



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE CINCO  
CULTIVARES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA L.*) EMPLEANDO CUATRO  
TRATAMIENTOS EN VIVERO

VALAREZO RIVERA NAYELHI YAMILETH  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE  
CINCO CULTIVARES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.)  
EMPLEANDO CUATRO TRATAMIENTOS EN VIVERO

VALAREZO RIVERA NAYELHI YAMILETH  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE CINCO CULTIVARES  
DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.) EMPLEANDO CUATRO TRATAMIENTOS EN  
VIVERO

VALAREZO RIVERA NAYELHI YAMILETH  
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 22 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA  
2020

# Tesis de grado NYVR

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**4%**

INDICE DE SIMILITUD

**4%**

FUENTES DE  
INTERNET

**0%**

PUBLICACIONES

**0%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

**1**

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Fuente de Internet

**3%**

**2**

[pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)

Fuente de Internet

**2%**

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 2%

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, VALAREZO RIVERA NAYELHI YAMILETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE CINCO CULTIVARES DE CAFÉ (COFFEA ARABICA L.) EMPLEANDO CUATRO TRATAMIENTOS EN VIVERO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de diciembre de 2020



VALAREZO RIVERA NAYELHI YAMILETH  
0750508004

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo investigativo se lo dedico primeramente a Dios, quien me ha brindado la vida, salud, sabiduría y fortaleza durante todo este proceso académico.*

*A mis padres Aldo Valarezo Sánchez y Gladys Rivera Romero quienes han sido un pilar fundamental, que con su amor y sacrificio me han permitido culminar con mi carrera.*

*A mis hermanas Samantha y Jackeline Valarezo, a mi sobrino Liam Borja Valarezo que día a día me han brindado su apoyo, fuerzas y aliento para no rendirme durante toda mi etapa como estudiante.*

*A todos mis tíos y en especial a Edith Rivera y Mariana Valarezo que siempre estuvieron alentándome a culminar mis estudios universitarios.*

*Por último y de manera especial a mi tutor de tesis Ing. José Quevedo Guerrero que siempre estuvo apoyándome y quien fue fundamental para la culminación de este trabajo.*

***Valarezo Rivera Nayelhi Yamileth***

## **AGRADECIMIENTO**

*Infinitamente agradezco a Dios, por jamás abandonarme en los momentos más difíciles y darme la fortaleza para seguir adelante con pie firme.*

*A mis padres Aldo Valarezo Sánchez y Gladys Rivera Romero que me han apoyado económicamente y me han brindado buenos consejos que siempre llevaré presente conmigo y me han permitido culminar con éxitos mi carrera profesional.*

*Al Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg. Sc. en calidad de tutor, por estar siempre presente apoyándome, brindándome su conocimiento y tiempo, siendo parte fundamental en este trabajo investigativo.*

*Al Dr. Rigoberto García PhD. por sus consejos y conocimientos en varias cátedras de formación académica y más que nada por estar siempre presente en los momentos que he necesitado de su ayuda, al Dr. Julio Enrique Chabla Carrillo PhD. por ser parte esencial en la formación de mis estudios y enseñándome siempre el valor de la responsabilidad.*

*A mi mejor amiga María José Mendoza por contar siempre con su amistad sincera y todos sus consejos para no rendirme y cumplir con todos mis sueños.*

*A mis amigos, Laura Ajila, Ruth Eras, Miguel Quezada, Giannella Illescas, Johanna Noles, Edison Cueva, Christian Medina, Alex Rodríguez y Álvaro Sandoya, que compartieron conmigo durante toda esta etapa como estudiante y siempre estuvieron apoyándome y otros que de manera desinteresada me apoyaron en esta investigación.*

**Valarezo Rivera Nayelhi Yamileth**

# **EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE CINCO CULTIVARES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EMPLEANDO CUATRO TRATAMIENTOS EN VIVERO.**

**Autor**

Nayelhi Yamileth Valarezo Rivera

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **RESUMEN**

En general, el café es considerado como una de las materias primas más valiosas en el mundo. Los principales países productores son: Brasil, Vietnam e Indonesia. Una de las especies más importantes es *Coffea arabica* L. que se destaca por sus características organolépticas y su calidad en taza. En Ecuador se produce en 23 de las 24 provincias gracias a la gran variedad de ecosistemas que posee. Las principales provincias productoras son: Manabí, Los Ríos, Loja, Sucumbíos y El Oro. Para el manejo adecuado de este cultivo se debe empezar desde el establecimiento en el vivero. La germinación de la semilla varía dependiendo de la variedad y el cuidado que se le proporcione, garantizando plantas vigorosas y libres de plagas y enfermedades para ser llevadas al establecimiento definitivo. La investigación tiene como objetivo: determinar el tratamiento más eficiente para lograr el mayor porcentaje de germinación, crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en vivero. Se desarrolló en el área experimental de la granja Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje. Se sembraron cinco cultivares de café: Brasil, Caturra, Amarillo, Sarchimor y Maragogipe empleando cuatro tratamientos: químico (aplicación de ácido giberélico - NewGibb 10 SP), físico (semilla sumergida en agua por 24 horas), edáfico (Aplicación de Biocarbón directamente a las camas germinadoras) y mecánico (extracción del endocarpio o pergamino de la semilla). Las variables evaluadas fueron: largo de la semilla, ancho de la semilla, días a germinación, porcentaje de germinación, días a fosforito, días a chapolas, longitud de la raíz al trasplante a fundas, altura de la planta, número de hojas, peso fresco de la planta y peso seco de la planta. Para el desarrollo de la investigación se construyó 60 camas germinadoras de 1 m de largo por 0,50 m de ancho y 0.30 m de profundidad, donde se distribuyeron los cultivares conjuntamente con los tratamientos y las tres repeticiones, para luego en estado de chapolas ser

trasplantadas a fundas de polietileno de 21 x 12 cm. Con los datos obtenidos se realizaron pruebas de efectos inter-sujetos en el software IBM SPSS STATISTICS 22 donde se analizó la interacción entre ambos factores, donde efectivamente existen diferencias significativas en todas las variables evaluadas. Los tratamientos empleados mostraron diferencias significativas, el T1 retrasó la germinación de las semillas hasta 39 días con un 55,56% y mostró menor desarrollo de las plántulas en condiciones de vivero. El T2 aceleró la germinación de las semillas desde los 30 días con 87,33% y en cuanto a desarrollo de las plántulas fue muy bueno. El T3 pese a que retrasó un poco la germinación desde 32 días con un 87.11%, mostró excelente desarrollo, buena altura y vigor de las plantas. Finalmente, el T4 aceleró la germinación desde 28 días con 87.67%, siendo el tratamiento que más rápido hizo germinar a las semillas de café, sin embargo, presentó desarrollo lento de las plántulas. Se demuestra que efectivamente no todos los cultivares empleados reaccionan de la misma manera al ser expuestos a diferentes tratamientos realizados en vivero.

**Palabras clave:** Cultivares, biodiversidad, *Coffea arábica* L.

# **EVALUATION OF THE GERMINATION PERCENTAGE OF FIVE COFFEE CULTIVARS (*Coffea arabica* L.) USING FOUR NURSERY TREATMENTS**

**Author**

Nayelhi Yamileth Valarezo Rivera

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **ABSTRACT**

In general, coffee is considered to be one of the most valuable raw materials in the world. The main producing countries are: Brazil, Vietnam and Indonesia. One of the most important species is *Coffea arabica* L. which stands out for its organoleptic characteristics and cup quality. In Ecuador it is produced in 23 of the 24 provinces thanks to the great variety of ecosystems it possesses. The main producing provinces are: Manabí, Los Ríos, Loja, Sucumbíos and El Oro. For the adequate management of this crop one should start from the establishment in the nursery. The germination of the seed varies depending on the variety and the care that is given to it, guaranteeing vigorous plants free of plagues and diseases to be taken to the definitive establishment. The objective of the research is to determine the most efficient treatment to achieve the highest percentage of germination, growth, and development of the coffee seedlings in the nursery. It was developed in the experimental area of the Santa Inés farm, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, located at km 5.5 of the Machala- Pasaje road. Five coffee cultivars were planted: Brazil, Caturra, Amarillo, Sarchimor and Maragogipe using four treatments: chemical (application of gibberellic acid - NewGibb 10 SP), physical (seed submerged in water for 24 hours), edaphic (application of biochar directly to the germination beds) and mechanical (extraction of the endocarp or parchment from the seed). The variables evaluated were: length of the seed, width of the seed, days to germination, percentage of germination, days to phosphorite, days to chapolas, length of the root to the transplant to covers, height of the plant, number of leaves, fresh weight of the plant and dry weight of the plant. For the development of the research it was built 60 germinating beds of 1 m long by 0.50 m wide and 0.30 m deep, where the cultivars were distributed together with the treatments and the three repetitions, and then in chapolas state to be transplanted to polyethylene covers of 21 x 12 cm. With the obtained data,

there were carried out tests of inter-subjects effects in IBM SPSS STATISTICS 22 software, where it was analyzed the intersection between both factors, where there are significant differences in all the evaluated variables. The treatments used showed significant differences, the T1 delayed the germination of seeds up to 39 days with 55.56% and showed less development of seedlings in nursery conditions. The T2 accelerated the germination of seeds from 30 days with 87.33% and in terms of development of seedlings was very good. The T3, although it delayed a little germination from 32 days with 87.11%, showed excellent development, good height and vigor of the plants. Finally, T4 accelerated the germination from 28 days with 87.67%, being the treatment that made the coffee seeds germinate faster, however, it presented slow development of the seedlings. It has been demonstrated that not all the cultivars used react in the same way when exposed to different treatments in the nursery.

