

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE TRES MÉTODOS DE
PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ALMÁCIGO DE CAFÉ (*Coffea
arábica* L. var. Obatá) “OBATÁ” EN CONDICIONES
SEMICONTROLADAS EN EL VALLE CENTRAL DE COSTA RICA**

**Trabajo de graduación bajo la modalidad de tesis sometido a consideración del Tribunal Examinador de la
Escuela Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería
Agronómica.**

Bach. DAVID RODRIGUEZ ZÁRATE

Heredia, Costa Rica

Agosto, 2020

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....
Ph.D. Grace Wong Reyes

Decana de la Facultad de la Tierra y el Mar

.....
M.Sc. Alonso Calvo Arata
Representante de la Dirección Escuela de
Ciencias Agrarias

.....
Lic. Ellen Sancho Barrantes
Tutor

.....
Lic. Daniel Ramírez Valerio
Lector

.....
M.Sc. Alejandro Vargas Martínez
Lector

.....
Bach. David Armando Rodríguez Zárata

Postulante

RESUMEN

Entender la forma de desarrollar un buen almácigo de café para la renovación de un cafetal, garantiza la calidad y alta productividad a futuro. Desde hace unos años 15 años se encuentran registros de diversos ensayos para evaluar la eficiencia en desarrollo de almácigo de café con diferentes métodos para contar con diferentes alternativas midiendo los costos de producción. Para contribuir con esta área el presente trabajo analizó el desarrollo de plantas y costo económico de almácigo de café de la variedad Obatá producido por tres métodos, durante seis meses bajo condiciones semicontroladas en el Valle Central de Costa Rica, para determinar la eficiencia productiva y la rentabilidad de cada método. Los cuatro tratamientos fueron: Tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm, bolsa plástica 6 x 8 cm (25 % de broza de café como materia orgánica, 25 % de granza de arroz y 50 %) y Jiffy-7®. Los resultados mostraron después de seis meses de evaluación, el Tubete 7.2 x 19 cm el tratamiento con mejor desarrollo en altura con 19 cm, presentó mayor cantidad de nudos en el eje ortotrópico con ocho, mayor peso fresco de raíz con 16 g, peso seco de raíz 4,3 g, con un costo de producir la planta es de 218 colones. Seguido por el tratamiento con bolsa plástica 6 x 8 cm (método tradicional) con una altura final de 16,53 cm, siete nudos en el eje ortotrópico, peso fresco raíz 10 g, peso seco de raíz con 2,9 g, y un costo de producir la planta es de 94,38 colones. El tratamiento que obtuvo los menores rendimientos fue el sistema Jiffy-7® con una altura final de 2 cm, un nudo ortotrópico y el costo de producir la planta es de 849 colones. El tubete 7.2 x 19 cm fue el que mostró mejor desarrollo de altura y un crecimiento similar en raíz comparado con la bolsa plástica, pero con un costo más alto. El valor del mercado para la venta de una planta de café almácigo es de 300 colones, los costos de producción de los mejores tratamientos están por debajo del precio en el mercado, siendo una alternativa como método relevante para el productor nacional.

ABSTRACT

Understanding how to develop a good coffee seedling for the renovation of a coffee plantation, guarantees quality and high productivity in the future. For some 15 years, records of various trials have been found to evaluate the development efficiency of coffee seedlings with different methods to count on different alternatives by measuring production costs. To contribute to this area, the present work analyzed the development of plants and economic cost of “Obatá” coffee seedling produced by three methods, during six months under semi-controlled conditions in the Central Valley of Costa Rica, to determine productive efficiency and profitability. of each method. The four treatments were: Tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm, plastic bag 6 x 8 cm (25% coffee bean as organic matter, 25% rice pellet and 50%) and Jiffy -7®. The results showed, after six months of evaluation, the Tubete 7.2 x 19 cm, the treatment with the best development in height with 19 cm, presented the highest number of knots in the orthotropic axis with eight, the highest fresh root weight with 16 g, root dry weight 4.3 g, with a cost to produce the plant is 218 colones. Followed by treatment with a 6 x 8 cm plastic bag (traditional method) with a final height of 16.53 cm, seven knots on the orthotropic axis, root fresh weight 10 g, root dry weight 2.9 g, and a cost of producing the plant is 94.38 colones. The treatment that obtained the lowest yields was the Jiffy-7® system with a final height of 2 cm, an orthotropic knot and the cost of producing the plant is 849 colones. The tube 7.2 x 19 cm was the one that showed better height development and a similar growth in root compared to the plastic bag, but with a higher cost. The market value for the sale of a seedling coffee plant is 300 colones, the production costs of the best treatments are below the market price, being an alternative as a relevant method for the national producer.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia, agradecer a mi madre María de los Ángeles Zárate Sánchez sin ella no hubiera logrado mis metas.

Externar mi agradecimiento mi esposa Marcela Lobo León por su apoyo incondicional durante todo el proceso de elaboración del proyecto.

Mi profundo agradecimiento al Instituto de Café de Costa Rica, que hicieron posible y me permitieron formarme como profesional, y en especial al Lic. Daniel Ramírez Valerio me permitió poder realizar todo el proceso investigativo.

Finalmente quiero expresar mis agradecimientos a mi profesora y tutora a la Lic. Ellen Sancho Barrantes y al M.Sc. Alejandro Vargas Martínez por la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer cada día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad para el desarrollo del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE CUADROS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVO GENERAL	13
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4 MARCO TEÓRICO	14
4.1 EL CULTIVO DE CAFÉ EN COSTA RICA	14
4.2 CARACTERISTICAS DEL CAFÉ	15
4.3 RENOVACIÓN DE CAFETALES	16
4.4 SISTEMAS DE REPRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO	19
5 METODOLOGÍA	24
5.1 SITIO DE ESTUDIO	24
5.2 ORIGEN DE LA SEMILLA Y FASE GERMINATIVA	24
5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	25
5.4 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES	27
5.5 CONTROL DE ENFERMEDADES	28
5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	29
5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
5.8 ANÁLISIS ECONÓMICO:	32
6 RESULTADOS	33
6.1 Altura	35
6.2 Número de nudos ortotrópicos	36
6.3 Peso fresco aéreo	37
6.4 Peso fresco raíz	38

6.5	Peso seco raíz	39
6.6	Porcentaje de materia seca de raíz	40
6.7	Peso seco parte aérea	41
6.8	Porcentaje de materia seca aérea	41
6.9	Costo de producción del almácigo con los diferentes tratamientos	41
5.	DISCUSIÓN	44
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
7.	BIBLIOGRAFÍA	50
8.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de establecimiento de un semillero para elaboración de almácigo de café Fuente: Elaboración Propia	18
Figura 2. Bolsa Plástica con sustrato convencional para almácigo de café. Fuente: Elaboración Propia.	20
Figura 3. Tubetes de polietileno para desarrollar almácigo Fuente: Elaboración Propia.....	21
Figura 4. Ejemplar de una pastilla Jiffy® para desarrollar almácigo. Fuente: Elaboración Propia..	23
Figura 5. Ubicación del ensayo, San Pedro, Barva de Heredia, Instalación de ICAFE. Fuente: (Google Earth, 2018).....	24
Figura 6. Sustrato Convencional, 50 % Suelo, 25% materia orgánica, 25% granza de arroz. Fuente: Elaboración Propia.	25
Figura 7. Desarrollo de almácigo bajo camas con maya de tipo cilón. Fuente Elaboración Propia. .	26
Figura 8. Orientación del diseño de los bloques.	29
Figura 9. Tratamiento con Jiffy-7 ®, poco desarrollo, exceso de humedad. Fuente: Elaboración Propia.	33
Figura 10. Muestra de compactación de sustrato en tratamiento de bolsa plástica y síntomas de <i>Colletotrichum</i> spp. y otras enfermedades Fuente: Elaboración Propia.	34
Figura 11. Altura promedio de plantas por cada tratamiento de acuerdo con la fecha de evaluación.	35
Figura 12. Nudos ortotrópicos promedio al final de los 365 días después de la siembra.	36
Figura 13. Resultado del análisis estadístico ANOVA, variable peso aéreo después de 365 días de desarrollo.....	37
Figura 14. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente peso fresco raíz	38
Figura 15. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente peso seco raíz	39
Figura 16. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente materia seca de raíz. .	40

Figura 17 Empaque de la semilla de Obatá utilizada en la prueba. Fuente: Elaboración Propia.....	56
Figura 18. Balanza utilizada para la medición de los pesos frescos y pesos secos de raíz y sección aérea de las plantas. Fuente: Elaboración Propia.	57
Figura 19. Ilustración de la medición de la altura de las plantas de los tratamientos del ensayo. Fuente: Elaboración Propia	57
Figura 20. Estado de la raíz en los tratamientos Tubete 7.2 x 19 cm, tubete 3.5 x 15 cm y Bolsa Plástica. Fuente: Elaboración Propia.	57
Figura 21. Lavado de Raíz, Tratamientos tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm y Bolsa plástica. Fuente: Elaboración Propia	58
Figura 22. Comparación de los tratamientos al cumplir de los 60 a 365 días de desarrollo. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 23. Comparación de desarrollo de plantas en los tratamientos Tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm Pellet Jiffi-7® y Bolsa plástica. Fuente: elaboración Propia.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados finales peso seco aéreo.....	41
Cuadro 2. Resultado obtenido materia seca aérea al final de la evaluación del estudio	41
Cuadro 3. Resumen financiero por tecnología para producir almácigo de 5000 plantas de café	43
Cuadro 4. Resumen de costos por tratamiento para producir 5000 plantas de almácigo de café por tecnología	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Semilla certificada de la Variedad Obata utilizada para el estudio. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).	56
Anexo 2. Materiales utilizados para la medición de las variables y Resultados de Raíz, y desarrollo obtenidos al final del ensayo.	57
Anexo 3. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente altura	60
Anexo 4. análisis estadístico con el programa Infostat variable dependiente Peso aéreo Fresco	61
Anexo 5. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente nudos ortotrópicos	62
Anexo 6. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso fresco raíz.	63
Anexo 7. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso raíz seco.	64
Anexo 8. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente Materia seca aérea	65
Anexo 9. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente Materia seca raíz.	66
Anexo 10. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso seco aéreo.	67
Anexo 11. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 7.2 cm x 19 cm.	68
Anexo 12. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 3.5 cm x 15 cm.	69
Anexo 13. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Pellet Jiffy-7®.	70
Anexo 14. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso de la Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm.	71

Anexo 15. Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 7.2 cm x 19 cm.....	72
Anexo 16 Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 3.5 cm x 15 cm.....	72
Anexo 17 Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Pellet Jiffy-7	72
Anexo 18. Análisis Financiero para la producción almácigo 5000 plantas de café con el uso de la Bolsa Plástica 10 cm x 8 cm.....	73

1. INTRODUCCIÓN

Café de Costa Rica cuenta para el 2019, un área cafetalera de 93 697 ha, distribuido en siete zonas a nivel nacional principalmente: en la zona de Los Santos con un 30%, Valle Occidental con un 24%, Valle Central 14%, Pérez Zeledón 11%, Turrialba 5% y Zona Norte con un 2%. Presentando una producción para la cosecha 19/20 con 1,914,419 de fanegas, representando para el país ingresos por las exportaciones aproximadamente 285.1 millones de dólares y 36.9 millones de dólares ingresos generados por ventas de consumo nacional (ICAFE, 2018).

La producción de café en nuestro país representa en el Producto Interno Bruto (PIB) 7.66% del PIB a agrícola, 5.58% del PIB Agropecuario, 0.27% del PIB Nacional y a nivel mundial Costa Rica se encuentra en la posición 14 de los países productores de café, representando el 0.84%. Los países los cuales son oferentes y de importancia para Costa Rica para poder exportar están: Estados Unidos, Bélgica, Alemania, Corea del Sur, Italia, Países Bajos, Australia, España, Inglaterra, Israel, Canadá y Japón con una venta que supera los 1.5 millones de sacos de 46 kg (Instituto del Café de Costa Rica, 2019).

Cerca de 40 mil hectáreas de las 84 mil sembradas de café principalmente género *Coffea* y especie *arábica* con diferentes variedades en su mayoría Caturra y Catuai Costa Rica, estaban agotadas por contar con plantaciones de 30 años de antigüedad y baja productividad. Esto hace que sea una actividad poco rentable para algunos de los productores (Universidad de Costa Rica, 2017). Entender la forma de desarrollar un buen almácigo de café para la renovación de un cafetal, garantiza la calidad y alta productividad a futuro. El sector cafetalero ha tenido que enfrentar una serie de factores como es el poco acceso al financiamiento, los altos intereses y costos de producción, afectación por plagas y diferentes consecuencias del cambio climático. Dichas problemáticas han estimulado en el sector pueda invertir menos en nuevas alternativas para revivir la actividad cafetalera y se encuentren

desmotivados (Avilés, 2008; Instituto del Café de Costa Rica [ICAFFE], 2018; USA y McDonald's , 2015).

La renovación de una hectárea de café es una inversión elevada, el ICAFFE (2018) indica un costo de renovación por hectárea de alrededor de 4.065.795,96 colones, de este rubro el monto de 1.327.201,58 colones a la compra 5000 plantas de almácigo, necesarias para la siembra de una hectárea, siendo el 33% del costo total de renovación. Es por ello importante estudiar nuevos métodos que faciliten la reproducción de plántulas de café en menor tiempo de almácigo, con buena calidad y un menor costo. El productor lo adquiere por medio compra a productores exclusivos de almácigos ya sea en bolsa (el más común) y el almácigo de poda de raíz.

