

AGRADECIMIENTOS

¡¡Gracias!!

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por aceptarme ser parte de su equipo estudiantil, a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias por ayudarme en mi carrera. A los doctores y maestros de la universidad por brindarme de sus conocimientos.

Al Doctor Raúl Berdeja Arbeu por su paciencia, consejos que me brindo durante toda la etapa de la universidad e incluso más en el desarrollo de mi tesis.

A mi consejo particular que me apoyo en la revisión de mi trabajo al Maestro en ciencias José Méndez Gómez, Maestro en ciencias Ramiro Escobar Hernández y al Doctor Luis Antonio Domínguez Perales no me queda más que decirles gracias por su asesoría.

A mi tutor académico de la universidad por darme asesoría en materias y de igual forma a mis compañeros de la generación 2016 por todas las aventuras y risas que compartimos dentro y fuera de un aula.

A mi amigo Gabriel Jarillo Blas por regalarme la semilla de mi experimento, sin su ayuda me fuese más tardado concluir esta etapa.

ÍNDICE

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|--------|
| ÍNDICE GENERAL..... | i |
| ÍNDICE DE CUADROS | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRACT | vii |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO..... | 2 |
| III. HIPÓTESIS | 3 |
| IV. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 4.1 Origen del café..... | 4 |
| 4.2 Taxonomía del café | 4 |
| 4.3 Producción de café nacional | 4 |
| 4.4 Estadísticas de Distrito de Desarrollo Rural en Puebla | 5 |
| 4.5 Importancia económica | 6 |
| 4.6 Ecología del café | 6 |
| 4.7 Variedades | 6 |
| 4.8 Propagación | 7 |
| 4.9 Propagación sexual..... | 7 |
| 4.9.1 Ventajas | 8 |
| 4.10 Propagación asexual | 8 |
| 4.10.1 Ventajas | 8 |
| 4.11 Semilla..... | 8 |
| 4.12 Viabilidad de semilla..... | 8 |
| 4.13 Vigor de la semilla..... | 9 |
| 4.14 Factores que afectan la germinación de semilla | 9 |
| 4.14.1 Humedad de la semilla | 9 |

| | |
|---|----|
| 4.14.2 Condiciones de almacenamiento | 9 |
| 4.14.3 Temperatura de la semilla..... | 9 |
| 4.14.4 Salinidad del suelo..... | 10 |
| 4.15 Latencia | 10 |
| 4.15.1 Tratamientos de latencia..... | 10 |
| 4.16 Tratamientos que favorecen la germinación..... | 10 |
| 4.17 Germinación | 11 |
| 4.18 Sustratos | 11 |
| 4.19 Contenedores | 11 |
| 4.20 Fenología del café en vivero..... | 11 |
| 4.21 Semillero o almacigo..... | 12 |
| 4.22 Vivero..... | 12 |
| 4.23 Establecimiento del vivero de café..... | 12 |
| 4.24 Trabajos de investigación | 12 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 15 |
| 5.1 Localización del experimento..... | 15 |
| 5.2 Material vegetal | 15 |
| 5.3 Establecimiento del experimento..... | 15 |
| 5.4 Diseño de tratamientos | 16 |
| 5.5 Variables a evaluar | 16 |
| 5.5.1 Días a emergencia..... | 16 |
| 5.5.2 Longitud de planta..... | 16 |
| 5.5.3 Diámetro de tallo | 16 |
| 5.5.4 Número de hojas..... | 16 |
| 5.5.5 Peso fresco de hoja | 17 |
| 5.5.6 Peso fresco de tallo..... | 17 |
| 5.5.7 Peso fresco de raíz..... | 17 |
| 5.5.8 Longitud de raíz principal..... | 17 |
| 5.5.9 Área foliar..... | 17 |
| 5.5.10 Peso específico de hoja..... | 17 |

| | |
|---|----|
| 5.5.11 Porcentaje de planta sana..... | 17 |
| 5.5.12 Porcentaje de planta enferma..... | 17 |
| 5.5.13 Porcentaje de planta muerta..... | 17 |
| 5.5.14 Peso seco de hoja..... | 17 |
| 5.5.15 Peso seco de tallo..... | 17 |
| 5.5.16 Peso seco de raíz..... | 17 |
| 5.6 Diseño experimental..... | 17 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 19 |
| 6.1 Emergencia de la planta..... | 19 |
| 6.2 Altura de planta, diámetro de tallo y número hojas en café..... | 20 |
| 6.2.1 Primera fecha..... | 20 |
| 6.2.2 Segunda fecha..... | 21 |
| 6.2.3 Tercera fecha..... | 21 |
| 6.2.4 Cuarta fecha..... | 22 |
| 6.2.5 Quinta fecha..... | 23 |
| 6.2.6 Sexta fecha..... | 24 |
| 6.2.7 Séptima fecha..... | 25 |
| 6.2.8 Octava fecha..... | 26 |
| 6.2.9 Novena fecha..... | 27 |
| 6.3 Biomasa en fresco de plántulas de café..... | 28 |
| 6.4 Biomasa en seco de plántulas de café..... | 29 |
| 6.5 Porcentaje de planta sana y enferma..... | 30 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 31 |
| VIII. LITERATURA CITADA..... | 32 |
| ANEXO..... | 37 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Contenido | Paginas |
|---|---------|
| Cuadro 1. Estados productores de café cereza en México | 5 |
| Cuadro 2. Variedades de café en México | 7 |
| Cuadro 3. Diseño de tratamientos en plántulas de café en vivero con diferente tamaño de bolsa | 16 |
| Cuadro 4. Emergencia de plántulas de café en vivero..... | 19 |
| 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 | 20 |
| Cuadro 6. 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 | 21 |
| Cuadro 7. 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 |
| Cuadro 8. 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 | 23 |
| Cuadro 9. 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 | 24 |
| Cuadro 10. 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 | 25 |
| Cuadro 11 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 | 26 |
| Cuadro 12. 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 | 27 |
| Cuadro 13. 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 | 28 |
| Cuadro 14. Crecimiento de plántulas de café en vivero, longitud de raíz (LR), peso fresco de hoja (PFH), peso fresco de raíz (PFR), peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de hoja (PSH) con diferente tamaño de bolsa | 29 |
| Cuadro 15. Crecimiento de plántulas de café en vivero, peso seco en hoja (PSH), peso seco en tallo (PST), área foliar (AF), peso específico de hoja (PEH)..... | 30 |