**Keywords:** *Coffea arabica* L., cultivars, biodiversity.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	4
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Origen del Cafeto.....	4
2.2 Cultivo de Café en el mundo .....	5
2.3 Cultivo de Café en Ecuador .....	5
2.4 El Cafeto .....	7
2.5 Clasificación Taxonómica.....	8
2.6 Características morfológicas del café .....	8
2.6.1 Sistema radical.....	8
2.6.2 Tallo.....	9
2.6.3 Hojas .....	9
2.6.4 Flores .....	9
2.6.5 Fruto.....	10
2.7 Características Edafoclimáticas .....	10
2.7.1 Suelo .....	10
2.7.2 Temperatura.....	11
2.7.3 Precipitación .....	11
2.7.4 Altitud.....	11
2.8 Especies de café de mayor importancia .....	11

2.8.1	Arábica.....	11
2.8.2	Robusta .....	12
2.8.3	Libérica.....	12
2.9	Composición .....	13
2.10	Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero .....	14
2.10.1	Selección de la Semilla .....	14
2.10.2	Construcción del Germinador .....	14
2.10.3	Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa.....	15
2.10.4	Riego.....	16
2.10.5	Control de Arvenses.....	16
2.10.6	Control de plagas y enfermedades en vivero .....	16
2.10.7	Nutrición del Café.....	17
<b>CAPITULO III .....</b>		<b>18</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1	Localización de estudio.....	18
3.2	Clima y ecología de la zona .....	19
3.3	Equipos y materiales utilizados.....	19
3.3.1	Materiales .....	19
3.3.2	Equipos .....	19
3.4	Metodología .....	19
3.4.1	Diseño del experimento.....	19
3.5	Material Vegetativo.....	21
3.5.1	Brasil.....	22
3.5.2	Caturra .....	22
3.5.3	Amarillo (Bourbon).....	22

3.5.4	Sarchimor.....	23
3.5.5	Maragogipe.....	23
3.6	Tratamientos .....	24
3.7	VARIABLES CONSIDERADAS OBJETO DE ESTUDIO .....	25
3.7.1	Largo de la semilla.....	25
3.7.2	Ancho de la semilla .....	25
3.7.3	Días a germinación .....	26
3.7.4	Porcentaje de germinación.....	26
3.7.5	Días a estado de fosforito .....	26
3.7.6	Días a chapolas .....	26
3.7.7	Longitud de la raíz al trasplante a funda.....	27
3.7.8	Altura de la planta.....	27
3.7.9	Número de hojas.....	28
3.7.10	Peso fresco de la planta.....	28
3.7.11	Peso seco de la planta.....	29
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1	Largo de la semilla.....	30
4.2	Ancho de la semilla.....	31
4.3	Días a germinación.....	33
4.4	Porcentaje de germinación .....	35
4.5	Días a fosforito.....	37
4.6	Días a chapolas .....	39
4.7	Longitud de la raíz al trasplante a fundas .....	41
4.8	Altura de las plántulas de cafeto .....	43

4.9	Número de hojas .....	46
4.10	Peso fresco de la planta .....	49
4.11	Peso seco de la planta.....	50
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>53</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>55</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Superficie y Producción de café en Ecuador año 2019. ....	7
<b>Tabla 2.</b> Clasificación Taxonómica .....	8
<b>Tabla 3.</b> Nutrientes básicos del café en infusión .....	13
<b>Tabla 4.</b> Cultivares empleados en la investigación.....	24
<b>Tabla 5.</b> Tratamientos empleados en la investigación .....	24
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en el largo de la semilla de los cinco cultivares. ....	30
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de la semilla de los cinco cultivares.....	32
<b>Tabla 8.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en Días a Germinación.....	33
<b>Tabla 9.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para Porcentaje de Germinación. ....	35
<b>Tabla 10.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para Días a Fosforito.....	38
<b>Tabla 11.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para días a chapolas.....	40
<b>Tabla 12.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para Longitud de la raíz al trasplante a funda. ....	42
<b>Tabla 13.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para altura de las plántulas. ....	44
<b>Tabla 14.</b> Media de Altura de plantas.....	46
<b>Tabla 15.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para número de hojas. ....	47
<b>Tabla 16.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para peso fresco de la planta. ....	49
<b>Tabla 17.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para peso seco de la planta. ....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales zonas cafetaleras del Ecuador .....	6
<b>Figura 2.</b> Selección de semillas. ....	14
<b>Figura 3.</b> Selección de las Chapolas en el trasplante a fundas de polietileno .....	16
<b>Figura 4.</b> Mapa de Ubicación del área experimental. ....	18
<b>Figura 5.</b> Diseño experimental de la investigación .....	20
<b>Figura 6.</b> Área experimental con 60 camas germinadoras en estudio. ....	20
<b>Figura 7.</b> Distribución al azar de los cultivares de café y los tratamientos. ....	21
<b>Figura 8.</b> Material genético.....	21
<b>Figura 9.</b> Tratamientos.....	25
<b>Figura 10.</b> Largo de la semilla medido con un calibrador o pie de rey. ....	25
<b>Figura 11.</b> Ancho de la semilla medido con un calibrador o pie de rey. ....	25
<b>Figura 12.</b> Germinación de las semillas .....	26
<b>Figura 13.</b> Estado de Fosforito .....	26
<b>Figura 14.</b> Estado de chapolas .....	27
<b>Figura 15.</b> Raíz al trasplante a funda .....	27
<b>Figura 16.</b> Altura de las plantas .....	28
<b>Figura 17.</b> Hojas .....	28
<b>Figura 18.</b> Peso fresco de la planta.....	28
<b>Figura 19.</b> Muestras de plantas en la estufa.....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Largo de las semillas de los cinco cultivares de café. ....	31
<b>Gráfico 2.</b> Ancho de las semillas de los cinco cultivares de café. ....	32
<b>Gráfico 3.</b> Días a Germinación de las semillas de café. ....	34
<b>Gráfico 4.</b> Porcentaje de Germinación.....	36
<b>Gráfico 5.</b> Porcentaje de germinación según los tratamientos empleados.....	37
<b>Gráfico 6.</b> Días a Fosforito .....	39
<b>Gráfico 7.</b> Días a Chapolas. ....	41
<b>Gráfico 8.</b> Longitud de la raíz al trasplante a fundas de polietileno .....	43
<b>Gráfico 9.</b> Altura de las plantas .....	45
<b>Gráfico 10.</b> Curva de crecimiento de las plantas .....	46
<b>Gráfico 11.</b> Número de hojas.....	48
<b>Gráfico 12.</b> Peso fresco de la planta. ....	50
<b>Gráfico 13.</b> Peso seco de las plantas.....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Limpieza del área experimental.</i> .....	59
<b>Anexo 2.</b> <i>Instalación de riego por micro aspersión.</i> .....	59
<b>Anexo 3.</b> <i>Desinfección de las camas germinadoras.</i> .....	60
<b>Anexo 4.</b> <i>Selección de semillas.</i> .....	60
<b>Anexo 5.</b> <i>Siembra</i> .....	61
<b>Anexo 6.</b> <i>Preparación de sustrato para el llenado de fundas.</i> .....	61
<b>Anexo 7.</b> <i>Inicio de trasplante.</i> .....	62
<b>Anexo 8.</b> <i>Plantas en condiciones no aptas para ser trasplantadas a fundas.</i> .....	62
<b>Anexo 9.</b> <i>Chapola cultivar Amarillo con presencia de raíz “doble pata”.</i> .....	63
<b>Anexo 10.</b> <i>Trasplante a fundas de polietileno.</i> .....	63
<b>Anexo 11.</b> <i>Trasplante Culminado.</i> .....	64
<b>Anexo 12.</b> <i>Plántula con presencia de cochinilla.</i> .....	64
<b>Anexo 13.</b> <i>Desarrollo y crecimiento de las plántulas de cafeto.</i> .....	65
<b>Anexo 14.</b> <i>Presencia de buen sistema radicular en tratamiento edáfico.</i> .....	65
<b>Anexo 15.</b> <i>Plántula sacrificada para toma de datos de peso fresco y seco.</i> .....	66
<b>Anexo 16.</b> <i>Plantas de cafeto listas para ser llevadas a campo.</i> .....	66
<b>Anexo 17.</b> <i>Plantas de café establecidas en Granja “Santa Inés” en asociación con plantas de banano.</i> .....	67
<b>Anexo 18.</b> <i>Desarrollo de las plantas establecidas en campo.</i> .....	67

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El café es considerado como una de las materias primas más importantes y valiosas en la economía mundial. Es así que, para los países productores, las exportaciones de café representan una parte fundamental de sus ingresos en divisas. El cultivo y demás procesos que involucran este cultivo proporcionan empleo a millones de personas en todo el mundo (Flores, 2015).

Entre las especies más cultivadas en todo el mundo, se destaca el café arábigo (*Coffea arabica* L.), que presenta mejor calidad en taza, proporcionando una bebida de mayor valor comercial y alcanzando precios más altos que el café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), cuya bebida es considerada neutra, es utilizada comúnmente en mezclas de la industria del café soluble, viéndose favorecida por el menor precio y la mayor concentración de sólidos solubles, lo que representa un mayor rendimiento industrial (Rojo Jiménez & Pérez Urria, 2014).

Ecuador presenta una gran capacidad de producción cafetalera, esto debido a su ubicación geográfica y a la variedad de ecosistemas existentes; además, posee una amplia diversidad de climas que varían según la geografía y las temperaturas presentes en cada región, ya sea por su ubicación o altitud (m.s.n.m.) y principalmente por la presencia de la Cordillera de los Andes (Jimenez & Massa, 2016). Este cultivo, genera empleo para 105 000 familias productoras, así como 700 000 familias vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación (Valverde Lucio et al., 2020).

Cevallos et al., (2018) manifiesta que en Ecuador, el Consejo Cafetalero Nacional indica que los cafetales arábigos ocupan el 68 % del área cafetalera de todo el país y por otro lado la especie robusta, el 32 %, también menciona que el arábigo produce un café fino y aromático, mientras que el robusta produce uno rico en cafeína y mucho más ácido.

Según Ponce et al., (2018) en Ecuador, el cultivo de café tiene importancia económica, social, ambiental, institucional y en la salud humana. En lo económico, como fuente de divisas e ingresos para los actores de las cadenas del café. En lo social, se involucran 23 de las 24 provincias. En lo ambiental, se cultiva en sistemas agroforestales, contribuyendo a la conservación de la fauna y flora. En lo institucional, por medio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) desde el 2011 ejecuta el proyecto “Reactivación de la caficultura”, para incentivar el cultivo y beneficiar a

las estructuras organizativas de los productores y en la salud humana previniendo el riesgo de diabetes tipo 2, enfermedades neurodegenerativas y daño hepático.

Pese a la importancia del cultivo de café, en muchos de los casos, la producción y beneficio son muy precarias, por lo que la productividad y la calidad son deficientes. Esta baja productividad en la caficultura ecuatoriana se debe a múltiples causas como: empleo de cultivares de origen genético desconocido, mal manejo de suelo, agua y otros recursos, alta incidencia de plagas y enfermedades y limitadas tecnologías disponibles para pequeños productores (Duicela *et al.*, 2018).