Tradicionalmente en Costa Rica, las plantas de café son producidas mayoritariamente en bolsa plástica de diferentes tamaños (sistema tradicional) o en poda de raíz y son trasladadas por los finqueros desde los almacigales a las fincas. La producción de almácigo en bolsa, consume gran cantidad de sustrato y utiliza mayor cantidad de mano de obra para el llenado de bolsas, de tal manera la bolsa es utilizada una sola vez y se requiere de grandes extensiones de terreno para desarrollar el almácigo.

El proceso de desarrollo de almácigo de café se realiza de forma intensiva para disminuir el tiempo de desarrollo de la planta y ser llevada a campo, de esta forma el productor busque la manera de usar y aprovechar al máximo los recursos, como es el riego, terreno e insumos agrícolas. El sector cafetalero debe buscar nuevas formas de producir plántulas de café de forma eficiente minimizando costos y maximizando rendimientos y las ganancias. Así mismo, ayuda a reducir el impacto negativo en el suelo y la utilización de materiales que pueda reutilizar para disminuir las causas negativas que genera la producción de almácigo actualmente (Moreno Berrocal y Sánchez Arciniegas, 2012).

La innovación en la tecnología hoy en día en la producción de almácigo de café puede estar orientada con el uso de tubetes o pastillas Jiffy-7 ® siendo una nueva opción para enfrentar los altos costos que conlleva la compra de almácigo para renovación de una hectárea de café. Desde inicios del

año 2003 a la actualidad hay registros de diversos ensayos para evaluar la eficiencia en desarrollo, costos de producción, evaluación de sustratos y formulaciones químicas requeridas para la obtención de un almácigo de alta calidad a bajo costo y en menor, así como el beneficio del tubete poseen una vida útil mayor que la bolsa de polietileno, por lo que reduce la contaminación ambiental al ser reutilizables hasta siete veces (Martinez, 2005; Gutiérrez y Muñoz, 2010; Chaves, 2016; Coa, *et al.* (2014); Dobner *et al.* (2013); Echeverría, *et al.*(2014)).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el desarrollo y costo económico de plantas de almácigo de café var. Obatá producido por tres métodos, bajo condiciones semicontroladas en el Valle Central de Costa Rica, para determinar la eficiencia productiva y la rentabilidad de cada método. La información obtenida permitirá al Sector Cafetalero tomar decisiones sobre la tecnología de producción de almácigo que se adapte mejor a sus condiciones y necesidades.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desarrollo y costo económico de plantas de almácigo de café var. Obatá producido por tres métodos, bajo condiciones semicontroladas en el Valle Central de Costa Rica, para determinar la eficiencia productiva y la rentabilidad de cada método.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1** Medir el crecimiento radical y aéreo de las plantas de almácigo desarrolladas en diferentes recipientes para observar su eficiencia productiva.

- 3.2** Comprobar la rentabilidad de tres métodos de producción comercial de almácigo mediante análisis comparativo para una adecuada selección.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 EL CULTIVO DE CAFÉ EN COSTA RICA

Las siembras concretas a mediados del siglo XIX estaban cultivadas de la variedad Typica o criollo. Esta variedad se caracterizaba por ser una planta con porte alto y una productividad media, según lo indicaban las personas en su momento (Intituto del Café de Costa Rica, 2015).

En su momento los productores realizaron labores de poda, palea, la inclusión del abono entre otras prácticas con el fin de poder lograr una mayor productividad. Con el pasar de los años y muchos esfuerzos se introdujo variedades de café como el Borbón, híbrido tico. Desde mediados del siglo XX la caficultura costarricense experimentó una nueva modificación productiva derivada de la difusión de técnicas agrícolas de alto rendimiento en el marco de la “Revolución Verde”. Entre sus resultados sobresale el cambio en la variedad de café cultivado; se adoptó híbridos de porte bajo, variedades Caturra y Catuaí (Intituto del Café de Costa Rica, 2015).

Aunque la variedad Typica se caracterizaba por la excelente calidad del grano y una maduración uniforme, la baja densidad de siembra exigía sustituirlo por un cafeto de mayor producción. El mejoramiento genético se completó con el aumento en la densidad de siembra por unidad y un mayor uso de fertilizantes, variedades resistentes a enfermedades, productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades.

Para inicios del siglo XXI la actividad cafetalera de Costa Rica ha experimentado la incursión de nuevas variedades que presentan resistencia o tolerancia contra la roya del café causado por el hongo fitopatógeno *Hemileia vastatrix*, en la actualidad por medio del Instituto del Café de Costa Rica liberó para el 2014 la variedad Obatá siendo un cruce entre Timor Híbrido 832/2 con Villa Sarchí CIFIC 971/10. Realizada por el Instituto Agronómico de Sao Paulo en Campinas, Brasil (IAC). Liberada en Brasil en el 2000. Bajo el principio de ser una planta tolerante a la enfermedad con características de

ser altamente productiva, requiere alta cantidad de nutrientes, presenta una maduración tardía comparada a un Caturra o un Catuaí, de porte bajo y presenta una calidad de tasa buena (World Coffee Research, 2019).

Prevaleciendo la tecnología de la producción a la actualidad una forma extensiva a una intensiva, generando una mayor productividad por unidad cultivada. Las técnicas productivas, tanto la búsqueda de variedades nuevas, nuevas tecnologías para el desarrollo de almacigo, así como la implementación de insumos con formulaciones nuevas para que la planta sea más eficiente en la administración de los nutrientes u obtenga mecanismos para defenderse de plagas o enfermedades generando una eficiencia para tener una mejor producción, favoreciendo que el cultivo de café sea una actividad sostenible y rentable (ICAFE, 2018).

A pesar que la actividad cafetalera va en disminución sigue siendo el reflejo de muchas familias cafetaleras, que viven y se desarrollan por la actividad, es por ello que es de suma importancia mantener y sostener nuevas prácticas que favorezcan el desarrollo de la actividad tanto de forma productiva y económicamente debido que año con año se ve reflejado el aumento en la inversión para sostener una hectárea de café, es por ello que cada persona actualmente el costo de inversión para renovar una hectárea es de 3,695,277.64 colones y para mantener esa misma hectárea para el segundo año requiere un monto de 1,448,406.48 colones, debido a ello se considera una actividad con altos costos y mucho productor la considera poco rentable (Instituto del Café de Costa Rica, 2019).

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ

Es una planta arbustiva perenne perteneciente a la familia botánica Rubiaceae originaria de los bosques de Etiopía, presenta un potencial productivo y cuyo ciclo de vida a nivel comercial ronda los 25 años. Al depender del manejo agronómico y tipo de sistema de cultivo (a pleno sol o con manejo de sombra), la planta comienza a producir frutos en sus ramas a partir de un año de sembrado y puede

alcanzar su máxima producción entre los 5 a 8 años (Alvarez *et al.* (2012); Rojas y Alvarado, 1994; Jaime, 2007)

Durante su fase de desarrollo vegetativo la planta destina gran parte de su energía en la formación de estructuras no reproductivas como son sus raíces, ramas, hojas, nudos como parte de su fase de desarrollo vegetativo. En el desarrollo reproductivo se identifica el crecimiento de las estructuras florales y los frutos. Al ser un cultivo de tipo bienal el desarrollo de la fase vegetativa como reproductiva, se repite año con año hasta alcanzar el agotamiento de la planta (cuando cumple 5 a 8 años de sembrado). Es en este momento que el productor preverá qué requiere realizar una poda o una renovación de la planta para generar tejido nuevo y mantener un nuevo ciclo productivo de la planta (Arcila, 2007).

4.3 RENOVACIÓN DE CAFETALES

Los ciclos productivos de un cafetal o número de años que puede permanecer sin renovación, está determinada el número de cosechas en las cuales consigue su máximo producción anual promedio. (Redón Sáñez, 2016).

La producción de almácigo exige las mejores prácticas y tecnologías para asegurar una planta vigorosa, y que sufra el menor estrés posible a la hora del trasplante y de esta forma reducir la mortalidad en campo. Por ser el almácigo un rubro importante en los costos de renovación es importante realizarlo mediante formas eficientes para poder reducir parte de los costos y que aseguren la facilidad de transporte y siembra en campo (USA y McDonald's , 2015; Blandón Aviléz, 2008).

4.3.1 Etapas de Reproducción:

4.3.1.1 Germinación

La germinación es un conjunto de fenómenos bioquímicos y fisiológicos que inicia en el embrión contenido dentro de la semilla, se activa al darle condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Pita y Pérez (1998) indica que al hidratarse la semilla se da una serie de procesos metabólicos como la respiración, movilización de reservas síntesis proteicas, esto provoca que el embrión empiece a desarrollarse e inicia el crecimiento de sus raíces. La semilla de café se cataloga con una germinación lenta (15 a 22 días, iniciando el desarrollo de órganos como son la raíz, tallo y hojas), lo que hace difícil obtener plántulas en periodos cortos.

Par asegurarse una germinación homogénea y una plántula de alto vigor es fundamental contar con semilla de alta calidad, es decir genéticamente semilla pura, certificada, con alto poder germinativo, alto vigor y libre de enfermedades, con el fin de asegurar una producción exitosa de almácigo y por ende garantizar excelentes plántulas de alta calidad fitosanitaria y de buen vigor en campo (Coa *et al.*, 2014; Mirian *et al.*, 2006).

4.3.1.2 Semilleros

Se le llama semillero a la etapa del proceso de almácigo en la que se coloca la semilla a germinar, al final del proceso las plántulas que se deberán trasplantar ya sean recipientes o en suelo para su desarrollo y crecimiento y posteriormente ser llevadas a campo a la plantación definitiva. La elaboración de un semillero en campo se inicia con la formación de una era con dimensiones de ancho entre un metro a 1.20 metros hasta los 10 metros de largo, a una altura aproximada a los 10 cm, posteriormente se desinfecta el suelo para la prevención de ataques de hongos o de insectos al suministrar Carbofuran 10% GR a razón de 10-15 g por metro cuadrado con Metil-Tolclofos a una dosis de 5 g por metro cuadrado (Avilés, 2008; Chaves; 2016; ICAFE, 2011).



Figura 1. Ejemplo de establecimiento de un semillero para elaboración de almácigo de café Fuente: Elaboración Propia

El semillero tiene suma importancia, se selecciona plantas sanas libre de patógenos, vigorosas, con presencia de una raíz recta con buena morfología, con el fin de asegurar un material de alto vigor para llevar a campo (Monroig, sf.).

Existen actualmente diferentes métodos para realizar un semillero (en bandejas plásticas, directo en el suelo, en eras, entre otros) lo importantes para el productor es que use el sistema más práctico y económicamente viable para producir un alto nivel de plántulas para trasplante. En nuestro país el más común es establecer eras en terrenos con un relieve plano o poco inclinados y protegido de los vientos (Intittuto del Café de Costa Rica [ICAFFE], 2011).

La importancia del semillero para establecer una renovación de una plantación de café se fundamenta en la utilización de semilla certificada como primera clave del éxito, en el desarrollo de un almácigo ideal para el establecimiento de la plantación.

4.4 SISTEMAS DE REPRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO:

4.4.1 Almacigo siembra directo

La siembra directa consiste en colocar una o dos semillas directamente en el recipiente de almacigo, para evitar el proceso de reguera, con el propósito de impedir malformaciones en las raíces en el momento del trasplante (Echeverría *et al.*, (2014); Rojas y Ramírez, 2015)

Mediante ensayos realizados por Rojas y Ramírez, (2015) en el Instituto del Café de Costa Rica, se hicieron observaciones indicando los beneficios que conlleva realizar la siembra directa de semilla, se presentó mejor desarrollo vegetativo y de crecimiento, menor porcentaje de plantas con raíces defectuosas y mayor cantidad de raíces, lo cual podría reflejarse en una planta con mayor potencial productivo. A pesar de que durante el trasplante de la copita se descartó el 20% de las plántulas por la selección usual, las plantas de siembra directa al final del ensayo solo presentaron 8% de raíces con algún defecto. En conclusión, el almacigo de siembra directa presentó mayor desarrollo de planta y calidad de raíz. Las anomalías de raíz en las plantas trasplantadas podrían ser provocadas por la manipulación de las plántulas durante el trasplante.

La siembra directa realizada en la superficie del suelo se hace mediante las conocidas eras de contorno, cada era va a presentar dimensiones de 1,2 a 1,8 m de largo y una altura de 40 cm; cada semilla se va a colocar con una separación de 0,4 m con el fin de dejar drenajes para facilitar la evacuación del agua en momentos de altas precipitaciones según la zona; con una altura que puede variar entre los 5 a 15 cm según así lo considere el productor (Rojas y Alvarado, 1994).

4.4.2 Bolsa Plástica

El desarrollo de almacigos de café en bolsas plásticas es un método que caracteriza y favorece a las plantas a soportar el estrés asociado al momento del trasplante. Dicha tecnología permite un uso más intensivo de los recursos como es el riego, terreno e insumos agrícolas. Esto según de la zona y

la condición climática donde se encuentre el productor. Los almácigos en bolsa su etapa de desarrollo puede durar en periodos de 6 a 12 meses, según la preferencia del productor (Rojas y Alvarado, 1994).

Las bolsas diseñadas para almácigo de café (figura 2) son elaboradas con polietileno, color negro y perforadas para evitar excesos de humedad en el sustrato. Dentro de los tamaños más recomendados según el periodo que se desee desarrollar el almácigo son de 6 cm x 8cm, 15.20 cm x 2.32 cm y de 13.97 cm x 16.51 cm (Chaves, 2016).