ANEXOS

| Contenido | Página |
|--|---------------|
| Anexo 1. Crecimiento de planta de café a los 104 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores | 37 |
| Anexo 2. Crecimiento de planta de café a los 138 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores | 37 |
| Anexo 3. Crecimiento de planta de café a los 168 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores | 38 |
| Anexo 4. Crecimiento de planta de café a los 198 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores | 38 |
| Anexo 5. Crecimiento de planta de café a los 231 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores | 39 |

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 15 x 30 cm, 18 x 30 cm, 13 x 25 cm, 15 x 25 cm, 15 x 25 cm (testigo a trasplante). El diseño experimental fue completamente al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones. Los días a emergencia oscilaron de 56.80 a 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 fue con tamaño de bolsa con 18 x 30 cm, superando el testigo (almacigo más trasplante) con diferencias estadístico ($P \leq 0.05$). El mayor peso de biomasa en fresco y seco fue 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 concluye que la siembra de café en almacigo y trasplante a bolsa disminuye el crecimiento vegetativo.

Palabras clave: *Coffea arabica* L., 'Costa Rica 95', días a emergencia, biomasa.

ABSTRACT

In the municipality of Hueytamalco, Puebla there are production nurseries in coffee seedlings, 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 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). 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 was with 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 was with 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* L., 'Costa Rica 95', days to emergence, biomass.

I. INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 708,247 ha de café, el estado de Puebla tiene 69,222 ha, el Distrito de Desarrollo de Teziutlán produce 40,017 toneladas (SIAP, 2019).

Algunas de las variedades que se producen en México son: 'Caturrá', 'Garnica', y 'Colombia' (López *et al.*, 2016). Sin embargo, existen otras variedades con potencial, como la variedad 'Costa Rica 95' (Julca *et al.*, 2018).

Algunas de las características que se buscan cuando se elige la variedad de café son: vigor de planta, color de fruto, calidad de grano, resistencia a plagas y enfermedades entre otras (Duran, sin año).

El ambiente es un factor limitante en cuanto a desarrollo de planta y calidad de grano, la altitud recomendada es de 500-1700 metros sobre el nivel del mar, con precipitación de 1000-3000 mm por año, con temperaturas promedio de 17-23 ° C, y humedad relativa menor a 85 % (ICAFE, 2011).

La propagación reproductiva de café es el éxito para obtener planta de calidad en vigor y sanidad. Arizaleta y Pire (2008) mencionan que el café en vivero se propaga en bolsas de polietileno. Gutiérrez *et al.* (2011) indican que el tamaño de bolsa modifica el crecimiento vegetativo. 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.

Por lo antes mencionado se pretende realizar el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos e hipótesis.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el desarrollo de plántulas de café variedad 'Costa Rica 95' germinadas en suelo y diferentes tamaños de bolsas de polietileno.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de emergencia de plántulas de café variedad 'Costa Rica 95' germinadas en suelo y en bolsas de polietileno.
- Cuantificar el crecimiento de plántulas de café germinadas en suelo y en bolsas.
- Evaluar el porcentaje de plántula sana y enferma de café en vivero.

III. 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'.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen del café

El café (*Coffea arábica L.*) es originario de las tierras altas de Etiopia y Sudan (África) (ICAFE-MAG, 1989) es uno de los cultivos de mayor importancia en países como: Colombia, Brasil, El Salvador, Nicaragua, y otros (IICA, 1997; PROMECAFE, 1997).

El café se introdujo en México a finales del siglo antepasado, fue en Córdoba, Veracruz, el primer lugar del país donde se cultivó por primera vez en el año de 1817 (Gómez, 2010).

4.2 Taxonomía del café

La clasificación taxonómica de la planta del café (*Coffea arábica L.*) descrita por Alvarado y Rojas (1994) es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Orden: *Rubiales*

Familia: *Rubiaceae*

Género: *Coffea*

Especie: *C. arábica*

4.3 Producción de café nacional

De acuerdo al 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 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estados productores de café cereza en México.

| Estado | Superficie sembrada (ha) | Rendimiento (t•ha ⁻¹) |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Colima | 2,693 | 0.984 |
| Chiapas | 252,744 | 1.379 |
| Guerrero | 45,384 | 0.927 |
| Hidalgo | 23,084 | 1.273 |
| Jalisco | 3,106 | 1.471 |
| México | 483 | ----- |
| Nayarit | 16,197 | 0.746 |
| Oaxaca | 136,150 | 0.665 |
| Puebla | 69,222 | 2.337 |
| Querétaro | 199 | ----- |
| San Luís Potosí | 16,202 | 0.589 |
| Tabasco | 358 | 1.170 |
| Veracruz | 142,426 | 1.629 |
| Total | 708,247 | 1.336 |

Fuente: SIAP (2019)

4.4 Estadísticas de Distrito de Desarrollo Rural en Puebla

El estado de Puebla se posiciona en el noveno lugar de los trece estados productores de café cereza (SIAP, 2019). 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 (SIAP, 2019).

El éxito en el cultivo de café para obtener altos rendimientos de fruto es seleccionar la semilla, la variedad, el clima, método de propagación y manejo agronómico del cultivo (Salazar,1991; Ortiz *et al.*, 2017; Romero,2000).

4.5 Importancia económica

SAGARPA (2017) menciona que el café representa el 0.66 % del PIB agrícola nacional, el consumo per cápita por año es de 1.3 kg, el 56.85 % de las exportaciones de café se envían a Estados Unidos y el resto a otros países de la Unión Europea, Japón, Cuba, Canadá y China entre otras naciones.

4.6 Ecología de café

La altitud para el cultivo de café oscila de 500-1700 metros sobre el nivel del mar, con precipitación de 1000-3000 mm por año, con temperaturas promedio de 17-23 °C, y humedad relativa menor a 85 % (ICAFE, 2011).

4.7 Variedades

López *et al.* (2016) menciona que algunas de las variedades de café que se producen en el estado de Veracruz son: 'Caturrá', 'Garnicá', 'Colombiá'.

La variedad 'Costa Rica 95' su progenitor es un híbrido llamado 'Catimor' ('Caturra' x híbrido Timor). La forma de la planta es cónica con mucha ramificación primaria, color de brote bronceado, color de fruto rojo y con forma oblonga (Julca *et al.*, 2018). En el Cuadro 2, se presenta el porte de planta de café en algunas variedades en México.