Varios estudios señalan, que para el manejo adecuado del cultivo del café se debe empezar desde el establecimiento en el vivero. La germinación de la semilla varía dependiendo de la variedad y el cuidado que se le proporcione, es por esto que realizar un buen sustrato es un punto clave en la germinación, teniendo en cuenta que para el trasplante definitivo en campo se debe garantizar plantas vigorosas y libres de plagas y enfermedades (M. Encalada *et al.*, 2018).

La semilla de café está formada por una almendra dura y de color verdoso, es de forma semicircular con dimensiones comprendidas entre 8 y 12 mm aproximadamente. Está constituida por un albumen córneo que contiene almidón, azúcares, sustancias grasas, taninos, sacarosa, cafeína, etc. En un extremo de la semilla se puede observar el embrión y los cotiledones. La germinación de las semillas es el desarrollo del germen, varios factores intervienen en este proceso, tales como: temperatura, agua, oxígeno y presencia de la luz (Coa Urbaz *et al.*, 2014).

Existen procesos para germinar las semillas de café, como la escarificación, proceso de raspar o mellar el epispermo o extraer el pergamino antes de la siembra, esto induce a las semillas a germinar, sin embargo, no es práctico de utilizar para grandes cantidades de semillas. Otro método es la escarificación química se realiza por inmersión de las semillas en ácido sulfúrico u algún otro ácido por un tiempo determinado, el cual depende de cada especie (Coa Urbaz *et al.*, 2014).

Debido a que las semillas de café tienen un lapso de germinación muy extenso ha provocado que muchos productores justifiquen la adquisición de plántulas a los diferentes viveros de la zona, generando otro gasto en el establecimiento o renovación de las plantaciones y esto a su vez sumándose al desconocimiento de la procedencia del material genético a sembrarse.

Con estos antecedentes, la presente investigación determinará el mejor proceso para la germinación y obtención de plántulas de café en el menor tiempo posible y bajo diferentes tratamientos (Químico, Físico, Mecánico y Edáfico) y variedades (Brasil, Caturra, Amarillo, Sarchimor y Maragogipe), donde sea técnica y económicamente rentable para el viverista o productor que se dedica a esta actividad.

### **1.1 Objetivo General**

Determinar el tratamiento más eficiente para lograr el mayor porcentaje de germinación, crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en vivero.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar cada uno de los tratamientos propuestos, para lograr los mayores porcentajes de germinación de los cinco cultivares de café.
- ✓ Determinar la curva de crecimiento de las plántulas desde la emergencia

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Origen del Cafeto

El café se originó a una altura de más de 1000 m.s.n.m. entre Etiopía y Sudán, África. Aproximadamente en los años 575 y 890 los árabes y los persas lo llevaron a Arabia y Yemen. Por otro lado, los nativos africanos lo extendieron a Madagascar y a Mozambique. Lo trasladaron a Ceilán entre los años 1600 y 1700 gracias a los portugueses y holandeses; posteriormente a la India y Java y otras regiones de Asia y África. En 1708 el gobernador de Java, Von Hoorn obsequió al Rey de Francia Luis XVI una planta de café que luego fue sembrada en los invernaderos de París (Gómez, 2010).

En 1727 lo trasladaron a Sumatra y Brasil, seguidamente pasó a Perú y Paraguay y en 1825 a Hawái. Por otra parte, en París se empezaron a multiplicar las plantas y pasaron a la Guyana Francesa, África Ecuatorial, Haití y Santo Domingo. Después por 1740 se extendió a Puerto Rico y a El Salvador; en 1784 a Bolivia, Ecuador y Panamá; por último, a Costa Rica, Cuba y Guatemala, entre 1796 y 1798 (Gómez, 2010)

Por muchos años circula una serie de leyendas poco creíbles respecto al origen del cafeto, la más aceptada en la que un pastor llamado Kaldi, habitante de Abisinia, observó que sus cabras saltaban llenas de energía al consumir las hojas y frutos de un arbusto y éstas a su vez al ponerlas al fuego produjeron un exquisito aroma, este informó al Abad del monasterio local, quien realizó un preparado con los frutos y de esta forma descubriendo la bebida de café, cuando la noticia llegó a la península Arábiga empezó su fama extendiéndose por todo el mundo (Gotteland & Saturnino, 2007).

Más allá de estos relatos e historias, tiene algo de cierto el descubrimiento del café en regiones africanas ya que la etimología de la palabra “café” tiene cierto parentesco con Kaffa, zona de Etiopía. Los musulmanes lo llevaron al antiguo imperio Otomano, actual Irán, haciéndose conocido debido a la prohibición del alcohol. Después de muchos siglos, llega a la Europa Occidental a través de Holanda, seguidamente a Francia, y siguen el resto de colonizadores (Nestle, 2018).

## **2.2 Cultivo de Café en el mundo**

El cultivo del café es considerado como uno de los productos más valiosos de exportación a nivel mundial. Las especies de mayor importancia comercial son: *Coffea arábica* (arábiga) y *Coffea canephora* (robusta). Los principales países productores son: Brasil (34,4%), Vietnam (16.9%), Indonesia (8.8%), Colombia (6.7%), y en octavo y noveno lugar se encuentran Perú (3%) y México (2.9%). Brasil produce un café de sabor y aroma distintivo y muy concentrado. Esto se debe a las bajas latitudes en donde se cultiva, altitud entre los 1.000 m.s.n.m, con temperaturas de 20 °C, un clima tropical y húmedo donde las lluvias varían entre los 1.000 y 1.500 mm (Federación Nacional de Cafeteros, 2014).

Es un producto básico que se comercializa en los principales mercados de mayor interés y que se encuentran más avanzados tecnológicamente, muy frecuentemente en Londres y Nueva York. Para varios de los países menos desarrollados del mundo, las exportaciones de café representan una parte fundamental de sus ingresos en divisas, en algunas ocasiones más del 80%. El género *Coffea* consta de más 40 especies distribuidas en el mundo (Jiménez, 2018).

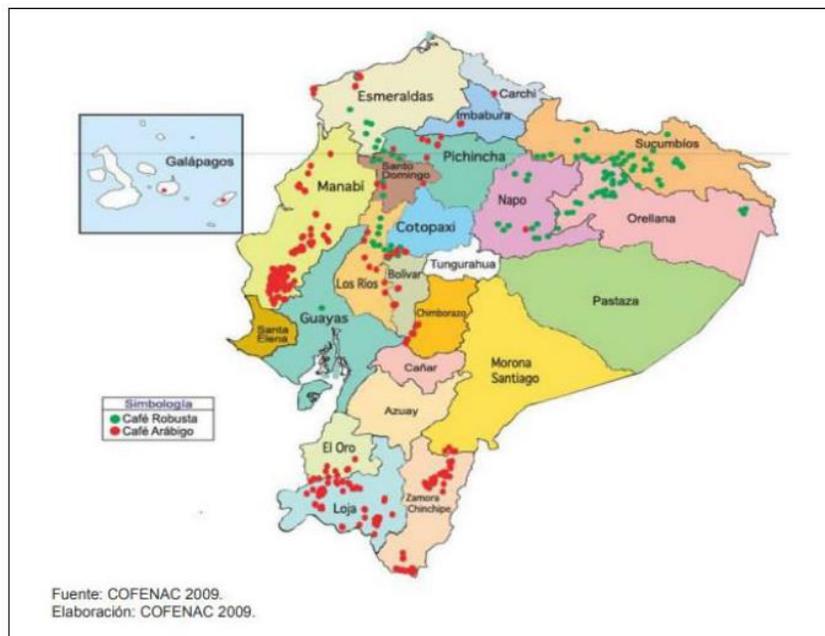
## **2.3 Cultivo de Café en Ecuador**

Ecuador posee variedad de ecosistemas, permitiendo el cultivo en la Costa, Sierra, Oriente y Galápagos, debido a múltiples características como ubicación geográfica y edafológica. El café ecuatoriano es uno de los más demandados en Europa y Estados Unidos. El café en Ecuador se produce en 23 de las 24 provincias que lo conforman, si bien el cafeto es un arbusto pequeño de fácil adaptación a la variedad de climas presentes en el país, produce principalmente café arábigo (62%) y en menor cantidad robusta (38%). Más del 95% de las áreas productivas son sembradas con variedades poco productivas como en el caso de la variedad Típica, consecuencia de la baja productividad y así afectando en gran escala al sector cafetalero del país (MAGAP, 2014).

Según Chiriboga Mite (2019) a medida que han pasado los años, la producción de café ha enfrentado una serie de problemas que se ha reflejado en la productividad, esto debido a plantaciones viejas, enfermedades, plagas, entre otros. También, la falta de tecnificación refleja un 85% de deficiencia, por otro lado, esta actividad es realizada por pequeños agricultores que carecen de herramientas, métodos agronómicos y asesoramiento técnico para incrementar el rendimiento del cultivo.

De acuerdo con el censo provincial agropecuario, en el año 2017 en la provincia de Manabí se registró cerca de 99.567 hectáreas de café sembrado, que correspondió al 31.06% del total, ubicándola como la principal provincia del país por hectáreas de café sembradas. En segundo lugar, a la provincia de Los Ríos, con un aporte del 10.89%, correspondiente a 34.922 hectáreas de cultivo. Seguidamente Loja con 9.22% equivalente a 29.552 hectáreas y Sucumbíos 9.17%, con 29.411 hectáreas (Chiriboga Mite, 2019).

En el cantón Espíndola, provincia de Loja, existe una destacada producción de café, esto debido a su ubicación geográfica (1.720 m.s.n.m) y a las condiciones climáticas (clima templado, frío y subtropical y temperatura media de 19,9 °C); además, posee precipitación anual alrededor de 1.011,87 mm, favoreciendo y brindando condiciones óptimas para este cultivo. También se destaca el cantón Puyango, así mismo por sus condiciones agroecológicas aptas para el cultivo de café de altura, aporta con el 40% de la producción en esta provincia (Jimenez & Massa, 2016).