El sistema de producción de almácigos en bolsa da mejor desempeño en crecimiento de la planta, grosor de tallo, desarrollo de bandola, mayor número de pares de hojas, aun así, el costo es



Figura 2. Bolsa Plástica con sustrato convencional para almácigo de café. Fuente: Elaboración Propia.

mayor con un promedio de producción de \$ 4.4 por planta de acuerdo con (Gutiérrez Rodríguez y Muñoz Chaves, 2010) .

4.4.3 Tubete

Dentro de los métodos comerciales actuales para el trasplante de plántulas después de la etapa del semillero, es la utilización de tubetes o conos de polietileno (figura 3). Son de gran aceptación en

Centroamérica y una alternativa de producción de almácigos. Esta técnica permite al productor usar en áreas pequeñas mayor cantidad de plantas que otros métodos. El tubete fue desarrollado para obtener un mejor crecimiento raíces rectas y evitar su enrollamiento, permitiendo un buen drenaje. Entre las ventajas de esta tecnología está ahorro de espacio, reducción de riego, aumento en la eficiencia de la mano de obra, disminución de la contaminación en el campo por la reutilización del envase, mayor eficiencia en la cantidad de insumo. La inversión inicial se ve a largo plazo durante 10 años aproximadamente (Avilés, 2008; Dobner *et al.*, 2013).



Figura 3. Tubetes de polietileno para desarrollar almácigo Fuente: Elaboración Propia

Dentro de las ventajas que menciona Chaves (2016), para la producción de almácigo en tubete es su bajo costo en un promedio de 130 colones por planta, lo que favorece al productor renovar el cafetal de forma económica y con mayor cantidad de aérea y bajo sistemas de renovación anuales, con una mayor capacidad de producción de la finca. Debido que las plantas obtenidas por almácigo desarrollado bajo sistema se pueden obtener en 6 meses, favoreciendo al productor poder renovar aéreas completas en menor tiempo comparado el método tradicional que ronda los 9 a 12 meses el desarrollo de las plantas.

4.4.4 Pellets Jiffy- 7 ®

Los pellets son un tipo de pastillas comprimidas compuesta por turba, dolomita, fertilizante y fibra vegetal (figura 4), tienen una capacidad de absorber agua de hasta siete veces su peso seco. Permitiendo a la planta mantenerse hidratada y esto permite realizar riegos con menor frecuencia. En el mercado se presentan diferentes tamaños según la necesidad del tipo de almácigo que se desee desarrollar, específicamente los tamaños existentes están: 18/42, 36/75, 42/75 y 50/95, con volúmenes de 15, 90, 140 y 225 ml respectivamente (Brinkman Trading Company [BTC], 2018).

Tabla 1. Composición química del pellet jiffy-7. Fuente: Laboratorio CIA, 2016

ANÁLISIS QUÍMICO					
ID USUARIO	ID LAB	% HUMEDAD	Ms/cm CE	% C	Relación C/N
SOL: M1 - 50 mm	AO-14-00260	15	1,4	45,87	52,9
Sol: M2 - 36 mm	AO-14-00261	14	1,6	46,44	56,9

ANÁLISIS QUÍMICO												
								mg/kg				
ID USUARIO	ID LAB	% N	% P	% Ca	% Mg	% K	% S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
SOL: M1 - 50 mm	AO-14-00260	0,87	0,04	1,9	1,12	0,06	0,19	1164	12	19	74	7
Sol: M2 - 36 mm	AO-14-00261	0,82	0,04	1,68	1,03	0,08	0,18	1234	8	20	70	6

Fuente: (Universidad de Costa Rica, 2016)

Estudio del desarrollo radical en almácigo de café de híbridos F1 obtenido por cultivo de tejidos, constató a los 8 meses de desarrollo, con presencia de plantas con raíces rectas siendo un 33% y un 65 % con alguna morfología anormal en la raíz. En la evaluación de los tratamientos, obtuvieron el mayor crecimiento en las plántulas que se desarrollaron en Jiffy® con respecto a las plántulas desarrolladas en bandeas, sin embargo, pudieron identificar que las plántulas que mantuvieron la

envoltura del Jiffy® durante la etapa de vivero, consiguieron un menor crecimiento y desarrollo con respecto al tratamiento que fue sembrado directamente en bolsa (Echeverría *et al.*, 2014).



**Figura 4. Ejemplar de una pastilla Jiffy® para desarrollar almácigo.
Fuente: Elaboración Propia**

5 METODOLOGÍA

5.1 SITIO DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la finca del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), ubicado en San Pedro de Barva de Heredia (Figura 5) coordenadas $1109587 N - 485293 E$ según el sistema de coordenadas oficial de Costa Rica “CRTM 05”. El Instituto de Café de Costa Rica se localiza a una altura de 1180 msnm, y se reportan temperaturas medias anuales de $20.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y precipitaciones totales anuales de 2175 mm.



Figura 5. Ubicación del ensayo, San Pedro, Barva de Heredia, Instalación de ICAFFE. Fuente: (Google Earth, 2018)

5.2 ORIGEN DE LA SEMILLA Y FASE GERMINATIVA

Se utilizó semilla del cultivar Obatá (Anexo1) de la cosecha 2017-2018 certificada por la Oficina Nacional de Semillas. Presentando un porcentaje de germinación de 94%, según lo permitido por el reglamento de la Oficina Nacional de Semillas (límite mínimo es de 80%) (Oficina Nacional de Semillas [ONS], 2011).

La siembra de las semillas se realizó de forma directa para los cuatro tratamientos el día 18 de octubre del 2019, colocando dos semillas en el punto de siembra a una profundidad cercana a los dos

cm, con el fin de evitar los problemas de malformaciones en las raíces. De esta manera, se favoreció el desarrollo del sistema radical completo y permitió una mayor capacidad de absorción en condiciones de campo.

Se elaboró un sustrato tipo convencional de forma manual para el llenado de los tratamientos de bolsa y de tubetes. El sustrato utilizado está compuesto por 25 % de broza de café como materia orgánica, 25 % de granza de arroz y 50 % (figura 6) de suelo extraído de la finca experimental de ICAFE que contiene un origen volcánico tipo Andisol. Cada tratamiento se llenó de forma manual para evitar la compactación del sustrato.

Para la semana 10 después de la germinación se eliminó con una tijera de podar la planta de menor desarrollo fenológico para establecer un almácigo de un eje por punto de siembra.



**Figura 6. Sustrato Convencional, 50 % Suelo, 25% materia orgánica, 25% granza de arroz.
Fuente: Elaboración Propia.**

5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

El ensayo se efectuó a nivel de campo en condiciones semicontroladas, con una cobertura aérea de sarán elevada a 2,5 m con postes de cemento, para evitar la influencia directa de sol e impedir la

quemada directa en los tejidos de la planta. Los tratamientos se colocaron de forma aleatoria en una cama con dimensiones de 1,57 m de ancho, 2,97 m de largo y de 0,29 m de alto, elaborado con maya tipo ciclón, con tubo de hierro galvanizado de 2 pulgada de diámetro (Figura 7).



Figura 7. Desarrollo de almácigo bajo camas con maya de tipo ciclón. Fuente Elaboración Propia.

La frecuencia de riego dependió de la humedad presente en los contenedores; en los meses más húmedos (época de invierno) se realizó un riego cada 72 horas (si lo ameritó) con una frecuencia de una hora en la mañana, con ayuda de un aspersor manual de agua para mantener una gota fina, para brindar una humedad adecuada sin llegar al encharcamiento del sustrato. En época seca se aplicó riego todos los días con frecuencia de una hora en dos momentos (7 am y 3 pm), para mantener la humedad del sustrato evitando la desecación y el estrés calórico que puede provocar la época seca.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- 5.3.1 Tratamiento A:** El tratamiento testigo consistió en la bolsa plástica tradicional de polietileno de color negro, perforadas, cuyas dimensiones son de 6 cm x 8 cm (ICAFE, 2011). El sistema de producción utilizó sustrato convencional, elaborado con 50% de tierra, 25% de materia orgánica y 25% de granza de arroz.
- 5.3.2 Tratamiento B:** Se utilizó el tubete de polietileno de alta densidad de color negro con dimensiones de 3.5 cm x 15 cm, el sustrato convencional con 50% de tierra, 25% de materia orgánica y 25% de granza de arroz.
- 5.3.3 Tratamiento C:** Tubete polietileno de alta densidad, color negro con dimensiones de 7.2 cm x 19 cm, de igual forma que los tratamientos A y B se agregó el sustrato convencional con 50% de tierra, 25% de materia orgánica y 25% de granza de arroz.
- 5.3.4 Tratamiento D:** Pellets Jiffy-7® son unidades comprimidas con una malla fina de material biodegradable, con una medida 50 mm de ancho, por 95 mm largo. Son elaborados con un sustrato a base de 88% de turba (peat moss), 10% de dolomita, 1% de fertilizante y 1% de net de fibra vegetal (BTC, 2018). La colocación de las pastillas de Jiffy fu en bandejas de polietileno de 35 cm de ancho por 94 cm de largo.

5.4 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

Se efectuó un programa de fertilización que incluyó fertilización foliar y granular, en todos los tratamientos, haciendo diferencia en la dosis según el recipiente utilizado por tratamiento.

Para la fertilización foliar se empleó el fertilizante multimineral una dosis de 1,5 ml por litro de agua. La primera aplicación se realizó cuando las plántulas desarrollaron el primer par de hojas verdaderas, repitiendo cada 30 días hasta que cumplieran el año de su desarrollo.

Para la primera fertilización granulada se empleó la siguiente fórmula química 18-65-0, la cual se aplicó a los tratamientos cuando las plántulas tuvieron entre dos a tres pares de hojas verdaderas, a una dosis de dos gramos por planta en los tratamientos con recipiente de tubete y Jiffy, para el tratamiento de bolsa plástica se utilizó una dosis de cuatro gramos del mismo fertilizante.

Diez días después se complementó la nutrición con la fórmula de liberación controlada 15-15-15, a una dosis de cuatro gramos en los tratamientos de tubete y Jiffy®, y el tratamiento de bolsa plástica fue a razón de seis gramos.

5.5 CONTROL DE ENFERMEDADES

Dentro del plan de control de enfermedades se realizó una aplicación preventiva en el sustrato (antes de colocar la semilla de Obatá), con el ingrediente activo Tolclofos-Metil a una dosis de 1 g por L, con el fin de controlar la enfermedad de mal del talluelo (*Rhizoctonia solani* Kuhn *Pythium* spp., *Fusarium* sp.) mediante la utilización de un aspersor manual de cinco litros de capacidad.

Durante el proceso se realizaron aplicaciones mensuales iniciando cuando la planta tenía dos pares de hojas a tres pares de hojas verdaderas con el fungicida (Azoxistrobina a una dosis de un gramo por litro de agua y Epoxiconazole más Piracostrobin a una dosis de 1.5 ml por L.), principalmente para control de Chasparria (*Cercospora* sp.) o antracnosis (*Colletotrichum* spp.), alternándolo con el fungicida Epoxiconazole más Piracostrobin a una dosis de 1.5 ml por L.

5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental consistió un diseño de bloques completamente al azar, compuesto por cinco bloques, cada uno con los cuatro tratamientos y con 5 repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por 24 plantas, se utilizaron 15 plantas para realizar las mediciones y evaluaciones, tuvo la siguiente distribución en el campo:

D	A	B	B	D	A:	Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm
C	B	C	A	A	B:	Tubete 3.5 cm x 15 cm
A	C	D	C	B	C:	Tubete 7.2 cm x 19 cm
B	D	A	D	C	D:	Pelt Jiffy -7® 55 x 88 mm

Figura 8. Orientación del diseño de los bloques.

VARIABLES ABALIZADAS:

5.6.1 Altura de las plantas: La primera medición se realizó a los 212 días después de la siembra de la semilla cuando las plantas tenían de tres a cuatro pares de hojas verdaderas. Se repitió la medición cada 30 días hasta cumplir con 365 días de desarrollo. Utilizando una regla métrica, desde la base del sustrato al ápice de la plántula.

5.6.2 Número de nudos en el eje ortotrópico: La primera medición se realizó a los 212 días después de la siembra de la semilla, cuando la planta se inició con la medición del número de nudos del eje ortotrópico, con una frecuencia de medición de 30 días hasta cumplir los 365 días de desarrollo.

5.6.3 Peso fresco y peso seco aéreo: pasado los 365 días (18 de octubre del 2019), se escogieron al azar 5 plantas de cada tratamiento, Se retiraron las plantas de los contenedores y con ayuda de una tijera de podar se cortó la parte aérea de cada planta, con el fin de determinar el peso fresco. El proceso para determinar el peso seco consistió en tomar la parte aérea de cada planta y secarla en una estufa durante 72 horas a una temperatura de 70 °C, por último, se pesaron una a una con ayuda de una balanza digital.

5.6.4 Peso fresco y peso seco de las raíces: Al final del año del proceso de desarrollo (18 de octubre del 2019), se retiraron de los contenedores y se extrajo la planta para lavar las raíces, excluyendo los residuos de sustrato y se obtendrá el peso fresco. Posteriormente se dejaron secar en una estufa durante 72 horas a una temperatura de 70 °C. Luego, se pesaron una a una con ayuda de una balanza digital para obtener el peso seco.