Cuadro 2. Variedades de café en México.

| Variedad | Porte de planta |
|--------------------|------------------------|
| 'Caturra' | Porte bajo |
| 'Catuai Amarillo' | Porte bajo |
| 'Caturra Amarillo' | Porte bajo |
| 'Garnica' | Porte bajo |
| 'Típica' | Porte alto |
| 'Garnica C' | Porte alto |

Fuente: López *et al.* (2016).

4.8 Propagación

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.

La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación por medio tanto sexuales como asexuales (Hartmann y Kester, 1997).

Tradicionalmente el café se siembra por semilla, en viveros o almácigos, dependiendo la zona de producción existen variantes en la propagación de plántulas.

4.9 Propagación sexual

La reproducción sexual es donde se fusionan los gametos haploides de diferentes sexos con el fin de producir un cigoto diploide (Segui, 2011).

4.9.1 Ventajas

Correa *et al.* (2013) menciona que la reproducción sexual de semilla tiene como efecto la variabilidad genética, reduce efectos ambientales nocivos, se presenta flujo de genes, selección natural y reduce la deriva genética y endogamia.

4.10 Propagación asexual

Segui (2011) menciona que la reproducción asexual es un tipo de reproducción en donde no se forman gametos, no existen cigotos no hay meiosis ni fecundación. Normalmente esto pasa por la multiplicación de células somáticas.

4.10.1 Ventajas

Centellas *et al.* (2011) indica algunas ventajas de la propagación asexual son: fácil método de propagación, plantas propagadas iguales a la planta madre y plantas homogéneas entre otras.

4.11 Semilla

La semilla es el óvulo maduro fecundado, el óvulo está formado por el saco embrionario, nucela, funículo y tegumentos (López *et al.* 2016).

4.12 Viabilidad de la semilla

Rodríguez *et al.* (2015) nos dice que la viabilidad es aquella donde la semilla es capaz de emerger en cualquier condición.

4.13 Vigor de la semilla

Se puede definir como la capacidad de germinación de una semilla (Rodríguez *et al.* 2015).

4.14 Factores que afectan la germinación de la semilla

4.14.1 Humedad de la semilla

Gonzales (1992) evaluando contenido de humedad y germinación en semillas de *Hyeronima alchorneoides* menciona que el porcentaje de germinación se modifica por el contenido de humedad en la semilla, la mayor germinación fue 54 % de humedad en la semilla y menor con 14 % de humedad en la semilla.

Villegas y Andrade (2005) mencionan que en el almacenamiento de semilla de mandarino (Cleopatra) el mejor tratamiento en contenido de humedad de la semilla fue de 14.7 % con 94.6 % de germinación y 91.6 % de emergencia, otros factores que se deben considerar es el tratamiento químico de la semilla.

4.14.2 Condiciones de almacenamiento

Herrera *et al.* (2009) evaluando tiempo de almacenamiento y germinación en semillas de portainjertos cítricos almacenados a 5 °C encontraron 90 % de germinación en semillas almacenadas por 30 días y del 40 % en semillas que se almacenaron por 9 meses.

4.14.3 Temperatura de la semilla

Caroca *et al.* (2016) estudiando temperaturas en germinación de cacahuete indican que el porcentaje de germinación depende del material utilizado. El mayor porcentaje de germinación fue en intervalos de temperaturas de 14 a 36 °C con valores superiores al 80 % de germinación.

4.14.4 Salinidad del suelo

Layne *et al.* (2007) estudiando el efecto de la salinidad del suelo en la germinación de las semillas de maíz mencionan que al incrementar la salinidad disminuye el porcentaje de germinación y aumenta el tiempo de germinación.

4.15 Latencia

Valera y Arana (2011) señalan que la latencia, también se le conoce como dormancia y letargo y es la incapacidad de las semillas viables a germinar, existen diferentes tipos de latencia: 1. Latencia por la cubierta de la semilla: física, mecánica, química, morfológica o endógena. 2. Latencia morfológica o endógena: esto se debe a embriones rudimentarios y embriones no desarrollados. 3. Latencia interna: fisiológica, interna intermedia y del embrión. 4. Latencia combinada morfofisiológica y 5. Latencia combinada exógena- endógena.

4.15.1 Tratamientos de latencia

Valera y Arana (2011) mencionan algunos tratamientos para eliminar latencia:

1. Estratificación: se utiliza para romper la latencia fisiológica, la semilla se coloca en sustratos húmedos y con frío para retener humedad.
2. Escarificación: es cualquier método que fracture o haga un daño mecánico en las cubiertas de las semillas.
3. Lixiviación: las semillas se remojan en agua corriente para quitar inhibidores químicos en la cubierta.

4.16 Tratamientos que favorecen la germinación

Castillo *et al.* (2018) reportan que los siguientes tratamientos se utilizan para la germinación los cuales son: imbibición en agua por 8 h a una temperatura inicial de 93 °C,

inmersión en suspensión de conidios de *Thichoderma* (3×10^9) esporas por 1 ml durante 1 minuto, NaClO al 3% por ocho minutos y H₂SO₄ al 99.9 %.

4.17 Germinación

Conjunto de fenómenos en virtud de los cuales el embrión o la pequeña planta contenida dentro de la semilla salen de su estado de vida en reposo, para transformarse en una planta capaz de vivir a expensas del medio en el cual se encuentra (Hartmann y Kester, 1997). Es el proceso en el cual la semilla genera una planta y consta de tres fases: hidratación de semilla, activación del embrión, y crecimiento del embrión (López *et al.* 2016).

4.18 Sustratos

Es el material sólido diferente del suelo que puede ser natural, sintético, mineral u orgánico que, colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; este sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta (Bures, 1999).

4.19 Contenedores

Ansorena (1994) menciona que el término contenedor aplica a cualquier tipo de recipiente que contiene un sustrato y en el cual se desarrolle una planta. El éxito del cultivo en contenedor depende del sustrato adecuado (Mascarini *et al.*, 2012; Urrestarazu, 2015).

4.20 Fenología de café en vivero

La germinación del café 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).