**Figura 1.** Principales zonas cafetaleras del Ecuador

**Fuente:** (Venegas et al., 2018).

**Tabla 1.** Superficie y Producción de café en Ecuador año 2019.

Año	Producto	Provincia	Tipo	Superficie Plantada	Superficie Cosechada	Producción [toneladas]
2019	Café (Grano Oro)	Azuay	Asociado	2		
2019	Café (Grano Oro)	Bolívar	Solo	923	895	376
2019	Café (Grano Oro)	Bolívar	Asociado	915	915	131
2019	Café (Grano Oro)	Cañar	Solo	49		
2019	Café (Grano Oro)	Cañar	Asociado			
2019	Café (Grano Oro)	Carchi	Solo	116	36	22
2019	Café (Grano Oro)	Carchi	Asociado	23		
2019	Café (Grano Oro)	Cotopaxi	Solo	3	3	0
2019	Café (Grano Oro)	Cotopaxi	Asociado	612	612	189
2019	Café (Grano Oro)	Chimborazo	Solo			
2019	Café (Grano Oro)	Chimborazo	Asociado	1	1	0
2019	Café (Grano Oro)	Imbabura	Solo	114	67	33
2019	Café (Grano Oro)	Imbabura	Asociado	58	22	21
2019	Café (Grano Oro)	Loja	Solo	2.312	1.060	73
2019	Café (Grano Oro)	Loja	Asociado	412	176	16
2019	Café (Grano Oro)	Pichincha	Solo	276	184	627
2019	Café (Grano Oro)	Pichincha	Asociado	703	703	18
2019	Café (Grano Oro)	Tungurahua	Solo	29	19	2
2019	Café (Grano Oro)	Tungurahua	Asociado	5	5	0
2019	Café (Grano Oro)	Santo Domingo De L	Solo	1.106	897	333
2019	Café (Grano Oro)	Santo Domingo De L	Asociado	370	370	96
2019	Café (Grano Oro)	El Oro	Solo	280	256	36
2019	Café (Grano Oro)	El Oro	Asociado	122	122	6
2019	Café (Grano Oro)	Esmeraldas	Solo	235	32	1
2019	Café (Grano Oro)	Esmeraldas	Asociado	5	5	0
2019	Café (Grano Oro)	Guayas	Solo	291	291	68
2019	Café (Grano Oro)	Guayas	Asociado	20	20	1
2019	Café (Grano Oro)	Los Ríos	Solo	1.058	1.049	871
2019	Café (Grano Oro)	Los Ríos	Asociado	51	51	29
2019	Café (Grano Oro)	Manabí	Solo	11.730	8.196	1.472
2019	Café (Grano Oro)	Manabí	Asociado	3.923	2.638	348
2019	Café (Grano Oro)	Santa Elena	Solo	185	123	51
2019	Café (Grano Oro)	Santa Elena	Asociado			
2019	Café (Grano Oro)	Morona Santiago	Solo	88	47	7
2019	Café (Grano Oro)	Morona Santiago	Asociado			
2019	Café (Grano Oro)	Napo	Solo	507	448	64
2019	Café (Grano Oro)	Napo	Asociado	50	40	1
2019	Café (Grano Oro)	Orellana	Solo	8.092	7.441	1.212
2019	Café (Grano Oro)	Orellana	Asociado			
2019	Café (Grano Oro)	Pastaza	Solo	184	176	8
2019	Café (Grano Oro)	Pastaza	Asociado			
2019	Café (Grano Oro)	Sucumbíos	Solo	11.118	7.551	1.721
2019	Café (Grano Oro)	Sucumbíos	Asociado	1.952	1.422	282
2019	Café (Grano Oro)	Zamora Chinchipe	Solo	152	151	17

**Fuente:** (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2019).

## 2.4 El Cafeto

Es una planta estacional, con periodos de crecimiento, floración y cosecha como parte de sus estaciones durante todo el año. El tronco de café posee comúnmente dos tipos de ramas: verticales y ramas productoras horizontales, o bandolas de las cuales emergen yemas, estas últimas son las que producen flores, para que estas yemas se conviertan en flores; deben ser estimuladas por hormonas que produce la misma planta, para que esto pueda suceder se necesitan días cortos y noches largas, en ciertos meses suele suceder que anochece más temprano y amanece más tarde (noches largas), es así que en dichos meses se producen más flores por el estímulo de las hormonas.

Las flores se pueden abrir en cualquier momento, el estímulo de lluvias constantes hace que las flores se abran rápido (OIRSA, 2005).

Al culminar la floración, empieza un desarrollo rápido de ramas nuevas. La planta en ese momento necesita alimentar los frutos y el crecimiento nuevo por lo que la demanda de nutrientes es mucho mayor, y es así que provoca deficiencias en la planta o hasta el ataque de insectos plaga. Al inicio el fruto tiene un crecimiento muy lento, sin embargo esto irá mejorando al pasar del tiempo y dependiendo del agua que se le suministre en el periodo de su formación, es así que en su etapa de maduración crece rápidamente lo cual produce una gran demanda de nutrientes ya que necesita engrosar la pulpa y los mucílagos (OIRSA, 2005).

## 2.5 Clasificación Taxonómica

**Tabla 2. Clasificación Taxonómica**

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Rubiales
<b>Familia:</b>	Rubiaceae
<b>Tribu:</b>	Coffeae
<b>Género:</b>	Coffea
<b>Especie:</b>	arábica, canéfora, ibérica

**Fuente:** (Alfaro Vargas, 2015).

## 2.6 Características morfológicas del café

### 2.6.1 Sistema radical

El sistema radical del cafeto posee un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica, en algunas condiciones y, si el suelo lo permite, esta raíz puede alcanzar 1-1.5 metros de profundidad, de esta raíz salen dos tipos de raíces, las primeras crecen en sentido lateral, son fuertes y vigorosas y ayudan al anclaje de la planta; las segundas salen de ésta mismo de carácter secundario y terciario más conocidas como raicillas o pelos absorbentes. Varios estudios

han demostrado que el sistema radical del cafeto es superficial ya que el 94% de las raíces se encuentran en el primer pie de profundidad. Se ha constatado que la longitud de las raíces coincide con el largo de las ramas del mismo (Monroig, 2010).

### **2.6.2 Tallo**

El cafeto presenta un tallo leñoso y erecto, de longitud variable, por lo general está compuesto de un solo tallo o eje central. Éste presenta dos tipos de crecimiento: el primero donde arbusto crece verticalmente y el otro en forma horizontal o lateral. Una planta joven comienza a emitir ramas laterales después de los primeros 9 a 11 nudos, donde solo brotan hojas, estas ramas se originan de yemas formadas en las axilas superiores de las hojas. El cafeto exhibe dimorfismo en su crecimiento vegetativo (Monroig, 2010).

### **2.6.3 Hojas**

Son elípticas, poco coriáceas, márgenes ondulados, de color verde claro cuando son jóvenes y verde oscuro con el pasar de los años y completa su etapa de desarrollo. Son órganos encargados de tres importantes procesos fisiológicos, estos son: respiración, transpiración y fotosíntesis. La respiración, se realiza cuando la planta usa los hidratos de carbono fotosintetizados para proveerse de energía para los procesos de crecimiento y desarrollo. Ésta ocurre en todos los tejidos de la planta, principalmente en las hojas y tejidos jóvenes. La transpiración es el proceso por medio del cual la planta elimina por las estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical. La fotosíntesis es el proceso que permite la elaboración de la materia hidrocarbonada que la planta necesita (Arcila et al., 2007).

### **2.6.4 Flores**

Las flores del cafeto son pequeñas, color blanco y una exquisita fragancia. El cáliz posee de 4 a 5 sépalos, la corola tiene de 4 a 9 pétalos, esto depende de la variedad. La base de los pétalos forma un tubo. La floración es estacional, las yemas florales aparecen en las axilas de las hojas, aproximadamente 40 flores por nudo. Este proceso hasta la apertura floral tarda un periodo de 4 a 5 meses y tiene relación con un periodo de latencia debido a la sequía. Al conocer todo este proceso de floración, permite al cafeticultor o productor calcular el monto, distribución y calidad del fruto para la cosecha (Saldíva, 2018).

### **2.6.5 Fruto**

El fruto es una baya drupácea, conformada por: pulpa, epidermis y mucílago o mesocarpio, esta última es una capa de aproximadamente 0.5 mm de espesor conformada por una sustancia gelatinosa y azucarada la cual recubre los dos granos o semillas: éstos se encuentran recubiertos por dos capas: la primera llamada endocarpio o pergamino, la cual es dura y frágil, y la segunda, llamada espermodermo o película plateada, siendo una membrana fina. Los granos son los creadores de la bebida de café (Ramos Giraldo et al., 2010).

## **2.7 Características Edafoclimáticas**

Las características Edafoclimáticas, especialmente las ambientales pueden causar distintos cambios fisiológicos, morfológicos y bioquímicos en los cultivos, de esta manera determinando algunas variaciones que se ven reflejadas en su rendimiento (M. Encalada et al., 2016).

### **2.7.1 Suelo**

Para que los cultivos produzcan más, se deben conocer las propiedades del suelo ya que éstas a su vez limitan el desarrollo de las plantas, con el fin de aplicar medidas correctivas presentes en cada caso. Estos problemas por lo general presenta la naturaleza física, química y biológica, y de vez en cuando se relacionan entre sí; de allí la dificultad que se presenta para realizar un diagnóstico, en especial el análisis de laboratorio (CENICAFE, 2016).

El suelo ideal para el cafeto debe tener en promedio un volumen de alrededor de 50% de porosidad, 45% de sustancia mineral y 5% de materia orgánica. Cabe mencionar que el espacio poroso se compone de macro y microporos, el agua contenida en los macroporos es fácilmente drenada, mientras que el agua en los microporos es el agua disponible para las plantas. Un suelo bien drenado tiene alrededor de 1/3 de espacio poroso con macroporos y 2/3 con microporos (OIRSA, 2005).

Enríquez, (2014) manifiesta que el cafeto por su parte prefiere suelos bien drenados y por lo general de estructura tipo granular y migajosa. En el suelo existen tres diferentes tipos de partículas que son, arena, limo y arcilla. Los suelos que disponen estos tres tipos de partículas de forma equilibrada, se les conoce como francos, éstos son ideales para el cultivo de cafeto. No se recomienda suelos compactados para hacer caficultura.

### **2.7.2 Temperatura**

Según Córdova et al., (2016) para que las posturas tengan una buena condición de biomasa es necesario que las plántulas de cafeto reciban suficiente radiación solar durante el ciclo de crecimiento. La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23° C. Temperaturas inferiores a 10° C, provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes (Barba & Heredia, 2011).