5.6.5 Porcentaje de materia seca de raíz: El porcentaje de materia seca de raíz se contempló con el fin de valorar la eficiencia del desarrollo de raíz en los diferentes tratamientos y se obtuvo de la siguiente manera:

$$(\%) \text{ Materia seca de raíz: } (\text{Peso raíz fresco} / \text{Peso seco de raíz}) * 100$$

5.6.6 Porcentaje de materia seca aérea: El porcentaje de materia seca aérea se contempló con el fin de valorar la eficiencia del desarrollo de follaje en los diferentes tratamientos y se obtuvo de la siguiente manera:

$$(\%) \text{ Materia seca aéreo: } (\text{Peso aéreo fresco} / \text{Peso seco aéreo}) * 100$$

5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables altura de la planta, peso seco de las plantas y peso seco de las raíces, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA). El modelo estadístico para el diseño de bloques completos al azar con una estructura de tratamientos

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + F_j + (\tau * F)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

con $i=1, \dots, 4$ $j=1, \dots, 3$ y $k=1, \dots, 5$:

Donde:

- μ corresponde a la media general.
- τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento
- F_j es el efecto del j -ésimo fecha de evaluación
- $(\tau * F)_{ij}$ es el efecto del del i -ésimo tratamiento en la j -ésimo fecha de evaluación
- β_j es el efecto del k -ésimo bloque.
- ε_{ij} es el error aleatorio asociado con la unidad experimental en el bloque k que recibe el tratamiento i de la fecha j , comúnmente los términos de error se asumen normalmente distribuidos con esperanza cero y varianza común.

Se comprobaron los supuestos del ANOVA con gráficos diagnósticos (cuantiles de los términos de error, gráficos de residuos y gráficos de residuos vs. predichos) y se escogió el mejor modelo en función de los criterios de Akaike (AIC) y de información Bayesiano (BIC). En las variables donde existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, se realizó las comparaciones de medias por medio de la prueba de Prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) ($p \leq 0.05$) permitiendo la formación de grupos excluyentes y no transición entre tratamientos.

5.8 ANÁLISIS ECONÓMICO:

El análisis económico estuvo sujeto a la caracterización de costos de establecimiento, sumatoria de los gastos de inversión para cada sistema de almácigo. Se realizó una proyección de ingresos por venta de cada almácigo y comparación con los costos productivos que permitió evaluar el TIR, VAN, relación costo por beneficio y análisis de costo de mano de obra. Cada uno de esos insumos se analizó por tratamiento y se realizó una comparación para determinar los costos de inversión final de cada tratamiento.

6 RESULTADOS

Durante el desarrollo de la investigación, hubo dificultades fitosanitarias (síntomas de antracnosis por el hongo fitopatógeno *Colletotrichum* sp.) en todos los tratamientos a partir del día 240 después de la siembra hasta la última evaluación. Posiblemente por un exceso de humedad provocado por problemas en el drenado del agua causado por una compactación en el sustrato utilizado.

Se identificó dificultad en el manejo de la aplicación del fertilizante en la pastilla Jiffy-7 ® especialmente por su pequeña superficie del bloque de sustrato, esto pudo provocar contacto directo de la enmienda con el tallo generando la mortalidad, de algunas de las plantas (figura 9 y 10).



Figura 9. Tratamiento con Jiffy-7 ®, poco desarrollo, exceso de humedad. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10. Muestra de compactación de sustrato en tratamiento de bolsa plástica y síntomas de *Colletotrichum* spp. y otras enfermedades
Fuente: Elaboración Propia.

6.1 Altura

El ANOVA para la variable altura (Anexo 3) mostró diferencias significativas para la interacción Tecnología ($p \leq 0.05$) resultando que la altura un tratamiento fuese distinto a partir del día 273 después de la siembra. El tratamiento Pellet Jiffy fue el que tuvo una menor altura durante todo el periodo de evaluación siendo estas menores a los dos cm, mientras que el tratamiento con tubetes 7.2 x 19 cm mostró mayor altura en cada una de las fechas de evaluación con una altura promedio inicial de seis hasta 19 cm para la última fecha de evaluación cumpliendo los 365 días. El resto de los tratamientos tuvo un efecto similar al tubete 7.2 x 19 cm, pero con menor efecto sobre la altura.

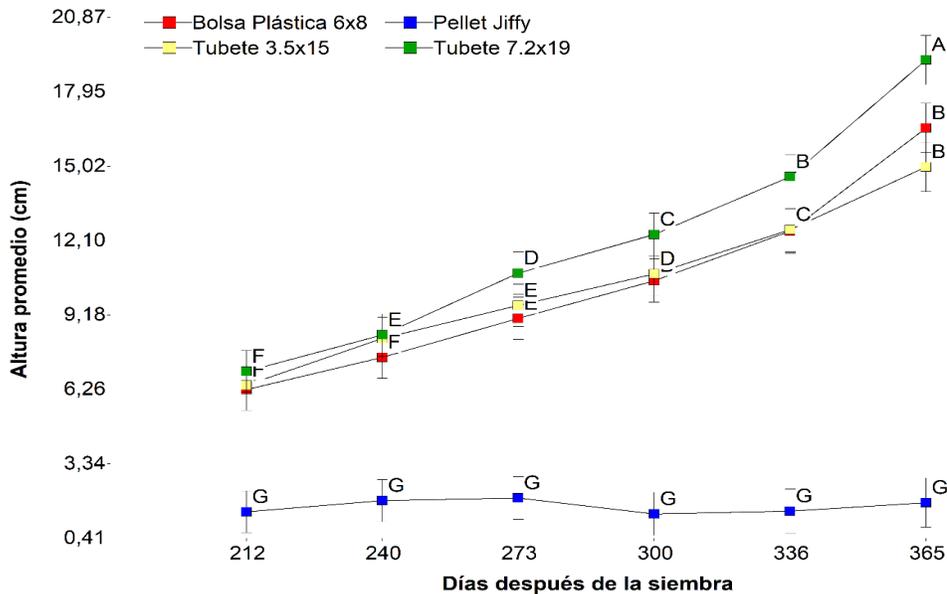


Figura 11. Altura promedio de plantas por cada tratamiento de acuerdo con la fecha de evaluación.

6.2 Número de nudos ortotrópicos

El tratamiento Pellet Jiffy 7 ® fue el que generó menor número de nudos durante todo el periodo de evaluación con un nudo (Anexo 5), por su parte el tratamiento con tubetes 7.2 x 19 cm mostró los mayores efectos en cada una de las fechas de evaluación con una cantidad de nudos promedio inicial de tres hasta ocho nudos para la última fecha de evaluación. El resto de los tratamientos tuvo un efecto similar al tubete 7.2 x 19 cm, pero con menor efecto sobre la cantidad de nudos cómo se logra observar en la figura 12 y figura 22.

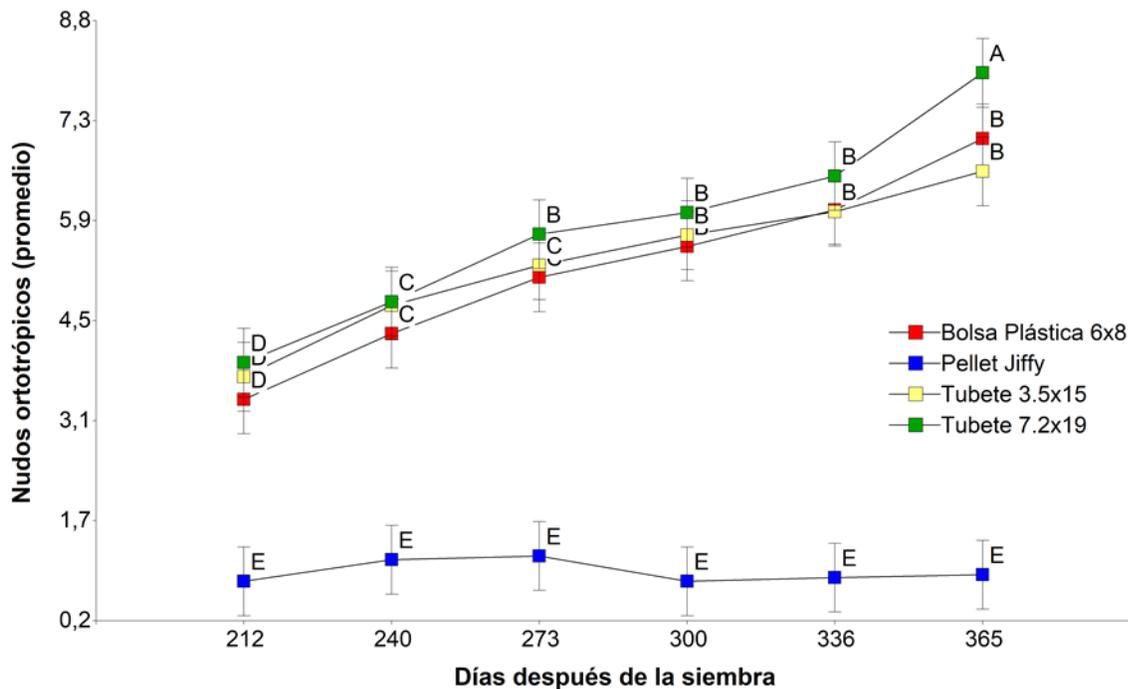


Figura 12. Nudos ortotrópicos promedio al final de los 365 días después de la siembra.

6.3 Peso fresco aéreo

La variable peso fresco aéreo (Anexo 4) no mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) resultando dos tecnologías sin deferencia entre los tratamientos. Por tanto, el tratamiento con tubetes 7.2 x 19 cm y la bolsa plástica mostraron los mayores efectos en cada una de las fechas de evaluación con un promedio entre los 15 a 18 gramos de peso fresco aéreo. El tratamiento tubete 3.5 x 15 cm tuvo un efecto de menor peso fresco con un promedio de 10 gramos.

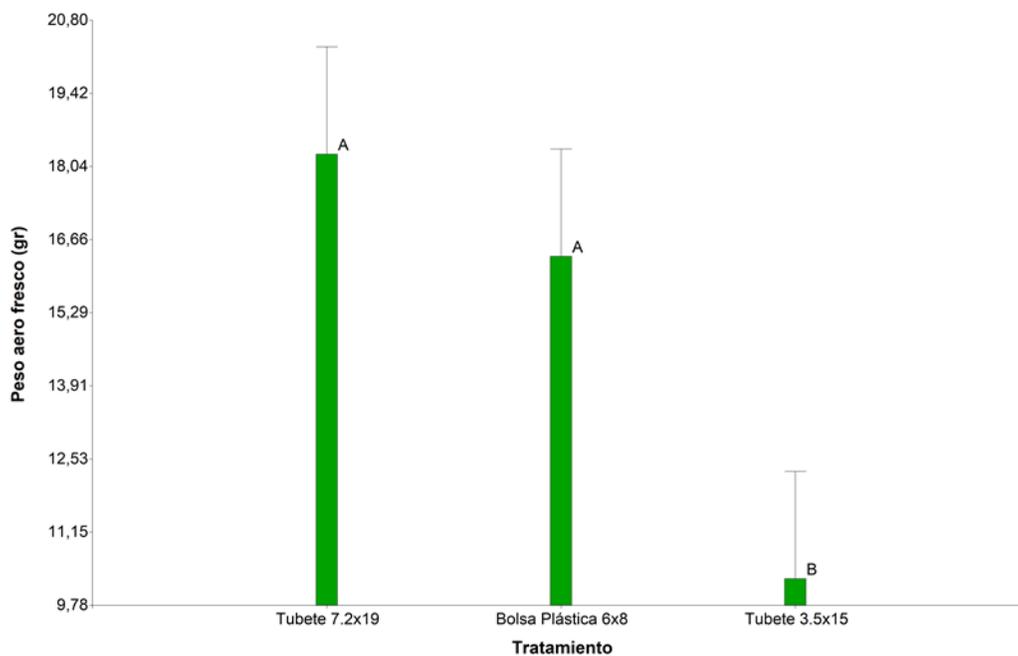


Figura 13. Resultado del análisis estadístico ANOVA, variable peso aéreo después de 365 días de desarrollo.

6.4 Peso fresco raíz

La variable peso fresco raíz mostró diferencias significativas en un tratamiento ($p \leq 0.05$) (Anexo 6). Los tratamientos bolsa plástica 6 x 9 cm con respecto al tubete 3.5 x 15 cm no establecen al final de la evaluación una diferencia significativa con un promedio final de 8 y 10 gramos respectivamente. Sin embargo, la tecnología tubete 7.2 x 19 cm indicó un desarrollo promedio de 16 g, siendo el mejor resultado para esa variable (Figura 14).