4.21 Semillero o almacigo

Morfín *et al.* (2006) mencionan que el establecimiento del semillero se realiza en suelo franco, se desinfecta con formol al 40 % y se aplica 10 L• m³ de suelo y se tapa con plástico negro por 4 días, 3 días después se puede establecer la semilla. Las dimensiones del semillero son variables, el ancho de la cama puede ser de 1.5 metros x 3.5 metros de largo y espacio entre semilleros de 1 metro.

4.22 Vivero

Es el terreno, la superficie, la zona elegida y acondicionada para ser destinada a la multiplicación y la producción de las plantas hasta que estas puedan ser trasplantadas en otro lugar (Pierre, 2005). Existen dos formas de propagar los materiales, en almacigo y en bolsa (Instituto del Café de Costa Rica, 2011).

4.23 Establecimiento de vivero de café

Morfín *et al.* (2006) para el trasplante de planta de semillero a vivero se recomiendan bolsas negras de polietileno de 18 x 30 cm, adentro del vivero se colocan las bolsas en 3 hileras con distancias de 15 cm una de otra, la etapa fenológica de trasplante a bolsa es en soldadito (primeras hojas).

4.24 Trabajos de investigación

Existen diferentes factores que van a modificar el desarrollo de las plantas de café en vivero como son: contenedores (Osorio *et al.*, 2017), sustratos (Encalada *et al.*, 2018), tipo de propagación sexual o asexual (Ortiz *et al.*, 2017) y manejo agronómico (Romero, 2000).

Arizaleta y Pire (2008) evaluando diferente tamaño de bolsa 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 menor de 1.89 g en bolsa de 13 x 15 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.

Salazar (1991) indican que la altura de planta, número de hojas, biomasa, forma de tallo y de raíz se modifica por el tamaño de bolsa y la variedad utilizadas en café. Por otra parte, Adriano *et al.* (2011) señala que también la biofertilización afecta el desarrollo de la plántula.

Gutiérrez *et al.* (2011) estudiando el crecimiento de plantas de cacao en distintos volúmenes de sustrato 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.

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. Otras variables que afectan es humedad del suelo, temperatura del suelo, porosidad y resistencia a la penetración.

Encalada *et al.* (2018) caracterizando crecimiento en plántulas de café 'Caturra' en vivero encontraron que el crecimiento depende del sustrato y del recipiente. La mayor altura fue de 22.78 cm con bolsa de 12.5 x 20 cm con sustrato fosfoestiercol + arena + suelo y menor crecimiento de 12.35 cm en bolsa de 12.5 x 20 cm con sustrato suelo + arena. El mayor diámetro de tallo fue de 3.86 mm con bolsa de 12.5 x 20 cm con sustrato bocashi + arena + suelo. El mayor número de hojas fue de 6.87 con bolsas de 12.5 x 20 cm con sustrato bocashi + arena + suelo. La mayor área foliar 346.42 cm² en bolsa de 12.5 x 20 cm con sustrato bocashi + arena + suelo. La mayor materia seca en raíces fue de 1.32 g y en la parte aérea de 3.59 g con bolsa de 12.5 x 20 cm y el sustrato bocashi + arena + suelo.

Reyes *et al.* (2000) probaron que una manera de estimar fotosíntesis es con la producción de materia seca por unidad de superficie, 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.

Montoya *et al.* (2017) refieren que para realizar estimación de área foliar en plantas de café se requiere al menos evaluar el 43.7 % de sus ramas y contar el número de hojas de cada una de ellas.

Ortiz *et al.* (2017) encontraron que la altura de planta, número de pares de hojas, área foliar, contenido de clorofila y diámetro de tallo en plántulas de café 'Caturra Rojo' se modifica por el tipo de propagación por embriogénesis cigótica y por embriogénesis somática.

Salamanca y Sadeghian (2008) mencionan que el crecimiento de café en almacigo se modifica por la localidad de colecta de suelo más el porcentaje de abono (lombrinaza).

Arizaleta *et al.* (2005) indican que el porcentaje de germinación se afecta por el tiempo de almacenamiento de la semilla, condiciones de almacenamiento y el recipiente.

Salgado *et al.* (2018) en plantas de arándano compararon crecimiento en respuesta al estrés osmótico, el desarrollo de plantas en condiciones de estrés salino modifica el peso seco de raíz, de tallo, de hoja y de frutos, el testigo sin estrés salino obtuvo el mayor peso de materia seca. Otras variables que se alteran número de frutos, peso de fruto, diámetro de fruto, número de hojas, área foliar, peso específico de hoja y tamaño de hoja.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del experimento

INEGI (2009) menciona que la altitud del municipio de Hueytamalco oscila de 100 a 1900 metros, con rango de temperatura de 16 a 26 °C y precipitación de 1500 a 1300 mm, el clima es semicálido con lluvias todo el año, cálido con lluvias todo el año, cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y templado húmedo con lluvias todo el año.

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

Las características químicas del sustrato fue pH 7.13, materia orgánica 5.71 %, nitrógeno total 0.29 %, fosforo 21.33 ppm, potasio 210.35 ppm, calcio 1754 ppm, magnesio 245 ppm, capacidad de intercambio catiónico 12.50 meq/100 g y la textura de suelo franco arenoso.

5.2 Material vegetal

Se utilizaron semillas de café de la variedad 'Costa Rica 95'. Se cosecho fruto maduró de color rojo intenso de la parte media de la copa, posteriormente se lavó y se despulpo, la semilla se lavó con agua corriente y se colocó en un recipiente con agua, las semillas que flotaron se eliminaron, después se introdujeron por 30 segundos a una solución de Oximet (Ingrediente activo oxiclورو de cobre) 5 g·L⁻¹, inmediatamente después la semilla se sembró en almacigo y en los diferentes contenedores a una profundidad de 1 cm.

5.3 Establecimiento del experimento

Se emplearon bolsas de polietileno negro de diferentes tamaños, a las cuales se les realizó 2 perforaciones en la base. El sustrato utilizado fue tierra de monte y no se desinfecto el suelo. Las bolsas se llenaron dejando 4 cm entre la tierra y el límite superior de la bolsa. El riego que se aplico 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 al suelo con 5 g por planta del fertilizante plantel (20-15-07). Por otra parte, el control de plagas y enfermedades fue mediante aplicación foliar cada 30 días con el funguicida Oximet (Oxicloruro

de cobre) 2 g L^{-1} , Actara (Tiametoxam) 1 g L^{-1} y 2 mL L^{-1} de Bayfolan Forte, a partir de que la planta tenía 2 meses de emergida.