### **2.7.3 Precipitación**

En zonas cafeteras más importantes, la precipitación alcanza valores entre 2.000 y 2.500 mm. No obstante, también existen zonas con una inadecuada distribución de lluvias y algunas limitaciones de agua o por la alta evaporación. Igualmente, hay otras limitaciones para el cultivo por exceso de lluvia, especialmente en aquellas zonas con suelos que tienen alta capacidad de retención de agua, según varios estudios realizados el café necesita 1200 a 1800 mm para un buen desarrollo (Arcila et al., 2007).

### **2.7.4 Altitud**

La altitud óptima para el cultivo de cafeto oscila entre los 900 y 1,600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva a menor altura, en muchos de los casos, los costos de producción incrementan, porque se reduce la calidad del café. Por otro lado y todo lo contrario, ya que si el cafeto se cultiva a mayor altura, la calidad del grano es mejor, y además se produce un menor crecimiento de las plantas (Astigarra, 2017).

## **2.8 Especies de café de mayor importancia**

### **2.8.1 Arábica**

El café Arábica es nativo de las tierras altas de Etiopía, fue descrita por Linneo en 1753, es un arbusto que llega hasta 10 metros de altura cuando crece libremente y aproximadamente 2.50 metros cuando es establecido en una plantación, cuidado y podado, lo que facilita a la hora de cosechar sus frutos. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, de forma oval o elíptica, acumuladas, cortas, agudas en la base y algunas veces onduladas (Figuerola et al., 2015).

Según el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) (2019), es importante destacar que esta especie tiene mejor aroma y su producción ayuda a la conservación y cuidado de la biodiversidad. Cuando se siembra en terrenos de baja altitud es particularmente sensible a la roya (*Hemileia vastatrix*), por esta razón se establecen

plantaciones de Arábica generalmente a una altitud de 900 a 1,800 metros o más. El grano Arábica es más alargado y aplanado, con un color verde intenso y a veces muestra matices azules.

Las variedades arábicas usualmente cultivadas en Ecuador según Duicela et al., (2016) son : Típica, Bourbón y Caturra, y en menor escala se cultivan Catuaí, Villalobos y Pacas

### **2.8.2 Robusta**

Fue descubierto en África a fines del siglo XIX, en Guinea Ecuatorial y El Congo. En 1900 se introdujo a Ceilán (hoy Sri Lanka). Al Ecuador fue introducido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (Duicela et al., 2018).

Es un arbusto de tamaño pequeño y robusto, que puede crecer hasta 10 metros de altura; posee una raíz profunda, su fruto es redondeado y puede tardar hasta 11 meses en madurar. La semilla es más pequeña que el Arábica, además su forma es alargada. Sus hojas son mucho más largas y corrugadas que las del Arábica y pueden cultivarse entre los 100-700 msnm. Generalmente son plantas más resistentes a enfermedades, plagas y condiciones climatológicas adversas, sin embargo, esta especie produce tazas más fuertes, poco aromáticas y ásperas, su precio es bastante inferior a los de la variedad Arábica. Varios estudios han demostrado que el mayor productor de café robusta del mundo es Vietnam (Figuerola et al., 2015)

### **2.8.3 Libérica**

Es nativo de los alrededores de Monrovia en Liberia, después de su descubrimiento en el año 1872, se hizo muy conocido por todo el mundo. Es un arbusto o árbol liso, crece de 10 a 15 m de altura, sus hojas son grandes, brillantes, la vaina ampliamente acuñada en su base, ampliamente elíptica y ovalada; las flores blancas alcanzan más o menos de 3-5 cm de largo. La baya al principio es roja y después negra cuando está madura, arrugada cuando está seca (Figuerola et al., 2015).

Su buena resistencia a la roya, lo llevó a la popularidad en Indonesia por los años 1880 y 1905, pero más tarde se le sustituyó por otras especies de mejores características y calidad en taza, esto debido a que sus granos son de baja calidad. El café Libérica solo se comercializa en pequeñas cantidades por Malasia y África Occidental, pues la demanda por su sabor es muy baja y por esta razón se ha dejado de cultivarlo (Figuerola et al., 2015).

## 2.9 Composición

Un grano de café normalmente contiene 34% de celulosa, 30% de azúcares, 11% de proteínas, de 6 -13% de agua, y entre un 2 y un 15% de materia grasa. También es importante destacar otros componentes como los minerales, el potasio, calcio, magnesio, fósforo, ácidos orgánicos como cafeilquínicos o clorogénicos y alcaloides, como la cafeína que normalmente contiene de 1- 2.5% y la trigonelina. También se han detectado compuestos exógenos conocidos comúnmente como compuestos contaminantes y pueden ser restos de pesticidas, micotoxinas y benzopireno (Rojo Jiménez & Pérez Urria, 2014).

El café Robusta contiene más cafeína que el Arábica (más o menos el doble). En particular, la cantidad de cafeína que contiene una taza de café varía sobre todo por el origen del café, destacándose también la composición de la mezcla, del método que se utilizó para la preparación y de lo diluido que esté el café al momento de servirse. El café verde es fuente principal de ácidos clorogénicos que durante el proceso de tostado se transforman en fenilindanos y lactonas. También la trigonelina durante la torrefacción se transforma en niacina lo que hace al café una fuente de vitamina B3 (Rojo Jiménez & Pérez Urria, 2014).

**Tabla 3.** Nutrientes básicos del café en infusión

Nutrientes	Unidades	Valor de 100 g
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	2
Hierro	mg	0,01
Magnesio	mg	3
Fosforo	mg	3
Potasio	mg	49
Sodio	mg	2
Zinc	mg	0,020
Cobre	mg	0,002
Manganeso	mg	0,023
Selenio	mg	0
Flúor	mg	90,7

**Fuente:** (Rojo Jiménez & Pérez Urria, 2014).

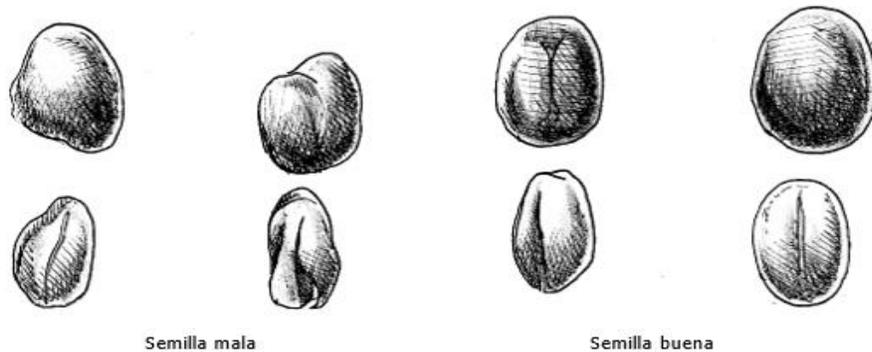
## 2.10 Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero

### 2.10.1 Selección de la Semilla

En el campo, la producción varía mucho de cafeto a cafeto. La práctica de selección de la semilla tiene como objetivo escoger las mejores semillas para obtener plantas de alta calidad y por ende el éxito de las futuras plantaciones a cultivarse, es por esto que un cafeto vigoroso, sano, altamente productivo y resistente a plagas solamente se logra seleccionando correctamente las semillas y realizando un buen almacenamiento hasta realizar la respectiva siembra (Monroig, 2018).

#### 2.10.1.1 Características para la selección de las plantas madres

- ✓ Seleccionar plantas en lotes de una sola variedad
- ✓ Plantas que presenten estabilidad y alta producción
- ✓ Edad de 6 a 10 años.
- ✓ Plantas resistentes, sanas y vigorosas
- ✓ No escoger semillas de linderos (Monroig, 2018).



**Figura 2.** Selección de semillas.

**Fuente:** (Fischersworing & Robkamp, 2001).

### 2.10.2 Construcción del Germinador

El germinador debe construirse en un lugar de fácil acceso, sombreado, cercano a una fuente de agua para el respectivo riego y un lugar cerrado para proteger de los animales domésticos, entre otros. Para obtener las plántulas, debe sembrarse café pergamino. El germinador puede ser elaborado con guadua, tabla, ladrillo o directamente al suelo. Lo recomendable para sembrar un kilo de semillas deberá ser de tamaño de 1 m de ancho por 1 m de largo y 20 cm de altura como

mínimo. En caso de sembrar más semillas, es necesario adecuar el largo del germinador a las necesidades y a la cantidad a sembrar (Fischersworing & Robkamp, 2001).

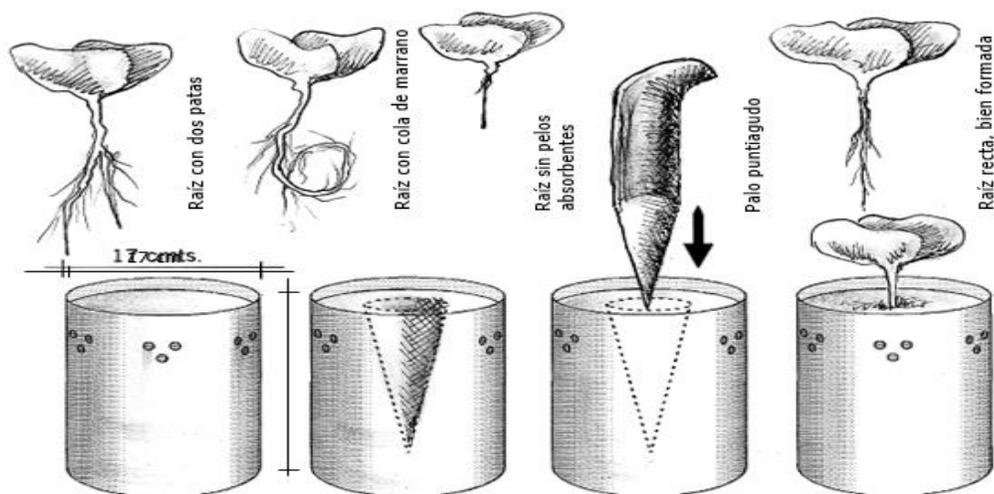
La siembra del café se puede realizar al voleo o en surcos paralelos, la primera se distribuyen las semillas uniformemente, se aprieta la semilla para que esta quede en contacto con el sustrato, luego se recomienda tapar la semilla con una capa de arena de 2 cm de espesor, para la segunda que es la siembra mediante surcos se recomienda distancias de 5 cm uno del otro, colocando las semillas a una distancia de 1 cm entre ellas (Fischersworing & Robkamp, 2001).