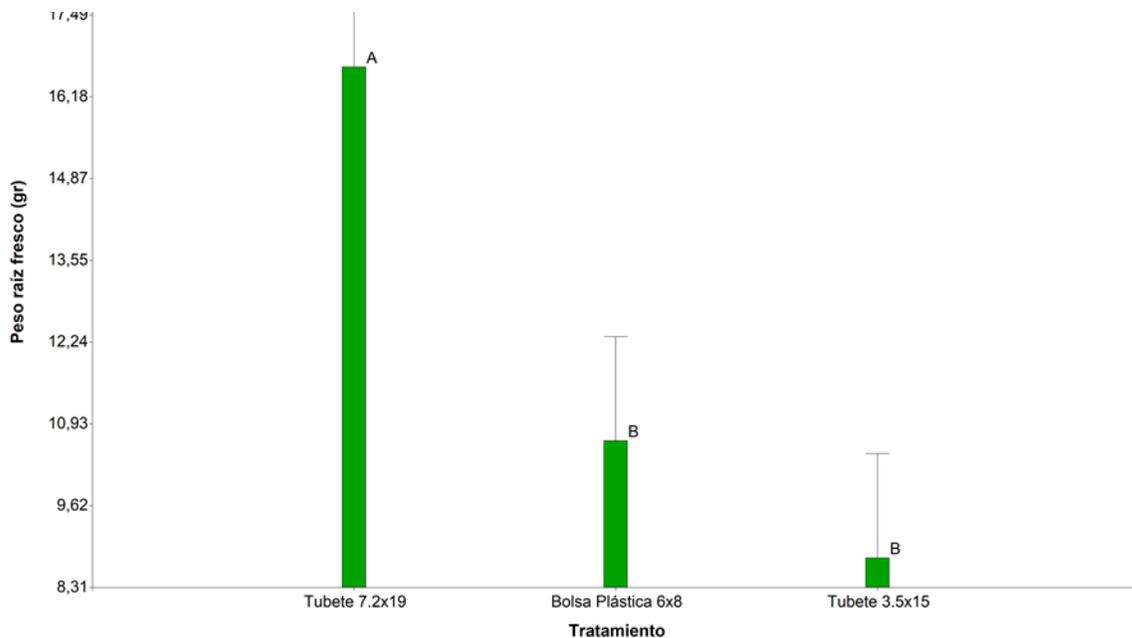


Figura 14. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente peso fresco raíz

6.5 Peso seco raíz

La variable de peso seco raíz mostró diferencias significativas para la interacción Tecnología ($p \leq 0.05$) (Anexo 7). Los tratamientos bolsa plástica 6 x 9 cm con respecto al tubete 3.5 x 15 cm no establecen al final de la evaluación una diferencia significativa. Sin embargo, las plantas sembradas en tubete de 7.2 x 19 cm tuvo un peso seco de la raíz de alrededor de 4.3 gramos.

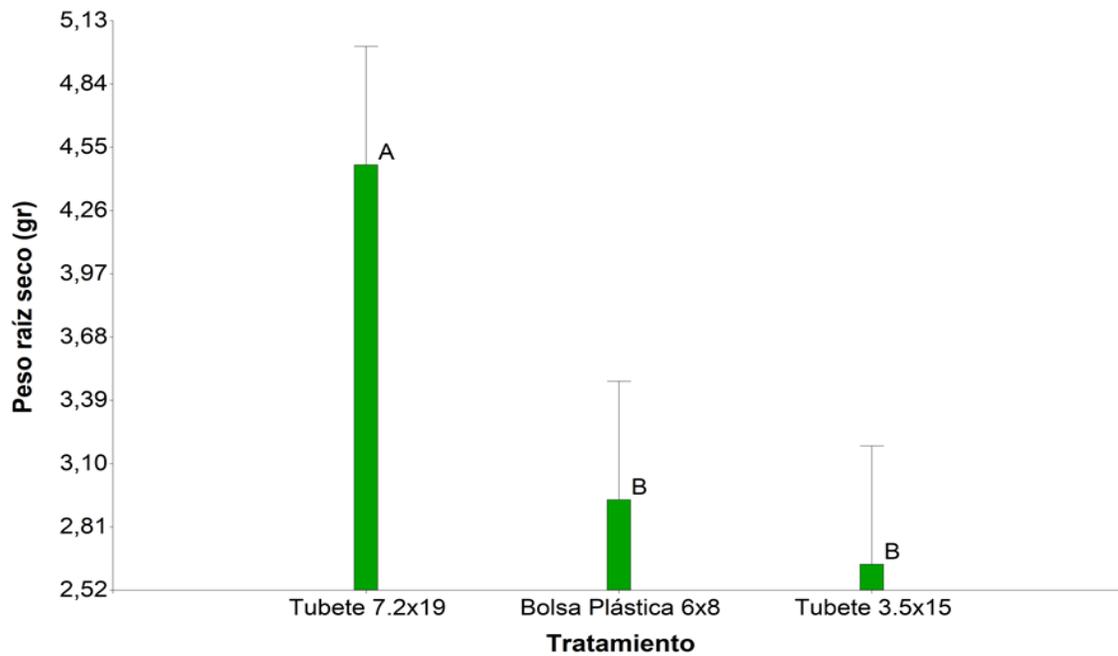


Figura 15. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente peso seco raíz

6.6 Porcentaje de materia seca de raíz

El porcentaje de materia seca de raíz mostró diferencias para el tratamiento tubete 3.5 x 15 cm ($p \leq 0.05$) (Anexo 9). Los tratamientos bolsa plástica 6 x 9 cm con respecto al tubete 7.2 x 19 cm no establecen al final de la evaluación una diferencia con un promedio de 28 y 23% de materia seca. Sin embargo, el tratamiento con tubete 3.5 x 15 cm indicó un mayor porcentaje (40%), existiendo el mejor resultado al final de la evaluación diferenciándose del tubete 7.2 x 19 cm y la bolsa plástica 6 x 8 cm (Figura 16).

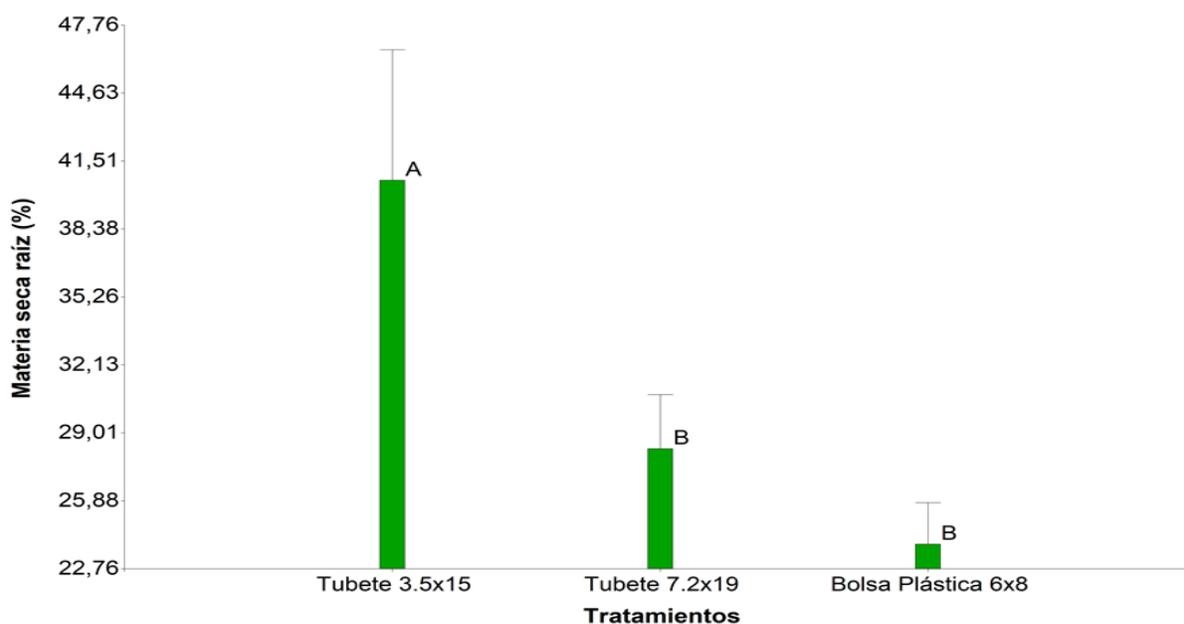


Figura 16. Resultado final del análisis estadístico de la variable dependiente materia seca de raíz.

6.7 Peso seco parte aérea

El resultado obtenido en el valor de tecnología no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$), siendo importante indicar que los tratamientos en estudio de tubetes, Jiffy-7® y bolsa plástica al finalizar la prueba no presentan alguna diferencia en la variable de peso seco.

Cuadro 1. Resultados finales peso seco aéreo

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)				
	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	62,27	<0,0001
Tecnología	2	68	2,82	0,0665

6.8 Porcentaje de materia seca aérea

No mostró diferencias entre los tratamientos para la variable porcentaje de materia seca aérea ($p > 0,05$) al finalizar el estudio. Estableciendo los dos tamaños de tubetes, la bolsa plástica y el Jiffy-7® en la variable de materia seca aérea iguales al final de la evaluación. (Anexo 8).

Cuadro 2. Resultado obtenido materia seca aérea al final de la evaluación del estudio

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)				
	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	310,17	<0,0001
Tecnología	2	68	2,51	0,0891

6.9 Costo de producción del almácigo con los diferentes tratamientos

Los costos de los tratamientos al final de la evaluación presentan diferencias importantes en los rubros de inversión, planta para la venta, así como la utilidad bruta, donde se consideró un precio promedio de venta en general de 300 colones para el precio final de venta por planta. En el cuadro 3

hace mención del uso del Pellet Jiffy-7 ® como la tecnología más cara donde se requiere una inversión inicial de ₡ 4 248 350,00 le sigue la tecnología de Tubete 7.2 cm x 19 cm que requiere una inversión de ₡ 1 090 048,96.

El cuadro 3 indica una proyección de costos e ingresos con los datos obtenidos de la prueba; considerando el costo final de venta de una planta de almácigo con un costo unitario de 300 colones. Refleja una diferencia significativa en el costo de inversión, siendo el Pellet Jiffy-7 ® con el costo más alto de inversión de ₡ 4 248 350. El costo de inversión más económico lo mantiene el sistema de la bolsa plástica 6 x 8 cm actualmente es el sistema que predomina a nivel comercial en Costa Rica. A pesar de que los dos contenedores de tubetes presentan una inversión inicial de más del 50 % comparado al sistema de bolsa plástica. Los dos tamaños de tubete presentan las utilidades brutas más bajas con respecto a la bolsa plástica que mantiene una utilidad de ₡ 1 028 101.

El cuadro 4 indica la una proyección de una producción de 5000 plantas de café, estableciendo un flujo de caja de 5 años, indica posibles mejores inversiones de acuerdo con el VAN almácigos desarrollado con tubo de polietileno con medidas 7.2 x 19 cm, con un Valor Actual Neto de ₡ 486 182, seguido del tubete 3.5 x 15 cm. Es importante indicar si se realiza una inversión con pellet Jiffy-7 ® no se debería realizar una inversión por motivo que el indicador VAN es negativo con un valor de -₡ 16 148 200, siendo un riesgo muy alto de inversión y perdida.

Cuadro 4. Resumen de costos por tratamiento para producir 5000 plantas de almácigo de café por tecnología

Tecnología	Costo total de Inversión	Costo por planta	% Margen de utilidad	Utilidad	Costo Planta para la Venta	Ingreso por Ventas	Utilidad Bruta
Tubete 7.2 cm x 19 cm	¢1 090 048,96	¢218,01	38%	¢ 82,84	¢300	¢1 500 000,00	¢409 951,04
Tubete 3.5 cm x 15 cm	¢898 455,00	¢179,69	67%	¢ 120,39	¢300	¢1 500 000,00	¢601 545,00
Pellet Jiffy-7	¢4 248 350,00	¢849,67	-646%	-¢ 548,89	¢300	¢1 500 000,00	-¢2 748 350,00
Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm	¢471 898,96	¢94,38	317%	¢ 205,62	¢300	¢1 500 000,00	¢1 028 101,04

Cuadro 3. Resumen financiero por tecnología para producir almácigo de 5000 plantas de café

Tecnología	Tasa de descuento	VAN	TIR
Tubete 7.2 cm x 19 cm	15%	¢ 833 762	21%
Tubete 3.5 cm x 15 cm	15%	¢ 1 725 733	50%
Pellet Jiffy-7	15%	-¢16 748 200	N/A
Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm	15%	¢ 2 357 985	44%

5. DISCUSIÓN

La información obtenida en el presente estudio evidencia como la producción de almácigo de café para la variedad Obatá bajo el sistema de producción tradicional con diferentes métodos de desarrollo existentes en el mercado logran presentar diferencias en la inversión inicial. La elaboración de almácigo realizado en tubetes y pellets de Jiffy-7® presentó dentro de las ventajas observadas de forma cualitativa la disminución que se puede obtener en tiempo de aplicación de fertilizantes y aplicaciones a nivel foliar, disminución en la utilización en aérea para desarrollar grandes cantidades de almácigo, reutilización de tubetes para nuevos almácigos previendo una disminución de contaminación con respecto lo que puede generar el desecho de la bolsa plástica.

Los Pellets Jiffys-7® obtuvieron poco crecimiento de la parte aérea, radical y una dificultad en la aplicación del fertilizante granulado por presentar un espacio reducido, manifestando un deterioro del tallo provocado por la acidez de la enmienda, mayor absorción de humedad favoreciendo un medio de desarrollo de enfermedades que indujeron mayor mortalidad de las plantas al final del estudio.

Un factor importante para considerar en el desarrollo de las plantas en los tratamientos de tubete con diámetro de 7.2 cm, 3.5 cm y el tratamiento de la bolsa plástica 6 x 8 cm fue la utilización del sustrato convencional (elaborado como 50% suelo, 25% broza% y 25% granza de arroz), esto generó dificultad para que el agua drenara bien y además bajo el sistema convencional de elaboración de almácigo se utiliza una cobertura de sarán (85%) por lo que pudo favorecer que hubiera mayor humedad relativa en el espacio, provocando problemas de afectación de *Colletotrichum* spp. en las plantas de Obata. Chaves (2016), demostró que los mejores índices de crecimiento con la utilización de tubetes como método de desarrollo en almácigos de café, es el uso del Peat Moss como sustrato. El autor indica que obtuvo mayor compactación y dificultad de extracción de la planta al utilizar sustrato tierra en combinación con compost de broza de café y tierra de finca junto con súper tierra Ever Green más fibra de coco al utilizar el tubete como contenedor.