5.4 Diseño de tratamientos

En el Cuadro 3 se muestra el diseño de tratamientos

Cuadro 3. Diseño de tratamientos en plántulas de café en vivero

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

5.5 Variables a evaluar

Después del establecimiento del experimento se evaluaron las siguientes variables.

5.5.1 Días a emergencia. Se consideró como planta emergida cuando se observaron los cotiledones.

Cada 15 días a partir de la emergencia de semilla, durante 3 meses y posteriormente cada 30 días, de igual forma durante 3 meses se midieron las siguientes variables:

5.5.2 Longitud de planta. Con un flexómetro se midió la longitud de planta de la base del cuello hasta la yema terminal en centímetros.

5.5.3 Diámetro de tallo. Con un vernier a una altura de un 1 cm por encima del cuello de la planta en centímetros.

5.5.4 Número de hojas. Se contó el número de hojas por planta.

Al final del experimento se realizó un análisis destructivo, las plantas fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias para evaluar biomasa, de cada tratamiento se tomaron 5 plantas y se midió:

5.5.5 Peso fresco de hoja. Se pesaron todas las hojas por planta en báscula digital en gramos.

5.5.6 Peso fresco de tallo. Se pesó el tallo en báscula digital en gramos.

5.5.7 Peso fresco de raíz. Se pesó la raíz en báscula digital en gramos.

5.5.8 Longitud de raíz principal. Se midió con regla.

Se evaluaron 4 hojas por planta y se obtuvo:

5.5.9 Área foliar: Las hojas se escanearon y con el programa Image J se midió la superficie de la hoja en cm^2 .

5.5.10 Peso específico de hoja: La fórmula que se empleo fue: $\text{pesó seco de hoja (mg)} / \text{área foliar (cm}^2\text{)}$

Así también se evaluó la sanidad de la planta:

5.5.11 Porcentaje de planta sana. De manera visual se contó el porcentaje de planta sana.

5.5.12 Porcentaje de planta enferma. De manera visual se contó el porcentaje de planta enferma.

5.5.13 Porcentaje de planta muerta. De manera visual se contó el porcentaje de planta muerta.

Las muestras de raíz, tallo y hoja en fresco fueron colocadas en una estufa de secado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, por tres días, posteriormente se obtuvo:

5.5.14 Peso seco de hoja. Se introdujeron las hojas a una estufa de secado con temperatura de $70\text{ }^\circ\text{C}$ por 3 días y se pesaron en báscula digital en gramos.

5.5.15 Peso seco de tallo. Se introdujeron los tallos a una estufa de secado con temperatura de $70\text{ }^\circ\text{C}$ por 3 días y se pesaron en báscula digital en gramos.

5.5.16 Peso seco de raíz. Se introdujo la raíz a una estufa de secado con temperatura de $70\text{ }^\circ\text{C}$ por 3 días y se pesó en báscula digital en gramos.

5.6 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones, la unidad experimental fue una plántula. El Análisis estadístico, para el procesamiento de los datos obtenidos del experimento se realizó un análisis de varianza

(ANOVA) y las pruebas de comparaciones múltiples de medias Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS versión 9.0.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Emergencia de la planta

La propagación de frutales a través de la semilla está delimitada por diversos factores como la humedad, temperatura y el sustrato. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la comparación de medias del efecto de los diferentes tamaños de bolsa utilizados en el experimento.

No se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) sobre la variable emergencias de plántulas de café en vivero, el proceso de emergencia tuvo una duración ente los 57 a 64 días. La falta de respuesta a los tratamientos puede deberse a que la semilla presentó porcentaje alto de viabilidad (90 % de emergencia) y que el sustrato utilizado fue el mismo en todos los tratamientos y así como el manejo agronómico. Arizaleta *et al.* (2005) afirman que el porcentaje de germinación depende del tiempo de almacenamiento de la semilla, condiciones de almacenamiento y recipiente utilizado.

Cuadro 4. Emergencia de plántulas de café en vivero con diferente tamaño de bolsa.

| 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. 15 x 25 cm 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.

6.2 Altura de planta, diámetro de tallo y número hojas en café

6.2.1 Primera fecha

Con la finalidad de observar el efecto de los diferentes tamaños de bolsa sobre el crecimiento de las plántulas de café, se evaluó la altura, el diámetro de tallo y el número de hojas de las plántulas en nueve fechas diferentes.

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 fue en el tratamiento 5 (15 x 25 testigo) 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 fue 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 5). Estas diferencias en crecimiento vegetativo fueron ocasionadas por el tamaño de bolsa. Osorio *et al.* (2017) señala que el desarrollo de las plantas de café se modifica por el tamaño del contenedor, también por el vigor de la semilla.

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.

| 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. 15 x 25 cm 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.

6.2.2 Segunda fecha

El crecimiento de plántula de café en vivero el 27 de junio de 2020, 87 días después de emergencia no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en altura de planta, diámetro y número de hojas (Cuadro 6).

Estas diferencias posiblemente ocasionadas por el tamaño y vigor de la semilla, así también por efecto de tamaño de contenedor. Rodríguez *et al.* (2015) mencionan que el vigor de la semilla es la capacidad de germinación. Santiago *et al.* (2015) estudiando crecimiento en *Hevea brasiliensis* en vivero, realizaron evaluación de desarrollo de planta 6 meses después de la siembra, mencionan que el mayor crecimiento en altura, diámetro de tallo y número de hojas fue en contenedores de 2 litros. Otro factor que modifica desarrollo de plántulas son los sustratos, el mejor tratamiento fue 50 % turba más 30 % vermiculita más 20 % agrolita y el sustrato que favoreció un menor desarrollo fue 75 % cachaza más 25% cascarilla de café.

Cuadro 6. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|---------|---------|--------|
| 1. 15 x 30 cm | 5.19 a | 2.05 a | 4 a |
| 2. 18 x 30 cm | 5.51 a | 2 a | 4 a |
| 3. 13 x 25 cm | 5.14 a | 2 a | 3.10 a |
| 4. 15 x 25 cm | 5.36 a | 2 a | 3 a |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 5.38 a | 2.15 a | 3.7 a |
| CV | 15.92 | 8.16 | 26.15 |
| DMSH | 1.07 | 0.21 | 1.18 |

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

6.2.3 Tercera fecha

El 11 de julio de 2020 a los 102 días después de la emergencia, las plántulas de café no presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en altura de planta y número de hojas. El mayor

diámetro de tallo fue en el tratamiento 5 (testigo) con 2.75 mm y menor en el tratamiento 3 (13 x 25 cm) con 2.20 mm presentando diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 7).