### **2.10.3 Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa**

Las plántulas deben ser trasplantadas de preferencia en días nublados en las primeras o últimas horas del día. Antes del trasplante, es necesario que las bolsas llenas de suelo estén húmedas para un mejor trasplante y que no afecte a las plántulas. Para sacar las plántulas del germinador, éstas deberán estar en estado de fosforito o chapola, se afloja el sustrato y se retiran con cuidado evitando romper lo menos posible las raíces, además se debe evitar que estas queden directamente expuestas al sol (Fischersworing & Robkamp, 2001).

Se debe seleccionar del germinador las mejores plántulas, eliminando las más débiles, las mal formadas, raíces quebradas o torcidas. Para el trasplante de la plántula a la bolsa, con ayuda de un palo cónico o de punta aguda se hace un hoyo en la tierra, justamente en el centro de las bolsas, su profundidad debe ser superior al largo de la raíz de la chapola, en caso de que la raíz supere el largo de la bolsa, se realiza un despunte con el fin de que se conserve la verticalidad de la raíz en la funda, seguidamente se aprieta para evitarse que queden bolsas de aire alrededor de la raíz, finalmente se debe regar la planta con suficiente agua, realizando bien todo este proceso se garantiza la calidad de la futura cafetera (Fischersworing & Robkamp, 2001).

Según Gaitán et al., (2011) se debe verificar que las chapolas que se encuentran en el germinador y que se vayan a trasplantar, estén libres del hongo *Rhizoctonia solani* o de cualquier otra pudrición que involucre al sistema radical. También mencionan que se puede reconocer esta enfermedad por el color negro en las raíces o en el cuello de la raíz. Es frecuente que la raíz presente dos raíces principales, comúnmente conocido como raíz bifurcada, que está asociada con beneficio ecológico de la semilla, ésta no tiene ningún efecto negativo y no presenta daños al desarrollo y crecimiento de las plántulas.



**Figura 3.** Selección de las Chapolas en el trasplante a fundas de polietileno

**Fuente:** (Fischersworing & Robkamp, 2001).

#### 2.10.4 Riego

La frecuencia del riego en el vivero dependerá también de las condiciones ambientales de la zona donde se estableció. Se debe regar todos los días, especialmente en la época seca y durante los primeros tres meses; más adelante se realiza en forma interdiaria (un día sí y otro no). Generalmente los viveros se establecen en el período seco, por lo que deben contar con agua para riego, para luego ser trasplantadas en el período de lluvias. Muy importante recalcar que se debe regar al final de la tarde o a primeras horas de la mañana (Ormeño et al., 2017).

#### 2.10.5 Control de Arvenses

En el transcurso del crecimiento de las plantas, el control de arvenses se debe efectuar de forma manual en las bolsas y con ayuda de un azadón en las calles. Si en las calles se coloca aserrín, piedra picada, cascarilla de café desinfectada o plástico se reduce la presencia de las malezas, los desyerbes en las bolsas por lo general se deben efectuar cada 30 días (Ormeño et al., 2017).

#### 2.10.6 Control de plagas y enfermedades en vivero

La falta de drenaje en los viveros favorece la presencia del hongo *Rhizoctonia solani* cuya incidencia es mayor en las primeras semanas después del trasplante, por lo cual ha de evitarse el exceso de sombra y humedad. La mancha de la hoja es causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, éste se presenta con mayor frecuencia en cafetos con deficiencia de nitrógeno. Esta enfermedad se puede prevenir mediante aplicaciones consecutivas de compost, humus de lombriz o guano. Se recomienda

la aplicación de purines o el estiércol líquido ya que estos pueden contrarrestar rápidamente esta deficiencia y fortalecer las plántulas de cafeto contra el ataque de éste u otros hongos. En caso de ataques fuertes de esta enfermedad, se fumiga con Caldo Bordelés, el cual se prepara en proporción de 2 cucharadas de sulfato de cobre y otro tanto de cal disueltos por galón de agua (Fischersworing & Robkamp, 2001).

### **2.10.7 Nutrición del Café**

Según Tames, (2016) los productos biológicos son una alternativa muy promisoría para el suministro de nutrientes en las plantas de café, mediante su actitud biológica una parte importante de las sustancias que necesitan para su normal crecimiento y desarrollo. El uso de estos productos para optimizar la producción de especies cafetaleras en vivero para la obtención de plantas de calidad y lograr una supervivencia en las áreas de estudios, y de esta forma evitar el agotamiento de los recursos no renovables como por ejemplo el suelo, logrando una agricultura sostenible.

Para garantizar un óptimo desarrollo de las plántulas se puede aplicar estiércol o algún abono foliar cada 15 días o cuando se presenten síntomas de amarillamiento o manchas cloróticas. Después de dos meses del trasplante, se puede fertilizar, de preferencia 50 gramos de compost, humus de lombriz por planta, no "sobre abonar" las plántulas ya que esto puede causar efectos negativos (Ormeño et al., 2017).

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización de estudio

El estudio en campo se desarrolló en la Granja Experimental “Santa Inés” de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de “El Oro”, cantón Machala, parroquia “El Cambio”, perteneciente a la Región siete, situada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje.

El sitio de estudio presenta las siguientes coordenadas:

Longitud: 79°54'05" W

Latitud: 03°17'16" S

Altitud: 5 msnm

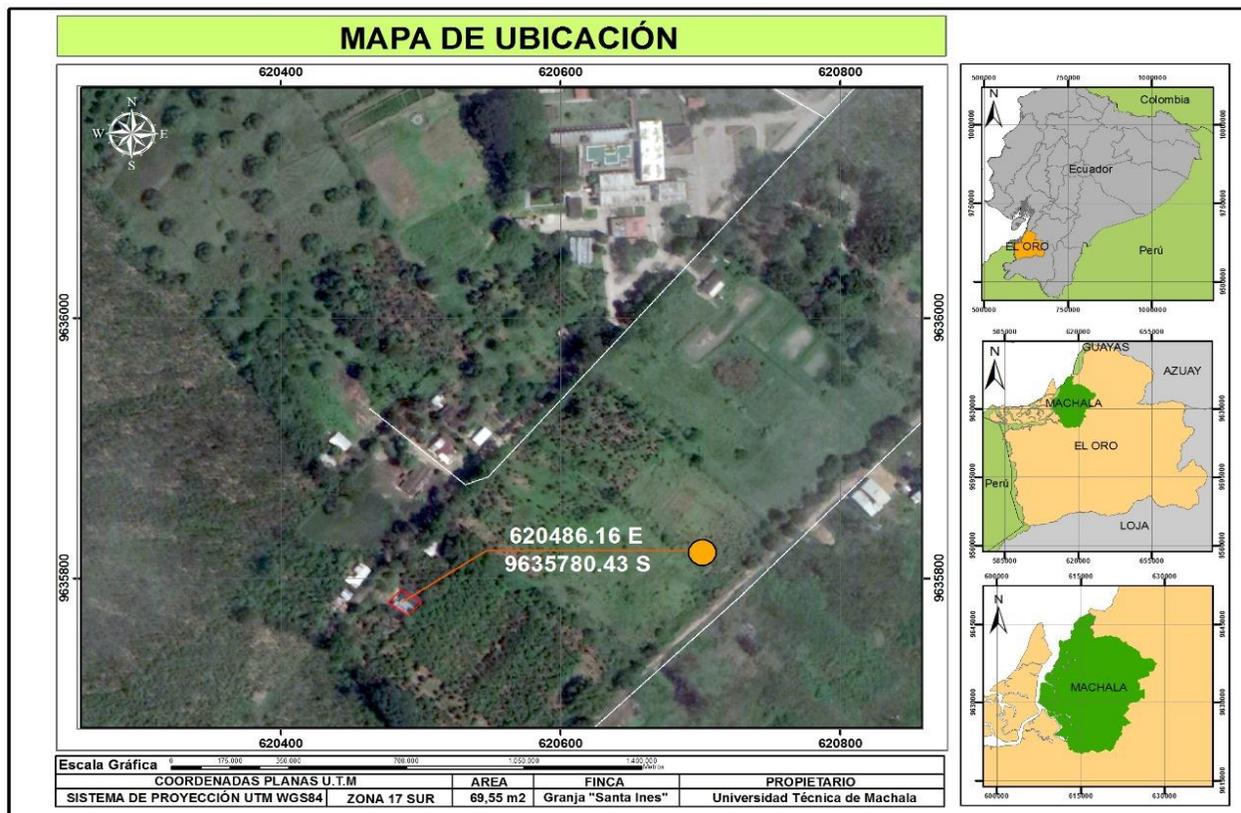


Figura 4. Mapa de Ubicación del área experimental.

## **3.2 Clima y ecología de la zona**

Según Villaseñor, Chabla, & Luna, (2015) el suelo de la Granja “Santa Inés” es un Inceptisol que posee buen drenaje. El sitio de la investigación pertenece a una zona Tropical, con una precipitación media anual de 600 mm, temperatura media anual de 25 ° C y 84% de humedad relativa, esto de acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge (bms-T) y el mapa ecológico de Ecuador.

## **3.3 Equipos y materiales utilizados**

### **3.3.1 Materiales**

- Tubería de PVC de 25 mm
- Tubería de Polietileno de 16 mm
- Microaspersores
- Fundas de polietileno (21 x 12 cm)
- Cinta Métrica
- Pala
- Regla
- Piola
- Semillas de cinco cultivares de café
- Letreros de identificación.

### **3.3.2 Equipos**

- Bomba de 0.5 HP
- Balanza
- Estufa
- Pie de rey

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Diseño del experimento**

Se empleó un diseño completamente al azar, para el buen desarrollo de la investigación se instaló riego por micro-aspersión (ver anexo 2) en total de 12 en toda el área. Se establecieron cinco cultivares de café y se asignó cuatro tratamientos para cada uno, con tres repeticiones. Se

establecieron 60 camas (Figura 5 y 6) respectivamente de 1 m de largo x 0.50 m de ancho, separadas entre sí por 0.30 m con un pasillo de 0.50 m, se sembraron 60 semillas por cultivar, a excepción del cultivar cinco, Maragogipe (Pepudo) que debido a la escases de semillas, se sembraron 30 semillas por cama.