Debido con las dificultades presentadas a nivel fitosanitario y el manejo de humedad y el pobre crecimiento de las plantas mostrado con los Pellets Jiffy-7® en el inicio del estudio y a pesar que en el presente ensayo no se tomó en cuenta las variables de mortalidad, manejo fitosanitario o cantidad de riegos, se demostró que es importante conocer los requerimientos adecuados de riego, manejo fitosanitario más adecuado para obtener mejores resultados en la utilización de dicha tecnología (las plantas afectadas no se utilizaron en las evaluaciones), Autores como Gutiérrez y Muñoz, (2010); Glavis, (2019); Vallejos, Toledo, y Arévalo, (2014) mencionan cuando se genera una alta humedad en el micro túnel del Pellets Jiffy-7 ® favorece la propagación de patógenos, confirmando los problemas obtenidos durante el desarrollo de la investigación, los autores sugieren poder mantener un adecuado manejo de la humedad y desinfección de los pellets, para favorecer el desarrollo de las plántulas.

Glavis, (2019) señala los pellets están diseñados a base de un polímero de ácido policárpico, el cual ayuda en el crecimiento de las raíces secundarias, y mayor número de pelos absorbentes, así como la presencia de microporos presentes que favorecen la autopoda de la raíz pivotante. Echeverría et al., (2014) asevera que el mayor crecimiento de las plántulas desarrolladas con los contenedores en Jiffy® que preservaron el polímero tuvieron menor crecimiento y desarrollo, con respecto al tratamiento el cual se le eliminó previo a sembrar en bolsa. En el presente estudio no se obtuvo el mismo rendimiento con la utilización de Pellets Jiffy-7®, las variables desarrollo foliar, desarrollo de raíz y crecimiento vegetativo con respecto a los demás tratamientos, por problemas fitosanitario especialmente *Colletotrichum* spp., debido a mayor retención de agua.

El uso de los tubetes presentó un crecimiento de las plántulas de café y gustado por el productor de café (a nivel cualitativo), para realizar un trasplante a campo. Chaves (2016)., por su parte indica que tuvo un crecimiento promedio de planta con el uso de tubete, utilizando el sustrato de suelo más súper tierra más fibra de coco con un promedio de altura de plantas de 19.16 cm. Con un promedio de 19 cm con el tubete de tamaño de 7.2 x 19 cm.

Chaves (2016) demostró que el uso de Peat Moss como sustrato, da mejor desarrollo de altura de plantas, con un promedio de 23,98 cm, no siendo así para Gutiérrez y Muñoz (2010), que indica que el mejor desempeño sistema de producción de almácigo que obtuvo durante su estudio fue la utilización de la bolsa plástica.

Puede que el uso del tubete sea 100% más caro en la inversión inicial con respecto al uso de la bolsa plástica convencional para la producción de almácigo de café, pero se puede asegurar que disminuye el tiempo en reproducir las plántulas en el vivero, se reduce el costo de transporte por ocupar menos volumen y peso, ahorro en el tiempo de la mano de obra para las diferentes labores, menor uso de sustrato y beneficia el crecimiento radical; sin dejar de lado que el tubete se puede reutilizar hasta 7 años continuos, evitando la contaminación ambiental provocado por el uso de la bolsa plástica (Chaves Vargas, 2016; Dobner et al., 2013).

El tratamiento que obtuvo mejor desarrollo de altura, número de nudos en el eje ortotrópico, mayo peso fresco de raíz es el tubete 17.2 x 19 cm requiere una inversión inicial para producir 5000 mil plantas de 1 090 048,96 colones con una utilidad bruta de 409 951,04 colones. Seguidamente la bolsa plástica 6 x 8 cm con un costo de inversión inicial de 471 898,96 colones con una utilidad bruta al final 1 028 101,04 colones. La decisión de cual tratamiento utilizar queda en criterio del productor según la capacidad y el criterio que tenga para desarrollar un almácigo para su finca. La decisión de cual tratamiento utilizar queda a criterio del productor después de realizar una adecuada valoración de sus circunstancias como tamaño del aérea a renovar, tiempo para realizarlo, disponibilidad de capital inicial, y de mano de obra entre otras variables.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontraron problemas en el drenado del agua causado por una compactación con el uso del sustrato convencional, en los tratamientos con tubete, bolsa plástica y dificultades fitosanitarias (síntomas visibles de *Colletotrichum* spp.) afectaron directamente el desarrollo general de las plantas y las variables analizadas.

Se identificó problemas con la aplicación de fertilizante granulado en el tratamiento de la pastilla Jiffy-7[®], por el pequeño espacio que cuenta la pastilla, pudo provocar la mortalidad de algunas plantas por contacto directo del fertilizante con el tallo de la planta.

El comportamiento de la altura en las plantas de café mostró diferencia significativa para el tratamiento tubete 7.2 x 19 cm, obteniendo la mayor altura al final de las evaluaciones con respecto a los demás tratamientos.

No mostró diferencias significativas en la variable altura de las plantas de almácigo donde se utilizó los tratamientos con tubete 3.5 x 15 cm con respecto al tratamiento de bolsa plástica 6 x 8 cm al final de la evaluación.

Se identificó una correlación de crecimiento de la planta de café de la variedad Obata con respecto al número de nudos ortotrópicos en los tratamientos con una diferencia significativa en el tratamiento tubete 7.2 x 19 cm por encima del método tradicional bolsa plástica 6 x 8 cm, tubete 3.5 x 15 cm.

El desarrollo de plantas de café de la variedad Obata con la tecnología de pellet Jiffy-7[®] obtuvo el menor crecimiento de las plantas, número de nudos en el eje ortotrópico con respecto a los demás tratamientos al final de las evaluaciones.

Al finalizar el desarrollo de las plantas de almácigo de café en los diferentes tratamientos, no se logró determinar una diferencia significativa para la variable peso fresco aéreo, siendo el tubete 3.5 x 15 cm diferente y con menor peso fresco.

Se encontró diferencias en el peso fresco, peso seco de raíz favoreciendo el desarrollo para la tecnología tubete 7.2 x 19 cm siendo diferente a los demás tratamientos, mientras que la bolsa plástica y el tubete 3.5 x 15 cm no se establecen una diferencia significativa entre ambos.

No hubo una diferencia significativa en el porcentaje de materia seca de raíz obtenido al final de la evaluación en el desarrollo de almácigo con la utilización de bolsa plástica con respecto al tubete 7.2 x 19 cm.

No se logró determinar al final del desarrollo del almácigo de café variedad Obata una diferencia significativa entre los tratamientos para las variables porcentaje materia seca aérea y peso seco parte aérea.

Al finalizar el ensayo y de acuerdo con los datos obtenidos, cualquier método estudiado funciona para desarrollar plantas de café y pueden ser una opción para el productor. Aunque se encontraron diferencias en los costos de producción entre los tratamientos, los costos de producir plantas con respecto a los tratamientos que obtuvieron mejores resultados están por debajo del precio normal del costo de compra de una planta en el Valle Central el cual ronda los 250 a 350 colones.

La escogencia de la tecnología a nivel de costos va a ser dada por el productor según una gama de condiciones en preferencia, según su posibilidad económica y método de preferencia. Se determinó el tratamiento con el tubete 7.2 x 19 cm con costo de inversión inicial de ₡ 1 090 048,96 con el más alto, seguido del método tradicional la bolsa plástica con una inversión inicial de ₡471 898,96.

Se observaron ventajas de realizar almácigos en tubete con respecto métodos tradicionales: cantidad plantas en menor área, disminución en los tiempos de atomización, fertilización, eliminación de maleza, la reutilización del tubete hasta por 7 años disminuyendo la contaminación comparado al sistema tradicional del uso de bolsa plástica; Su desventaja es el alto costo de inversión inicial comparado con la bolsa.

Se considera importante una segunda etapa del ensayo incorporando los mismos tratamientos utilizados, en un periodo de 6 meses de desarrollo y llevar las plantas a campo para evaluar cual tratamiento se adapta mejor bajo esas condiciones.

Evaluar diferentes sistemas de producción de almácigo, de acuerdo a los tratamientos utilizados, de forma en el caso del Jiffy-7® considerar utilizar protección para lluvia y riego por nebulización; en el caso de los tubetes riego por goteo y fertirriego.

Generar un ensayo con diferentes dosis y tipos de fertilizantes y evaluar las frecuencias de riego que ayuden a un mejor crecimiento de las plantas en el sistema Pellet Jiffy®.

Considerar en ensayos similares, mantener un control más estricto de enfermedades, con aplicaciones más frecuentes fungicidas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aldo Martínez Solís. (2005). *Evaluación de diferentes sustratos, empenado la técnica de tubetes para producir plantulas de café (Coffea arábica L.) var. Catuai, en etapa de vivero, Finca Monte María, Finca San Juan Alotenango*. Grado Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Recuperado el marzo de 2018, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2159.pdf
- Alvarez Velásquez, G. (2012). *Herramientas para orientar estrategias de poda de café de pequeños productores en Corquín, Copán, Honduras*. Magister Scientiae en Agricultura Ecológica, CATIE, Escuela de Posgrado. Recuperado el marzo de 2018, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10782e/A10782e.pdf> <http://hdl.handle.net/11554/2291>
- Avilés, J. L. (2008). *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización*. Tesis de Licenciatura, Zamorano, Honduras. Recuperado el marzo de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf> Ade L Jorge - 2008
- Blandón Aviléz, L. (2008). *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización*. Tesis de grado, Zamorano, Ciencia y Producción Agropecuaria, Honduras. Recuperado el marzo de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf>
- Brinkman Trading Company. (2018). *Especificaciones técnicas de Jiffy-7*. Recuperado el marzo de 2018
- Chaves Vargas, H. A. (2016). *Evaluación del Crecimiento y mortalidad de almácigo de café producido en tubetes en tres diferentes sustratos en Sabanilla de Alajuela*. Tesis de

Licenciatura, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia. Recuperado el Febrero de 2018

Coa Urbaez, M., Mendez Natera, J. R., Silva Acuña, R., & Mundarain Padilla, S. (Febrero de 2014).

Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arábica*) var. Catuai Rojo. *IDESIA*, 32(1), 43-53. doi:10.4067/S0718-34292014000100006

Dobner Junior, M., André Trazzi, P., Riroyei Higa, A., & Arno Seitz, R. (marzo de 2013). Influência

do volume do tubete e do método de plantio no crescimento. *Scientia Forestalis*, 07-14.

Recuperado el abril de 2018, de <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr97/cap01.pdf>

Echeverría, F., Barquero, M., & Rodríguez, D. (2014). Estudio del desarrollo radical en almácigo de

híbridos fl de café obtenidos por cultivo de tejidos. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 67-74.

Obtenido de www.mag.go.cr/rev_agr/index.htm

Fallas, J. (08 de abril de 2008). Proyecciones Cartográficas y Datum. (I. e. Forestales, Ed.) Heredia,

Heredia, Costa Rica. Recuperado el 18 de marzo de 2018, de

http://www.sirefor.go.cr/images/stories/contenidos/proyecciones_y_datum_2008_teoría.pdf

Glavis, P. (16 de marzo de 2019). *Youtube*. Recuperado el 2020, de

<https://www.youtube.com/watch?v=dZ-QdFcVB-E>

Google Earth. (2018). *Google Earth*. Recuperado el junio de 2018, de Instituto del Café de Costa

Rica: [https://earth.google.com/web/@10.0339362,-](https://earth.google.com/web/@10.0339362,-84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT)

[84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT](https://earth.google.com/web/@10.0339362,-84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT)

[BmMDc5NjgwMGYzYWI6MHgxMWI2MDC2MWRmOWY3ZGJjGRBN6hVgESRAIYqJ](https://earth.google.com/web/@10.0339362,-84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT)

[cg7DCFXAKihJbnN0aXR1dG8gZGVsIENhZmUgZGUgQ29zdGEgUmljYSAoSUNBRkU](https://earth.google.com/web/@10.0339362,-84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT)

[pGAIgASgCKAI](https://earth.google.com/web/@10.0339362,-84.1369053,1188.17432866a,1038.47369144d,35y,0h,45t,0r/data=Cm0aaxJjCiUweDhmYT)

Goyenaga, R. (mayo de 2013). *Almácigo de café en Tubetes*. (M. d. Ganadería, Ed.) Recuperado el 03 de 2018, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-07-2013.pdf>

Gutiérrez Rodríguez, E. G., & Muñoz Chaves, M. J. (Diciembre de 2010). Evaluación de tres sistemas de producción de almácigos de café (*coffea arabica*) var. Caturra. 24. Zamorano, Honduras: Tesis (Licenciatura)- Universida El Zamorano. Recuperado el Marzo de 2018

Icafe. (14 de 03 de 2018). *Icafe*. Obtenido de <http://www.icafe.cr/sector-cafetalero/clima/?zona=VC>

ICAFFE. (Febrero de 2018). *Informe Sobre La Actividad Cafetalera De Costa Rica*. Recuperado el marzo de 2018, de http://www.icafe.go.cr/sector_cafetalero/estadsticas/infor_activ_cafetal/actual/Informe

Instituto del Cafe de Costa Rica. (marzo de 2019). Recuperado el 14 de Junio de 2020, de Instituto del Café de Costa Rica: <http://www.icafe.cr/sector-cafetalero/informacion-de-mercado/informes-de-la-actividad-cafetalera/>

Instituto del Cafe de Costa Rica. (3 de 12 de 2017). Informe sobre la actividad Cafetalera de Costa Rica. Heredia, Heredia, Costa Rica.