Es posible que la altura de planta y número de hojas se estabilizó por efecto del vigor de la semilla y la etapa fenológica de las plantas, al no tener un crecimiento vigoroso el efecto de los contenedores no modificó las variables de altura de planta y número de hojas. Arizaleta y Pire (2008) seis meses después de la siembra en café evaluaron crecimiento de la planta y mencionan que el mayor crecimiento de raíz y altura de planta se logró con tamaño de bolsa de 18 x 23 cm.

Cuadro 7. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|---------|---------|--------|
| 1. 15 x 30 cm | 6.49 a | 2.65 ab | 4.60 a |
| 2. 18 x 30 cm | 7.07 a | 2.65 ab | 5 a |
| 3. 13 x 25 cm | 6.34 a | 2.20 b | 4.5 a |
| 4. 15 x 25 cm | 5.93 a | 2.55 ab | 4.6 a |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 6.05 a | 2.75 a | 4.9 a |
| CV | 14.76 | 15.40 | 22.37 |
| DMSH | 1.19 | 0.50 | 1.34 |

Medidas 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.

6.2.4 Cuarta fecha

El 25 de julio de 2020 a los 117 días después de la emergencia la mayor altura de planta fue en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 8.46 cm y menor en el tratamiento 5 (testigo) con 6.74 cm presentando diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El tratamiento 5 (testigo) logró mayor diámetro de tallo con 3 mm y menor el tratamiento 3 (13 x 25) con 2.6 mm con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). Todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente ($P \leq 0.05$) en número de hojas (Cuadro 8).

Posiblemente las diferencias en altura de planta y diámetro de tallo se afectaron por el volumen del contenedor y la fecha de evaluación. Arizaleta y Pire (2008) encontraron diferencias

estadísticas en altura de planta y diámetro de tallo en café seis meses después de la siembra, por efecto del tamaño del contenedor.

Cuadro 8. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|---------|---------|-------|
| 1. 15 x 30 cm | 7.70 ab | 2.90 ab | 6.2 a |
| 2. 18 x 30 cm | 8.46 a | 2.75 ab | 6.4 a |
| 3. 13 x 25 cm | 7.47 ab | 2.60 b | 6.1 a |
| 4. 15 x 25 cm | 7.36 ab | 2.80 ab | 6.2 a |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 6.74 b | 3 a | 6.5 a |
| CV | 13.80 | 10.64 | 11.86 |
| DMSH | 1.32 | 0.38 | 0.94 |

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.

6.2.5 Quinta fecha

El 8 de agosto de 2020 a los 132 días después de la emergencia de las plantas, la máxima altura de planta fue en el tratamiento 2 (18 x 30) con 9.46 cm y menor en el tratamiento 5 (testigo) con 7.57 cm y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El tratamiento 5 (testigo) obtuvo el máximo diámetro de tallo con 3 mm y menor 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 9).

La altura de planta y diámetro de tallo se afectó 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 9. 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.

| 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. 15 x 25 cm 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.

6.2.6 Sexta fecha

El 22 de agosto 147 días después de emergencia, la mayor altura de planta fue de 11.17 cm (tratamiento 2) y menor en el testigo de 8.6 (15 x 25 cm) con diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). El mayor diámetro de tallo fue de 3 mm (testigo) y sólo superó estadísticamente al tratamiento 3 (13 x 25). El número de hojas no presentó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 10).

Las diferencias en crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo fueron por el tamaño de contenedor. Lo que coincide con lo reportado por Gutiérrez *et al.* (2011) quienes encontraron que el tamaño de contenedor depende del tiempo que se quiere tener la plántula de Cacao en el vivero, tiempo menor a tres meses se recomienda tubete cónico (25 cm x 8 cm) y lapsos mayores de 3 meses bolsas (28 x 9 cm y 28 x 28 cm).

Cuadro 10. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|----------|---------|-------|
| 1. 15 x 30 cm | 10.06 ab | 2.90 ab | 8.6 a |
| 2. 18 x 30 cm | 11.17 a | 2.75 ab | 9.4 a |
| 3. 13 x 25 cm | 9.70 ab | 2.55 b | 8.5 a |
| 4. 15 x 25 cm | 10.18 ab | 2.80 ab | 9 a |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 8.6 b | 3 a | 8.7 a |
| CV | 16.19 | 11.10 | 12.32 |
| DMSH | 2.04 | 0.39 | 1.38 |

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.

6.2.7 Séptima fecha

El 22 de septiembre de 2020, 177 días después de emergencia la máxima altura de planta fue de 15.58 cm en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) y sólo superó estadísticamente al testigo. El diámetro mayor de tallo fue en el tratamiento 1 (15 x 30 cm) con 3.35 mm y menor en tratamiento 4 (15 x 25) con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$), todos los tratamientos fueron iguales en el número de hojas (Cuadro 11).

La altura de planta y diámetro de tallo se afectó por el volumen del contenedor lo que coincide con Quiroz *et al.* (2011) en plántulas de *Quillaja saponaria*.

Cuadro 11. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|----------|---------|--------|
| 1. 15 x 30 cm | 13.94 ab | 3.35 a | 11.8 a |
| 2. 18 x 30 cm | 15.58 a | 3.15 ab | 11.7 a |
| 3. 13 x 25 cm | 12.50 ab | 3.25 ab | 11 a |
| 4. 15 x 25 cm | 12.51 ab | 3 b | 10.5 a |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 11.34 b | 3.05 ab | 11 a |
| CV | 18.8 | 8.69 | 10.66 |
| DMSH | 3.14 | 0.34 | 1.51 |

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.

6.2.8 Octava fecha

El 22 de octubre de 2020, 207 días después de emergencia, la altura de planta máxima fue en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 18.35 cm y menor en el tratamiento 5 (testigo) con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). El tratamiento 1 (15 x 30 cm) obtuvo el mayor diámetro de tallo con 3.55 mm y menor en el tratamiento 4 (15 x 25 cm) con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). El tratamiento 2 (18 x 30 cm) mostró el máximo número de hojas con 13.9 y menor al tratamiento 4 (15 x 25 cm) con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 12).