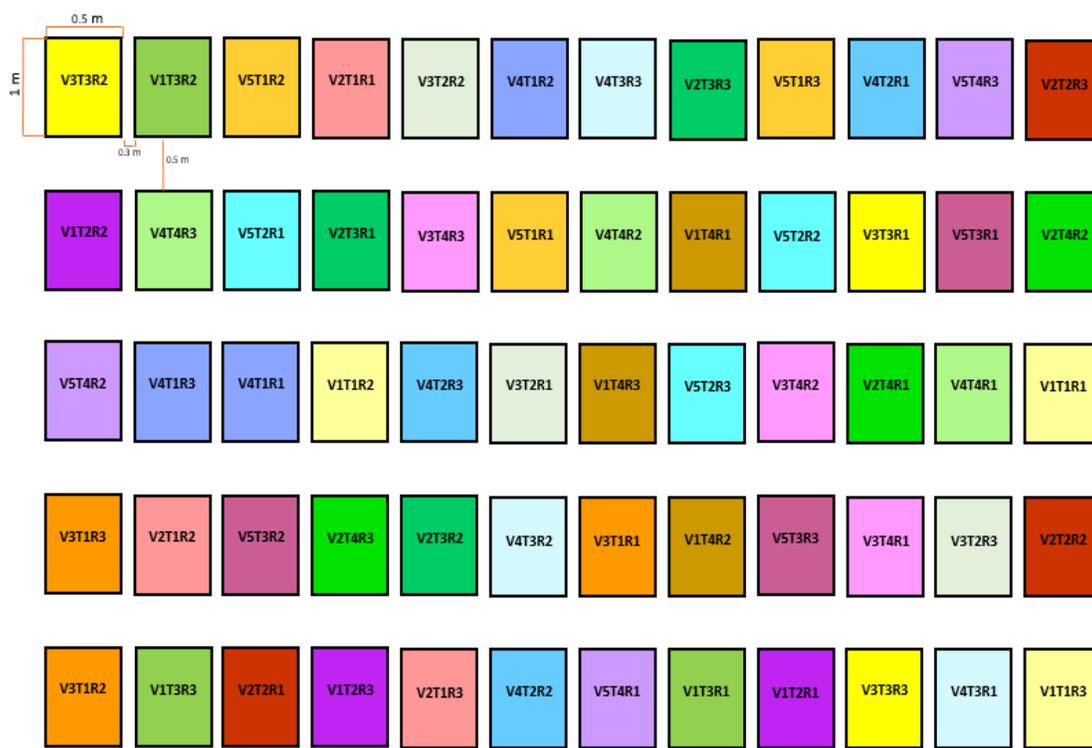


**Figura 5.** Diseño experimental de la investigación



**Figura 6.** Área experimental con 60 camas germinadoras en estudio.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVARES DE CAFÉ CON LOS TRATAMIENTOS



**Figura 7.** Distribución al azar de los cultivares de café y los tratamientos.

### 3.5 Material Vegetativo

Para el desarrollo de esta investigación se sembraron cinco cultivares de café arábigo (Figura 8), material genético traído desde la provincia de Loja.



**Figura 8.** Material genético

### **3.5.1 Brasil**

Proviene del cruzamiento de Mundo Novo y Sarchimor, este material es altamente productivo, con características organolépticas buenas, resistente a la sequía y presenta resistencia a la roya del café. Esta variedad con un buen manejo técnico, tiene una productividad promedio 100 quintales por hectárea/ año. En Ecuador, como mínimo, se pretende tener un rendimiento de 40 quintales por hectárea, estas variedades técnicamente están orientadas a sembrarse en las zonas cafetaleras ubicadas entre los 1.200 metros sobre el nivel del mar por cuestiones de calidad (S. P. Encalada, 2016).

### **3.5.2 Caturra**

Se originó gracias a una mutación de un gen dominante del café Bourbon. Se caracteriza por ser de porte bajo con entrenudos cortos, su tronco grueso y poco ramificado, de ramas laterales abundantes, lo que da a la planta un aspecto vigoroso estructuralmente, sus hojas son grandes, oscuras y anchas, los frutos son también de tamaño grande, el sistema radical está muy bien desarrollado y es de mayor extensión y densidad (CICAFE, 2011).

Es de adaptabilidad muy amplia ya que se desarrolla muy bien sin importar la condición de altitud y además su producción es muy sobresaliente, a pesar de ser un árbol de tamaño pequeño presenta entrenudos muy cortos y ramificación secundaria abundante, lo que le posibilita una alta productividad. Se puede establecer a una densidad de 5.000 plantas por hectárea, además, en condiciones favorables para el cultivo, la densidad puede ser mayor (CICAFE, 2011).

### **3.5.3 Amarillo (Bourbon)**

Café Bourbon amarillo es originario de Brasil, es mutación del Bourbon rojo. Las cerezas son pequeñas y pesadas, maduran rápidamente y con fuertes vientos corren el riesgo de desprenderse de la planta. Esta variedad se adapta y produce granos de buena calidad entre los 1200 metros sobre el nivel del mar, la calidad de infusión es algo similar a Típica. El color de la guía es verde, frutos amarillos de buen tamaño y tiene buena calidad en cuanto a características organolépticas, se recomienda sembrar en zonas altas y en distanciamiento amplio. Las plantas son susceptibles a la roya y cescospora (Anacafé, 2016). Según Sotomayor (1993), el rendimiento en promedio que se obtiene con la variedad Bombón es mayor que el de la variedad Typica.

### **3.5.4 Sarchimor**

Tuvo su origen gracias al cruzamiento de las variedades Villa Sarchi CIFC 971/10 X Híbrido Timor CIFC832/2, desarrollado Portugal por el centro de investigaciones de las Royas de cafeto. Las líneas de Sarchimor C-16-69) y Sarchimor C-4260 se introdujeron al Ecuador en 1985, seleccionadas en Brasil por el Instituto Agronómico de Campinas (Artavia, 2018).

Esta planta presenta buenas características como su buen potencial en la calidad de taza en altura, el rendimiento productivo es muy similar al del Caturra. Es de porte bajo, compacto, brotes verdes o bronce, la densidad de siembra es similar a la del Caturra 5000/6000 plantas por ha, se adapta muy bien en altitudes desde los 600 hasta los 1200 m. Presenta resistencia a a la antracnosis, roya del café y a nematodos. Los requerimientos nutricionales de éste híbrido son altos y además el tamaño del fruto es grande, parecido al Caturra (Artavia, 2018). Duicela (2014) manifiesta que la variedad Sarchimor tiene una amplia adaptabilidad, principalmente en las zonas secas de las provincias de Manabí, el Oro y Loja.

### **3.5.5 Maragogipe**

Es una mutación de la variedad Típica, fue descubierta en Brasil en el año de 1870. Es una Planta de porte alto, superando a las variedades Típica y Bourbon; las ramas laterales forman ángulo de 75 grados con el eje principal, también presenta escasa ramificación secundaria (Anacafé, 2016).

Las hojas son lanceoladas y las que se encuentran cerca de la base suelen ser más anchas, cuando las hojas nuevas suelen ser más largos, puntiagudos y bronceados. Los frutos son de color rojo, bien alargados y grandes, de disco saliente (ombligo saliente) y desarrollado. Su producción es baja, pero se compensa con una calidad de bebida ya que es muy apreciada en mercados exigentes, otra característica es que presenta susceptibilidad de roya. Se adapta mejor de zonas entre 1,300 a 1,800 metros sobre el nivel del mar (Anacafé, 2016).

**Tabla 4.** Cultivares empleados en la investigación.

<b>Cultivar</b>	<b>Descripción</b>
1	Brasil
2	Caturra
3	Amarillo (Bourbon)
4	Sarchimor
5	Maragogipe (Pepudo)

### 3.6 Tratamientos

Se asignaron cuatro tratamientos (Tabla 5) realizados e implementados al momento de la siembra, lo cual consistió en el T1 la aplicación de 2 gramos de regulador de crecimiento (NewGibb 10SP) disueltos en 100 ml de agua y sumergida las semillas por una hora, mientras que en el T2 se procedió a sumergir la semilla en agua por 24 horas. Por otro lado, en el T3 se aplicaron 20 gramos de Biochar directamente en la cama germinadora (1 x 0.50 x 0.30 m) y finalmente en el T4 se procedió a extraer el endocarpio o pergamino de la semilla.

**Tabla 5.** Tratamientos empleados en la investigación

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1	Aplicación de NewGibb 10 SP
T2	Semilla sumergida en agua
T3	Aplicación de Biochar
T4	Extracción del endocarpio o pergamino de la semilla



**Figura 9.** Tratamientos

### 3.7 Variables consideradas objeto de estudio

Las variables consideradas en esta investigación y para cumplir con los objetivos planteados fueron las siguientes:

#### 3.7.1 Largo de la semilla

Se escogieron al azar 100 semillas de cada cultivar en estudio, para el efecto de esta variable se utilizó un calibrador o conocido comúnmente como pie de rey (Figura 10).



**Figura 10.** Largo de la semilla medido con un calibrador o pie de rey.

#### 3.7.2 Ancho de la semilla

Se escogieron al azar 100 semillas de cada cultivar en estudio, para el efecto de esta variable se utilizó un calibrador o conocido comúnmente como pie de rey (Figura 11).



**Figura 11.** Ancho de la semilla medido con un calibrador o pie de rey.

### 3.7.3 Días a germinación

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta que se pudo observar más del 50% de las semillas germinadas en toda la cama (Figura 12).



**Figura 12.** Germinación de las semillas

### 3.7.4 Porcentaje de germinación

Para esta variable se evaluaron todas las semillas germinadas.

### 3.7.5 Días a estado de fosforito

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta que se pudo observar más del 50% de las semillas en estado de fosforito en toda la cama (Figura 13).



**Figura 13.** Estado de Fosforito

### 3.7.6 Días a chapolas

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta que se pudo observar más del 50% de las semillas es estado de chapolas en toda la cama (Figura 14).



**Figura 14.** Estado de chapolas

### 3.7.7 Longitud de la raíz al trasplante a funda

Una vez que estaban en estado de chapolas al menos el 80% de las plantas, se procedió a tomar datos de la longitud de la raíz de cinco plantas para luego ser trasplantadas en fundas de polietileno exclusivamente utilizadas en vivero (Figura 15).



**Figura 15.** Raíz al trasplante a funda

### 3.7.8 Altura de la planta

Para esta variable se empezó a tomar datos una vez que todas las plantas fueron trasplantadas a las fundas, se midieron cinco plantas por cultivar y tratamiento respectivamente. Para esta variable se utilizó una regla milimetrada y un metro, midiendo desde el cuello de la raíz hasta el ápice (Figura 16).