Instituto del Café de Costa Rica. (Febrero de 2018). *Créditos Plan de Renovación y Poda de Cafetales*. (ICAFFE, Editor) Recuperado el febrero de 2018, de <http://www.icafe.cr/icafe/servicios/creditos-plan-de-renovacion-y-poda-de-cafetales/>

International Coffee Organization. (2017). *International Coffee Organization*. Obtenido de <http://www.ico.org/>

Intittuto del Café de Costa Rica. (2011). *Guía Técnica para el Cultivo de Café* (Vol. 1). Barva, Heredia, Costa Rica: ICAFFE-CICAFFE. Recuperado el 12-03-2018, de <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>

Intituto del Café de Costa Rica. (Marzo de 2015). *ICAFFE*. Recuperado el 13 de junio de 2020, de <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/historia/>

Jaime, A. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. *Sistemas de producción de café en Colombia*, 22-60. Recuperado el marzo de 2018, de <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>

Mirian, E., da Silva, A., D. de Castri, R., Dussert, S., Walters, C., Derek Beeley, J., & W.M. Hilhorst, H. (2006). Coffee seed physiology. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 149-163. doi:10.1590/S1677-04202006000100011

Monroig Inglés, M. (sf). *Manual para la proagación del Cafeto*. Universidad de Puerto Rico, Servicio de Extensión Agrícola, Puerto Rico. Recuperado el Marzo de 2018, de http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf

Moreno Berrocal, A., & Sánchez Arciniegas, P. (Mayo de 2012). *Reduzca los Costos en el establecimiento de Café*. (CENICAFE, Editor) Recuperado el abril de 2018, de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0419.pdf>

Oficina Nacional de Semillas. (2011). *Oficina Nacional de Semillas Reglamento Técnico para la Certificación de Semilla de Café*. San José: San José. Recuperado el abril de 2018, de http://ofinase.go.cr/reglamentotecnico_cafe/

Pita Villamil, J. M., & Pérez García, F. (1998). *Ministerio de agricultura pesca y alimentación*. Recuperado el abril de 2018, de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf

Ramírez , J. (1996). *Poda y Manejo de Coffea arabica L*. San José, Costa Rica: Icafe. Recuperado el 13 de abril de 2018

- Redón Sáenz, J. R. (2016). *Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción*. Recuperado el marzo de 2018, de CENICAFE: <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0463.pdf>
- Rojas Barrantes, M., & Ramírez Valerio, D. (2015). *Evaluación del desarrollo de almácigo establecido mediante siembra directa de semilla*. ICAFE, ICAFE. Heredia: ICAFE. Recuperado el abril de 2018
- Rojas, G., & Alvarado, M. (1994). *Cultivo y beneficiado del café*. San José, San José, Costa Rica: EUNED. Recuperado el marzo de 2018, de https://books.google.co.cr/books?id=15qrSG-5114C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Universidad de Costa Rica. (2016). *Análisis de Laboratorio de Muestra de Jiffy Pellet*. UCR, Laboratorio CIA, San José. Recuperado el marzo de 2018
- Universidad de Costa Rica. (21 de febrero de 2017). *Productores analizaron los problemas y alternativas del sector cafetalero*. Recuperado el marzo de 2018, de <http://www.so.ucr.ac.cr/productores-analizaron-los-problemas-y-alternativas-del-sector-cafetalero>
- USA, M., & McDonald's, C. (junio de 2015). *Un buel Almácigo garantiza cafetales sanos y productivos*. Recuperado el Abril de 2018, de scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/.../BPA-1.Almacigos-20150914-web.pdf%0A
- Vallejos, G., Toledo, L., & Arévalo, L. A. (Julio de 2014). Enraizamiento de brotes de Capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hollk. f.ex shum., en la amazonía peruana. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 11(27), 55-59. Obtenido de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/1778>

World Coffee Research. (2019). *World Coffee Research*. Recuperado el 13 de junio de 2020, de <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/es/varieties/obata>

8. ANEXOS

Anexo 1. Semilla certificada de la Variedad Obata utilizada para el estudio. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).

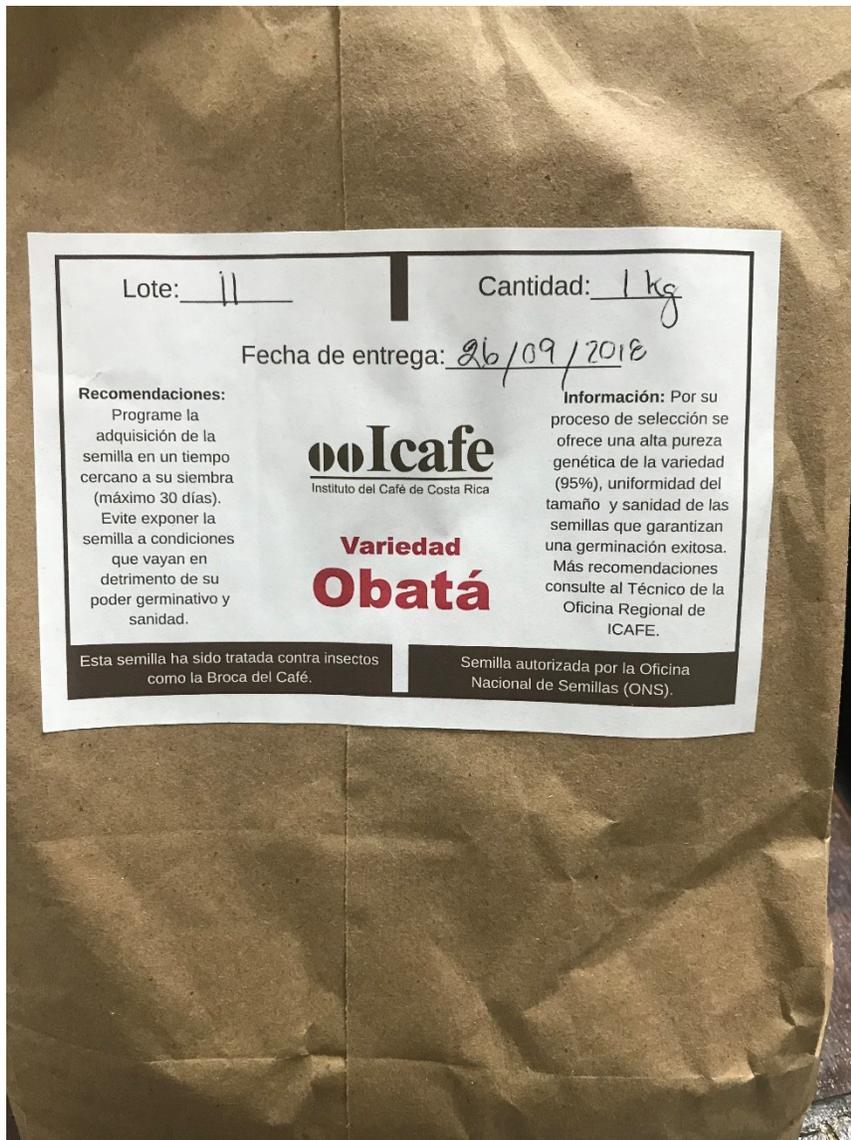


Figura 17 Empaque de la semilla de Obatá utilizada en la prueba. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2. Materiales utilizados para la medición de las variables y Resultados de Raíz, y desarrollo obtenidos al final del ensayo.



Figura 19. Ilustración de la medición de la altura de las plantas de los tratamientos del ensayo. Fuente: Elaboración Propia



Figura 18. Balanza utilizada para la medición de los pesos frescos y pesos secos de raíz y sección aérea de las plantas. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 20. Estado de la raíz en los tratamientos Tubete 7.2 x 19 cm, tubete 3.5 x 15 cm y Bolsa Plástica. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 21. Lavado de Raíz, Tratamientos tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm y Bolsa plástica. Fuente: Elaboración Propia



Figura 22. Comparación de los tratamientos al cumplir de los 60 a 365 días de desarrollo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Comparación de desarrollo de plantas en los tratamientos Tubete 7.2 x 19 cm, Tubete 3.5 x 15 cm Pellet Jiffi-7® y Bolsa plástica. Fuente: elaboración Propia

Anexo 3. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente altura

Resultados para el modelo

Variable dependiente: *Altura.de.Planta.cm*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1	R2 2
1800	7883,32	8058,75	-3909,66	1,15	0,72	0,72	0,81

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1760	447,76	<0,0001
Tecnologia	3	12	33,29	<0,0001
DDS	5	1760	380,13	<0,0001
Tecnologia:DDS	15	1760	44,28	<0,0001

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*
 Formula: *~1|Bloque*

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones
 (const)
 (const) 8,3E-04

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*
 Formula: *~1|Tecnologia Dentro Bloque*

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones
 (const)
 (const) 1,57

Altura.de.Planta.cm - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnologia*DDS

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tecnologia	DDS	Medias	E.E.				
Tubete 7.2x19	365	19,20	0,97	A			
Bolsa Plástica 6x8	365	16,53	0,97		B		
Tubete 3.5x15	365	15,00	0,97		B		
Tubete 7.2x19	336	14,61	0,87		B		
Tubete 3.5x15	336	12,53	0,87			C	
Bolsa Plástica 6x8	336	12,48	0,87			C	
Tubete 7.2x19	300	12,35	0,84			C	
Tubete 7.2x19	273	10,83	0,83				D
Tubete 3.5x15	300	10,80	0,84				D
Bolsa Plástica 6x8	300	10,53	0,84				D
Tubete 3.5x15	273	9,56	0,83				E
Bolsa Plástica 6x8	273	9,05	0,83				E
Tubete 7.2x19	240	8,40	0,82				E
Tubete 3.5x15	240	8,27	0,82				E
Bolsa Plástica 6x8	240	7,52	0,82				F
Tubete 7.2x19	212	6,97	0,82				F
Tubete 3.5x15	212	6,43	0,82				F
Bolsa Plástica 6x8	212	6,25	0,82				F
Pellet Jiffy	273	2,00	0,83				G
Pellet Jiffy	240	1,89	0,82				G
Pellet Jiffy	365	1,81	0,97				G
Pellet Jiffy	336	1,48	0,87				G
Pellet Jiffy	212	1,45	0,82				G
Pellet Jiffy	300	1,37	0,84				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. análisis estadístico con el programa Infostat variable dependiente Peso aéreo Fresco

----- para el modelo -----

Variable dependiente: *Peso.aero.Fresco*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
75	516,47	527,85	-253,23	7,35	0,16	0,30

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	84,63	<0,0001
Tecnología	2	68	8,06	0,0007

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	84,63	<0,0001
Tecnología	2	68	8,06	0,0007

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Tecnología	2	68	8,06	0,0007

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*
 Formula: $\sim 1 | \text{Bloque}$

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones

	(const)
(const)	0,42

Peso.aero.Fresco - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnología

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tecnología	Medias	E.E.	
Tubete 7.2x19	18,28	2,02	A
Bolsa Plástica 6x8	16,35	2,02	A
Tubete 3.5x15	10,28	2,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente nudos ortotrópicos

Resultados para el modelo: Variable dependiente: Nudos

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1	R2 2
120	237,53	306,77	-91,77	0,37	0,84	0,84	0,98

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	80	351,41	<0,0001
Tecnologia	3	12	24,35	<0,0001
DDS	5	80	125,30	<0,0001
Tecnologia:DDS	15	80	16,03	<0,0001

Nudos - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnologia*DDS

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tecnologia	DDS	Medias	E.E.				
Tubete 7.2x19	365	8,03	0,49	A			
Bolsa Plástica 6x8	365	7,09	0,49		B		
Tubete 3.5x15	365	6,63	0,49		B		
Tubete 7.2x19	336	6,56	0,49		B		
Bolsa Plástica 6x8	336	6,08	0,49		B		
Tubete 3.5x15	336	6,05	0,49		B		
Tubete 7.2x19	300	6,04	0,49		B		
Tubete 7.2x19	273	5,73	0,49		B		
Tubete 3.5x15	300	5,72	0,49		B		
Bolsa Plástica 6x8	300	5,56	0,49		B		
Tubete 3.5x15	273	5,29	0,49			C	
Bolsa Plástica 6x8	273	5,12	0,49			C	
Tubete 7.2x19	240	4,77	0,49			C	
Tubete 3.5x15	240	4,72	0,49			C	
Bolsa Plástica 6x8	240	4,32	0,49			C	
Tubete 7.2x19	212	3,91	0,49				D
Tubete 3.5x15	212	3,71	0,49				D
Bolsa Plástica 6x8	212	3,39	0,49				D
Pellet Jiffy	273	1,16	0,49				E
Pellet Jiffy	240	1,11	0,49				E
Pellet Jiffy	365	0,89	0,49				E
Pellet Jiffy	336	0,85	0,49				E
Pellet Jiffy	212	0,80	0,49				E
Pellet Jiffy	300	0,80	0,49				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso fresco raíz.

Resultados para el modelo:

Variable dependiente: *Peso.Raiz.Fresco*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1
75	495,74	507,13	-242,87	6,40	0,20	0,32

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	85,24	<0,0001
Tecnología	2	68	10,33	0,0001

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	85,24	<0,0001
Tecnología	2	68	10,33	0,0001

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1 Tecnología	2	68	10,33	0,0001

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*

Formula: *~1|Bloque*

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones

	(const)
(const)	0,38

Peso.Raiz.Fresco - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnología

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: *No*

Tecnología	Medias	E.E.	
Tubete 7.2x19	16,66	1,67	A
Bolsa Plástica 6x8	10,66	1,67	B
Tubete 3.5x15	8,78	1,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 7. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso raíz seco.