Estas diferencias de altura de planta y diámetro de tallo fueron ocasionadas por el tamaño de la bolsa. Santiago *et al.* (2015) evaluando *Hevea brasiliensis* seis meses después de trasplante en vivero menciona que el mayor crecimiento de plántula fue en contenedores de 2 litros.

Cuadro 12. 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.

| Tratamientos | AP (cm) | DT (mm) | NH |
|-----------------------|----------|---------|---------|
| 1. 15 x 30 cm | 16.54 ab | 3.55 a | 13.8 ab |
| 2. 18 x 30 cm | 18.35 a | 3.50 ab | 13.9 a |
| 3. 13 x 25 cm | 14.46 b | 3.20 bc | 13 ab |
| 4. 15 x 25 cm | 14.26 b | 3 c | 12.20 b |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 13.56 b | 3.15 c | 13 ab |
| CV | 19.55 | 8.31 | 9.86 |
| DMSH | 3.83 | 0.34 | 1.65 |

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.

6.2.9 Novena fecha

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 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 en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 16.1 y menor en el tratamiento 3 (13 x 25 cm) con 12.94 (Cuadro 13). 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 y Salazar (1991) ratifica que la altura de planta, número de hojas se altera por la variedad utilizada en café y tamaño de contenedor.

Cuadro 13. 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.

| 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. 15 x 25 cm Testigo | 15.75 b | 3.15 a | 14.5 ab |
| CV | 22.19 | 71.72 | 15.20 |
| DMSH | 4.98 | 3.55 | 2.86 |

Medidas 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.

6.3 Biomasa en fresco de plántulas de café

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 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) mostro mayor peso fresco de raíz con 2.42 gramos superando estadísticamente a los demás. El peso fresco de tallo máximo fue en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 2.47 gramos y menor en el testigo con 1.14 gramos con diferencia estadística ($P \leq 0.05$) (Cuadro 14). 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. Encalada *et al.* (2018) reportan que el crecimiento de plántulas de café en vivero no se modificó por el tamaño de bolsa usada (12.5 x 20 cm) pero si se altera por las características físicas y químicas del sustrato utilizado.

Cuadro 14. Crecimiento de plántulas de café en vivero, longitud de raíz (LR), peso fresco de hoja (PFH) , peso fresco de raíz (PFR), peso fresco de tallo (PFT), peso seco de hoja (PSH) con diferente tamaño de bolsa.

| 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. 15 x 25 cm 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.

6.4. Biomasa en seco de plántulas de café

El 22 de noviembre de 2020, a los 237 días después de emergencia, el peso seco de la hoja mayor fue 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 gramos y menor en el tratamiento 5 (15 x 25 cm) con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). La mayor área foliar fue en el tratamiento 2 (18 x 30 cm) con 216.90 cm y 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.cm² y el testigo mostro el menor valor con 0.016 mg.cm² con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 15). El peso seco de hoja, de raíz y de tallo se modificó por el tamaño de bolsa. 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. El área foliar y el peso específico de hoja también se modificó por el tamaño de bolsa. 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.

Cuadro 15. Crecimiento de plántulas de café en vivero, peso seco de hoja (PSH), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST), área foliar (AF), peso específico de hoja (PEH).

| Tratamientos | PSH (g) | PSR (g) | PST (g) | AF (cm ²) | PEH mg·cm ² |
|-----------------------|------------|---------|---------|--------------------------|---------------------------|
| 1. 15 x 30 cm | 0.93 b | 0.704 a | 0.58 ab | 156.19 b | 0.0182 ab |
| 2. 18 x 30 cm | 1.35 a | 0.89 a | 0.87 a | 216.90 a | 0.0188 a |
| 3. 13 x 25 cm | 0.77 b | 0.51 a | 0.43 b | 157.68 b | 0.0169 bc |
| 4. 15 x 25 cm | 0.94 b | 0.58 a | 0.59 ab | 164.65 ab | 0.0171 bac |
| 5. 15 x 25 cm Testigo | 0.69 b | 0.84 a | 0.37 b | 140.58 b | 0.0163 c |
| CV | 21.50 | 47.17 | 27.35 | 17.04 | 5.12 |
| DMSH | 0.38 | 0.6335 | 0.297 | 53.92 | 0.0017 |

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.

6.5 Porcentaje de planta sana y enferma

El 100 % de la planta presentó adecuada sanidad. Esto debido a que las aplicaciones para el control de plagas y enfermedades se realizaron cada 30 días.

VII. CONCLUSIONES

1. Los días a emergencia de plántulas de café osciló de 56.8 a 65.7.
2. El mayor crecimiento en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en plántulas de café fue cuando se utilizó el tamaño de bolsa de 18 x 30 cm.
3. El mayor peso de biomasa fresca en plántulas de café fue en bolsa de 18 x 30 cm y menor en el testigo.
4. La mayor área foliar y peso específico de hoja se logró en el tratamiento con tamaño de bolsa de 18 cm x 30 cm.
5. La siembra de semilla de café en almacigo y trasplante a bolsa disminuye el crecimiento vegetativo.

VIII LITERATURA CITADA

- Adriano, A. M. de L., R. Jarquín. G., C. Hernández. R., M. Salvador. F., C. T. Monreal. V. 2011. Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2 (3): 417-431.
- Alvarado M. Rojas, G. 1994. *Cultivo y Beneficiado del café*. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.
- Ansorena M., J. 1994. *Sustratos. Propiedades y Caracterización*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 170 p.
- Arcila P., J. Chávez C., B. 1995. Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. *Cenicafe (Colombia)* 46 (1):5-20.
- Arizaleta, M. y R. Pire. 2008. Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agro ciencia* 42:47-55.
- Arizaleta, M., J. Montilla y J. Pares. 2005. Efecto del almacenamiento de las semillas del cafeto (*coffea arábica* L. var. Catuai amarillo) sobre la emergencia. *Rev. Facultad. Agron. (LUZ)*, 22: 205-213.
- Burés, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. pp. 19-46. In: *Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal*. J.N. Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. España.
- Caroca R., N. Zapata., M. Vargas. 2016. Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de Mani (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*. 32(2):94-101.
- Castillo Q. D., A. Antonio-Bautista, D.Y. Ávila-Flores, J. T. Sáenz-Reyes, y F. Castillo-Reyes. 2018. Tratamientos químicos y biológicos para estimular la germinación en semillas de *Nolina cespitifera* Trel. *Polibotánica* 45: 147-156.
- Centellas, A., Álvarez, V., Acuña, E., Rocha, E. y E. Maita .2011. *Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero*. Cochabamba. Fundación PROINPA.
- Correa E., M. Espitia., H. Aremendiz., O. Murillo., I. Pastrana. 2013. Variabilidad genética en semillas de árboles individuales de *Tectonia grandis* L.f en las conformación de lotes