Resultados para el modelo:

Variable dependiente: *Peso.Raiz.Seco*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	OR2	1
75	337,57	348,95	-163,78	2,14	0,12	0,23	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	65,00	<0,0001
Tecnología	2	68	5,29	0,0073

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios:

pdIdent

Formula: $\sim 1 | \text{Bloque}$

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones

(const)	
(const)	0,35

Peso.Raiz.Seco - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnología

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tecnología	Medias	E.E.	
Tubete 7.2x19	4,47	0,54	A
Bolsa Plástica 6x8	2,94	0,54	B
Tubete 3.5x15	2,64	0,54	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente Materia seca aérea

Resultados para el modelo:

mlm.modelo.020_Materia.seca.aerea_REML

Variable dependiente: Materia.seca.aerea

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	OR2	1
75	589,97	605,91	-287,99	7,73	0,07	0,07	07

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	310,17	<0,0001
Tecnología	2	68	2,51	0,0891

Anexo 9. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente Materia seca raíz.

Resultados para el modelo:

mlm.modelo.022_materia.seca.Raiz_REML

Variable dependiente: materia.seca.Raiz

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	OR2	1
75	620,20	636,14	-303,10	12,41	0,12	0,12	1

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	188,39	<0,0001
Tecnología	2	68	3,97	0,0234

materia.seca.Raiz - Medias ajustadas y errores estándares para Tecnología

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tecnología	Medias	E.E.	
Tubete 3.5x15	40,62	5,99A	
Tubete 7.2x19	28,28	2,48	B
Bolsa Plástica 6x8	23,90	1,90	B

Anexo 10. Resultados estadístico programa Infostat variable dependiente peso seco aéreo.

Resultados para el modelo:

Variable dependiente: Peso.aero.Seco

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1
75	383,44	394,82	-186,72	2,96	0,07	0,16

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	68	62,27	<0,0001
Tecnología	2	68	2,82	0,0665

Anexo 11. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 7.2 cm x 19 cm.

Costo uso de tecnología Tubete 7.2 cm x 19 cm

Año	2018-2019			
Rubro	Costo Jornal	Costo/ hora	Horas invertidas en 12 meses	Costo Total
1. Remuneraciones				
1.1 Jornal	€10,060.00	€1,258		
1.2 Abonar			60	€75,973.96
1.3 Atomizar			28	€35,210.00
1.4 Desmalezar			16	€20,120.00
Total				€131,303.96
2. Materiales y Suministros				
	Costo unitario	Presentación	Numero Requerido para 5000 mil plantas	Costo Total
2.1 Semilla Obatá	€3,500.00	1 kg	2 kg	€7,000.00
2.3 Tubete 5 cm x 15 cm	€160.00	1	5000	€800,000.00
2.4 Sustrato	€10,000.00	1 m3	0.375	€3,750.00
2.5 Basacote	€3,715.00	1.5 kg	25 kg	€92,875.00
2.6 Fertilizante DAP	€18,500.00	45 kg	37 kg	€18,500
2.7 Amistar 100 gr	€13,275.00	120 gr	200	€26,550.00
2.8 Multimineral Metalosato	€10,070.00	1 L	1 L	€10,070.00
Total				€958,745.00
Costo total de Inversión				€1,090,048.96
Costo por planta				€218.01
Utilidad 38%				€ 82.84
Costo Planta para la Venta				€300.85
Ingreso por Ventas				€1,504,267.56
Utilidad Bruta				€414,218.60

Anexo 12. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 3.5 cm x 15 cm

Costo Uso de tecnología Tubete 3.5 cm x 15 cm

Año	2018-2019			
Rubro	Costo Jornal	Costo/ hora	Horas invertidas en 12 meses	Costo Total
1. Remuneraciones				
1.1 Jornal	₡ 10,060	₡ 1,258		
1.2 Abonar			72	₡90,540.00
1.3 Atomizar			24	₡30,180.00
1.4 Desmalezar			16	₡20,120.00
Total				₡140,840.00
2. Materiales y Suministros	Costo unitario	Presentación	mo Requerido para 5000 mil pla	Costo Total
2.1 Semilla Obatá	₡3,500.00	1 kg	2 kg	₡7,000.00
2.2 Tubete 3.5 cm x 15 cm	₡120.00	1	5000	₡600,000.00
2.3 Sustrato	₡10,000.00	1 m3	0.262	₡2,620.00
2.4 Basacote	₡3,715.00	1.5 kg	25 kg	₡92,875.00
2.5 Fertilizante DAP	₡18,500.00	45 kg	37 kg	₡18,500
2.6 Amistar 100 gr	₡13,275.00	120 gr	200	₡26,550.00
2.7 Multimineral Metalosato	₡10,070.00	1 L	1 L	₡10,070.00
Total				₡757,615.00
Costo total de Inversión				₡898,455.00
Costo por planta				₡179.69
Utilidad 67%				₡ 120.39
Costo Planta para la Venta				₡300.08
Ingreso por Ventas				₡1,500,419.85
Utilidad Bruta				₡601,964.85

Anexo 13. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso del Pellet Jiffy-7®.

Costo uso de tecnología Pellet Jiffy-7

Año	2018-2019			
Rubro	Costo Jornal	Costo/ hora	Horas invertidas en 12 meses	Costo Total
1. Remuneraciones				
1.1 Jornal	₡ 10,060	₡ 1,258		
1.2 Abonar			80	₡ 100,600
1.3 Atomizar			40	₡ 50,300
1.4 Desmalezar			10	₡ 12,575
Total				₡ 163,475
2. Materiales y Suministros	Costo unitario	Presentación	Insumo Requerido para 5000 mil plantas	Costo Total
2.1 Semilla Obatá	₡3,500.00	1 kg	2 kg	₡7,000.00
2.2 Pellet Jiffy-7	₡28,550.00	1 caja	120	₡3,426,000.00
2.3 Bandejas de Jiffy	₡4,845.00	5	104	₡503,880.00
2.4 Basacote	₡3,715.00	1.5 kg	25 kg	₡92,875.00
2.5 Fertilizante DAP	₡18,500.00	9 kg	37 kg	₡18,500
2.6 Amistar 100 gr	₡13,275.00	120 gr	200	₡26,550.00
2.7 Multimineral Metalosato	₡10,070.00	1 L	1 L	₡10,070.00
Total				₡4,084,875.00
Costo total de Inversión				₡4,248,350.00
Costo por planta				₡849.67
Utilidad -646%				-₡ 549.66
Costo Planta para la Venta				₡300.01
Ingreso por Ventas				₡1,500,045.65
Utilidad Bruta				-₡2,748,304.35

Anexo 14. Costos totales para producir almácigo 5000 plantas de café con el uso de la Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm.

Costo uso de tecnología Bolsa Plástica 10 cm x 8 cm

Año	2018-2019			
Rubro	Costo Jornal	Costo/ hora	Horas invertidas en 12 meses	Costo Total
1. Remuneraciones				
1.1 Jornal	€10,060.00	€1,258		
1.2 Abonar			60	€75,973.96
1.3 Atomizar			28	€35,210.00
1.4 Desmalezar			16	€20,120.00
Total				€131,303.96
2. Materiales y Suministros				
	Costo unitario	Presentación	Insumo Requerido para 5000 mil plantas	Costo Total
2.1 Semilla Obatá	€3,500.00	1 kg	2 kg	€7,000.00
2.2 Bolsa Plástica 10 cm x 8 cm	€1,600.00	1 kg	16 kg	€25,600.00
2.6 Sustrato	€10,000.00	1 m3	16	€160,000.00
2.7 Basacote	€3,715.00	1.5 kg	25 kg	€92,875.00
2.8 Fertilizante DAP	€18,500.00	45 kg	37 kg	€18,500
2.9 Amistar 100 gr	€13,275.00	120 gr	200 gr	€26,550.00
2.10 Multimineral Metalosato	€10,070.00	1 L	1 L	€10,070.00
Total				€340,595.00
Costo total de Inversión				€471,898.96
Costo por planta				€94.38
Utilidad 317%				€ 205.62
Costo Planta para la Venta				€300.00
Ingreso por Ventas				€1,499,998.96
Utilidad Bruta				€1,028,100.00

Anexo 15. Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 7.2 cm x 19 cm.

Tubete 7.2 cm x 19 cm				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Subtotal Costos				₡1 090 048,96	₡1 133 650,92	₡1 178 996,95	₡1 226 156,83	₡1 275 203,10	₡1 326 211,23	
INGRESOS										
ventas proyectadas de almácigo				Costo planta # Plantas ₡300,85 5 000	₡ -	₡ 1 504 268	₡ 1 654 694	₡ 1 820 164	₡ 2 002 180	₡ 2 202 398
Subtotal ingresos				₡ -	₡ 1 504 268	₡ 1 654 694	₡ 1 820 164	₡ 2 002 180	₡ 2 202 398	
Flujo de caja neto				-₡ 1 090 048,96	₡ 370 617	₡ 475 697	₡ 594 007	₡ 726 977	₡ 876 187	
Flujo acumulado				-₡ 1 090 048,96	₡ 370 617	₡ 846 314	₡ 1 440 321	₡ 2 167 298	₡ 3 043 485	
Tasa de descuento				15%						
período evaluación económica				0	1	2	3	4	5	
Factor de descuento				1,00	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01	
Valor actual				-₡ 1 090 049	₡ 322 275	₡ 359 696	₡ 390 569	₡ 415 651	₡ 435 620	
VAN				₡ 833 762						
TIR				21%						

Anexo 16 Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Tubete 3.5 cm x 15 cm

Tubete 3.5 cm x 15 cm				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Subtotal Costos				₡898 455,00	₡934 393,20	₡971 768,93	₡1 010 639,69	₡1 051 065,27	₡1 093 107,88	
INGRESOS										
ventas proyectadas de almácigo				Costo planta #plantas ₡300,08 5 000	₡ -	₡ 1 500 420	₡ 1 650 462	₡ 1 815 508	₡ 1 997 059	₡ 2 196 765
Subtotal ingresos				₡ -	₡ 1 500 420	₡ 1 650 462	₡ 1 815 508	₡ 1 997 059	₡ 2 196 765	
Flujo de caja neto				-₡ 898 455	₡ 566 027	₡ 678 693	₡ 804 868	₡ 945 994	₡ 1 103 657	
Flujo acumulado				-₡ 898 455	₡ 566 027	₡ 1 244 720	₡ 2 049 588	₡ 2 995 581	₡ 4 099 238	
Tasa de descuento				15%						
período evaluación económica				0	1	2	3	4	5	
Factor de descuento				1,00	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01	
Valor actual				-₡ 898 455	₡ 492 197	₡ 513 189	₡ 529 214	₡ 540 875	₡ 548 712	
VAN				₡ 1 725 733						
TIR				50%						

Anexo 17 Análisis Financiero para la producción de almácigo 5000 plantas de café con el uso del Pellet Jiffy-7

Tecnología Pellet Jiffy-7				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Subtotal Costos				₡4 248 350,00	₡4 418 284,00	₡4 595 015,36	₡4 778 815,97	₡4 969 968,61	₡5 168 767,36	
INGRESOS										
ventas proyectadas de almácigo				Costo planta #plantas ₡300,01 5 000	₡ -	₡ 1 500 046	₡ 1 650 050	₡ 1 815 055	₡ 1 996 561	₡ 2 196 217
Subtotal ingresos				₡ -	₡ 1 500 046	₡ 1 650 050	₡ 1 815 055	₡ 1 996 561	₡ 2 196 217	
Flujo de caja neto				-₡4 248 350,00	-₡ 5 918 330	-₡ 2 944 965	-₡ 2 963 761	-₡ 2 973 408	-₡ 2 972 551	
Flujo acumulado				-₡4 248 350,00	-₡ 5 918 330	-₡ 8 863 295	-₡ 11 827 056	-₡ 14 800 463	-₡ 17 773 014	
Tasa de descuento				15%						
período evaluación económica				0	1	2	3	4	5	
Factor de descuento				1,00	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01	
Valor actual				-₡ 4 248 350	-₡ 5 146 374	-₡ 2 226 817	-₡ 1 948 721	-₡ 1 700 056	-₡ 1 477 883	
VAN				-₡ 16 748 200						
TIR				#¡NUM!						

Anexo 18. Análisis Financiero para la producción almácigo 5000 plantas de café con el uso de la Bolsa Plástica 10 cm x 8 cm

Bolsa Plástica 6 cm x 8 cm				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Subtotal Costos				¢471 898,96	¢490 774,92	¢510 405,91	¢530 822,15	¢552 055,04	¢574 137,24
INGRESOS									
ventas proyectadas de almácigo		Costo planta	#plantas	-	¢ 1 499 999	¢ 1 649 999	¢ 1 814 999	¢ 1 996 499	¢ 2 196 148
		¢300,00	5 000						
Subtotal ingresos				0	¢ 1 499 999	¢ 1 649 999	¢ 1 814 999	¢ 1 996 499	¢ 2 196 148
Flujo de caja neto				-¢471 898,96	-¢1 009 224,04	¢ 1 139 593	¢ 1 284 177	¢ 1 444 444	¢ 1 622 011
Flujo acumulado				-¢471 898,96	-¢1 009 224,04	¢ 130 369	¢ 1 414 545	¢ 2 858 989	¢ 4 481 000
Tasa de descuento	15%								
período evaluación económica				0	1	2	3	4	5
Factor de descuento				1	1,00	1,15	1,32	1,52	1,75
Valor actual				-¢ 471 898,96	-¢ 1 009 224	¢ 990 950	¢ 971 022	¢ 949 745	¢ 927 390
VAN	¢ 2 357 985								
TIR	44%								