- mezclados en Córdoba, Colombia. Revista U.D.C.A. Actualidad y divulgación científica 16 (2): 379-389.
- Duran, R. F. Sin año. Cultivo de café. Propagación. Germinadores. Grupo latino editores S.A.S. Colombia. 94 p.
- Encalada M., P. Fernández., N. Jumbo., A. Alejo., L. Reyes. 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.
- Gómez, G. 2010. Cultivo y beneficio del café. Revista Geográfica Agrícola. 45: 103-193
- González E. J. 1992. Humedad y germinación de semillas de *Hieronima alchorncoides* (Euphyobiaceae). Rev. Biol. Trop. 40(1): 139-141.
- Gutiérrez, R. M., R. Gómez. S., N. F. Rodríguez. L. 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.
- Hartmann, T. H y D. Kester. E. 1997. Propagación de plantas. Compañía editorial continental, S.A de C.V México. 13 p.
- Herrera J.Q., R. Alizarga L. 2009. Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la germinación de las semillas en dos patrones de cítricos. Tecnología en Marcha 22(3):17-24.
- ICAFFE-MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café Ged. ICAFFE. Programa cooperativo. Costa Rica. 122 pp.
- IICA/PROMECAFFE. 1997. Memoria XVIII Simposio Latino americano de Caficultura. San José. Costa Rica. 542 p.
- INEGI, 2019. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hueytamalco, Puebla. Consultado en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21076.pdf El día 15 de febrero de 2021.
- Instituto del café de Costa Rica (ICAFFE). 2011. Guía técnica para el cultivo de café. Primera edición Heredia Costa Rica.
- Julca, O. A., G. Alarcón A., L. Alvarado H., R. Borjas V. V. Castro C. 2018. Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle del perene, Judin, Perú. Agro-ciencia. 34(3):205-215.

- Layne J.A.G., J. Rafael. M., J. Mayz. F. 2007. Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. *Temas Agrarios* 12:(2): 62-73.
- López, G. F.J, E. Escamilla P., A. Zamarripa. C., J.G. Cruz. C. 2016. Producción y calidad de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 39 (3):297-304.
- Marín C. G.2012. Producción de café especiales. Equipo Técnico del Proyecto Fondo Empleo, Programa Selva Central. Perú. 46 pp.
- Mascarini, L., G. Lorenzo, H. Svartz, S. Pesenti, y S. Amado. 2012. Tamaño de contenedor y tipo de sustrato afectan la eficiencia en el uso del agua en *Gerbera jamesonii* para flor cortada. *Rev. Bras. Hort. Ornam.* 18: 71-77.
- Montoya R., E.C.; J. Hernández; C. A. Unigarro M., Florez R., C.P. 2017. Estimación del área foliar en café variedad castillo a libre exposición y su relación con la producción. *Revista Cenicafe* 68 (1): 55-61.
- Morfin V.A, Castillo P.G, Vizcano G. A. 2006. El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Colima. INIFAP. 87 pp.
- Ortiz N, R. Barbón, A. Capote, A. Pérez, M. Robaina. 2017. Caracterización morfológica en vivero de plantas de *coffea arabica* L. cv. Caturra rojo J-884 obtenidas por embriogénesis somática. *Biotecnología Vegetal* 17 (4): 251-257.
- Osorio, G. M.A, E. I. Leiva. R., R. Ramírez. P. 2017. Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista Ciencias Agrícolas*. 34(2): 73-82.
- Pierre, N. J. 2005. Los viveros. ¿Qué es un vivero?. Ediciones Omega, S.A. España. 4 pp.
- Quiroz I., M. Gonzales., A. Hernández., H. Soto., E. Garcia., M. Pincheira. 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*. Volumen 18, num.2.pag 21-38.
- Reyes, Ma. Isabel; A. Villegas; M.T. Colinas; G. Caldearon. 2000. Peso específico, contenido de proteínas y de clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agros ciencia*, 34(1): 49-55.
- Rodríguez I., G. Adam., J.M. Duran. 2015. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semilla.

- Romero A. C., F. Jiménez, R. Muschler. 2000. Crecimiento de almácigos de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforestería en las Américas* 7 (26): 37-39.
- SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. México. 20 p. Consultado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B_sico-Caf_.pdf
- 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.
- Salgado V. C., G. Sánchez P., H. Volke V., L. Colinas M. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia* 52:231-239.
- Santiago T. O., J.D.J. Vargas H., A. Aldrete., J. López U., A.M. Fierros G. 2015. Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea Brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. *Revista Mexicana de ciencias forestales*. Vol. 6 (31): 94-113.
- Seguí J.M. S. 2011. *Biología y Biotecnología reproductiva de las plantas*. Editorial Universitat Politècnica de Valencia. España. 36 pp.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Resumen nacional por producto. Consultado en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do (Revisado: 01/diciembre/2020).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Avances de siembra y cosechas, Puebla (Distrital) http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do (Revisado: 01/diciembre/2020).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Avances de siembras y cosechas, Resumen nacional por estado http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do (Revisado: 01/diciembre/2020).
- Urrestarazu, M. 2015. *Manual Práctico del Cultivo sin Suelo e Hidroponía*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 278 p.

- Valera S. A y V. Arana. 2011. Latencia y germinación de semillas. Unidad de genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, INTA EEA Bariloche. Pag 10.
- Villegas A.M., M. Andrade R. 2005. Secado y almacenamiento de semillas de mandarina 'Cleopatra'. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 40 (1): 79-8

ANEXO



ANEXO 1. Crecimiento de planta de café a los 104 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores.



ANEXO 2. Crecimiento de planta de café a los 138 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores



ANEXO 3. Crecimiento de planta de café a los 168 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores.



ANEXO 4. Crecimiento de planta de café a los 198 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores.



ANEXO 5. Crecimiento de planta de café a los 231 días después de trasplante, en diferentes tamaños de contenedores.