**Figura 16.** Altura de las plantas

### 3.7.9 Número de hojas

Para esta variable se tomaron datos una vez que todas las plantas fueron trasplantadas a las fundas de polietileno, se contabilizaron las hojas de cinco plantas por cultivar y tratamiento (Figura 17).



**Figura 17.** Hojas

### 3.7.10 Peso fresco de la planta

Se sacrificaron tres plantas por cada cultivar y tratamiento, se lavaron las raíces (Ver anexo 15) con el propósito de que el suelo no influya en el peso de las plantas, se tomaron datos de las plantas sin suelo, cortadas y separadas en raíz y parte aérea. Los datos fueron tomados cuando las plantas tenían 8 meses de edad desde su siembra (Figura 18).



**Figura 18.** Peso fresco de la planta

### 3.7.11 Peso seco de la planta

Las plantas sacrificadas en la variable anterior fueron llevadas a la estufa por 48 horas a una temperatura de 80° C para luego ser pesadas en una gramera (Figura 19).

**Figura 19.** Muestras de plantas en la estufa



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Largo de la semilla

La prueba de efectos inter-sujetos encontró diferencias significativas en el largo de la semilla, muestra un p-valor de 0,000 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe diferencia, donde se demuestra la variabilidad genética de cada cultivar de café (Tabla 6).

**Tabla 6.** Pruebas de efectos inter-sujetos en el largo de la semilla de los cinco cultivares.

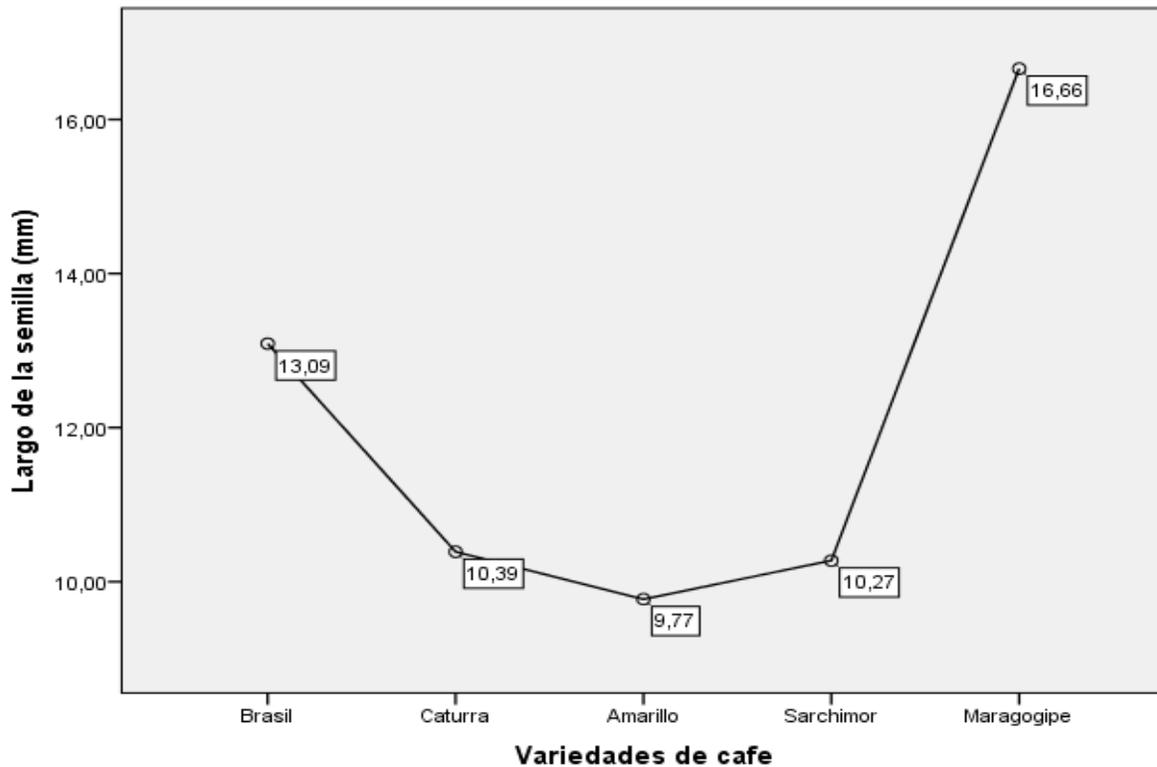
Fuentes de variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	3178,200 <sup>a</sup>	4	794,550	2237,336	,000
Intersección	71018,647	1	71018,647	199978,115	,000
Factor variedad	3178,200	4	794,550	2237,336	,000
Error	175,790	495	,355		
Total	74372,637	500			
Total corregida	3353,990	499			

a. R cuadrado = ,948 (R cuadrado corregida = ,947)

Respecto al largo de la semilla, se observa en el Gráfico 1 que existe diferencias en cada cultivar empleado. El cultivar cinco Maragogipe comúnmente conocido como “Pepudo” con un valor promedio de 16,556 mm de largo, es un cultivar de semilla grande, donde se evidencia en los datos tomados, a diferencia del cultivar Bourbon “Amarillo” con un promedio de 9,678 mm de largo, demuestra un valor inferior a todos los demás cultivares, por su parte los cultivares Caturra y Sarchimor tienen valores similares, sin embargo, existen diferencias significativas.

Según Wither (2019), manifiesta que la variedad Maragogipe tiene una producción muy baja, sin embargo las semillas son muy grandes por lo que se concuerda con su criterio. Cabe recalcar

que estos datos fueron tomados con el fin de ver la relación entre el tamaño de la semilla y el desarrollo de las plántulas en vivero.



**Gráfico 1.** Largo de las semillas de los cinco cultivares de café.

#### 4.2 Ancho de la semilla

El ancho de la semilla al igual que el largo de la semilla sometidas a la prueba de efectos inter-sujetos donde se encontró diferencias significativas en el ancho de la semilla, muestra un p-valor de 0,000, el cuál es menor a 0,05 (Tabla 7); por lo tanto, existe diferencia y se demuestra que no todos los cultivares tienen las mismas características con respecto a las semillas ya que existe una gran variabilidad genética.

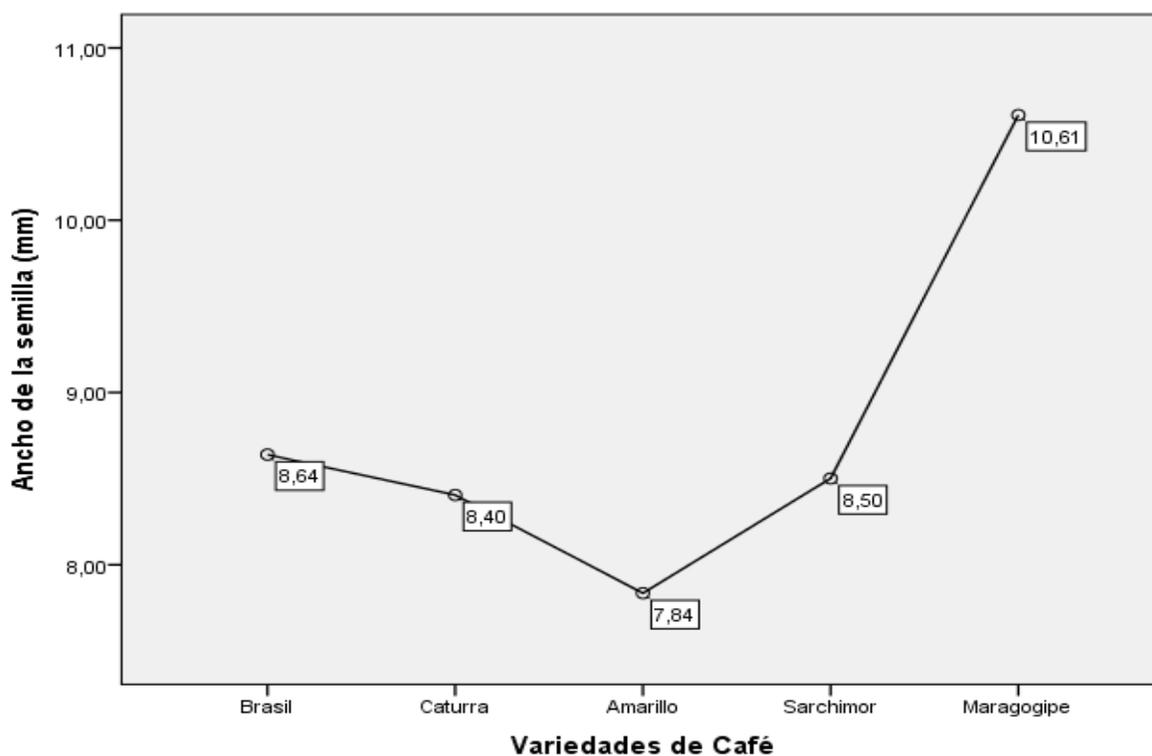
Una investigación realizada por Arcila et al., (2007) aseguran que el tamaño de la semilla no afecta el porcentaje de germinación, sin embargo puede tener alguna influencia sobre el desarrollo posterior de la planta.

**Tabla 7.** Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de la semilla de los cinco cultivares.

Fuentes de variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	448,065 <sup>a</sup>	4	112,016	682,219	,000
Intersección	38704,514	1	38704,514	235724,351	,000
Factor variedad	448,065	4	112,016	682,219	,000
Error	81,276	495	,164		
Total	39233,855	500			
Total corregida	529,341	499			

a. R cuadrado = ,846 (R cuadrado corregida = ,845)

Se puede apreciar en el Gráfico 2, los valores promedios del ancho de la semilla de los cinco cultivares de café empleados en esta investigación, donde se puede observar la diferencia significativa existente, el cultivar cinco “Maragogipe” muestra un valor de 10,611 mm de ancho, teniendo el valor más alto a diferencia de los demás cultivares



**Gráfico 2.** Ancho de las semillas de los cinco cultivares de café.

### 4.3 Días a germinación

Los días a germinación en la prueba de efectos inter-sujetos se puede observar diferencias significativas, el factor variedad con una significancia de 0,000 confirma que si hay diferencias entre los cinco cultivares. En cuanto a los tratamientos también existe significancia y demuestra diferencias significativas (Tabla 8).

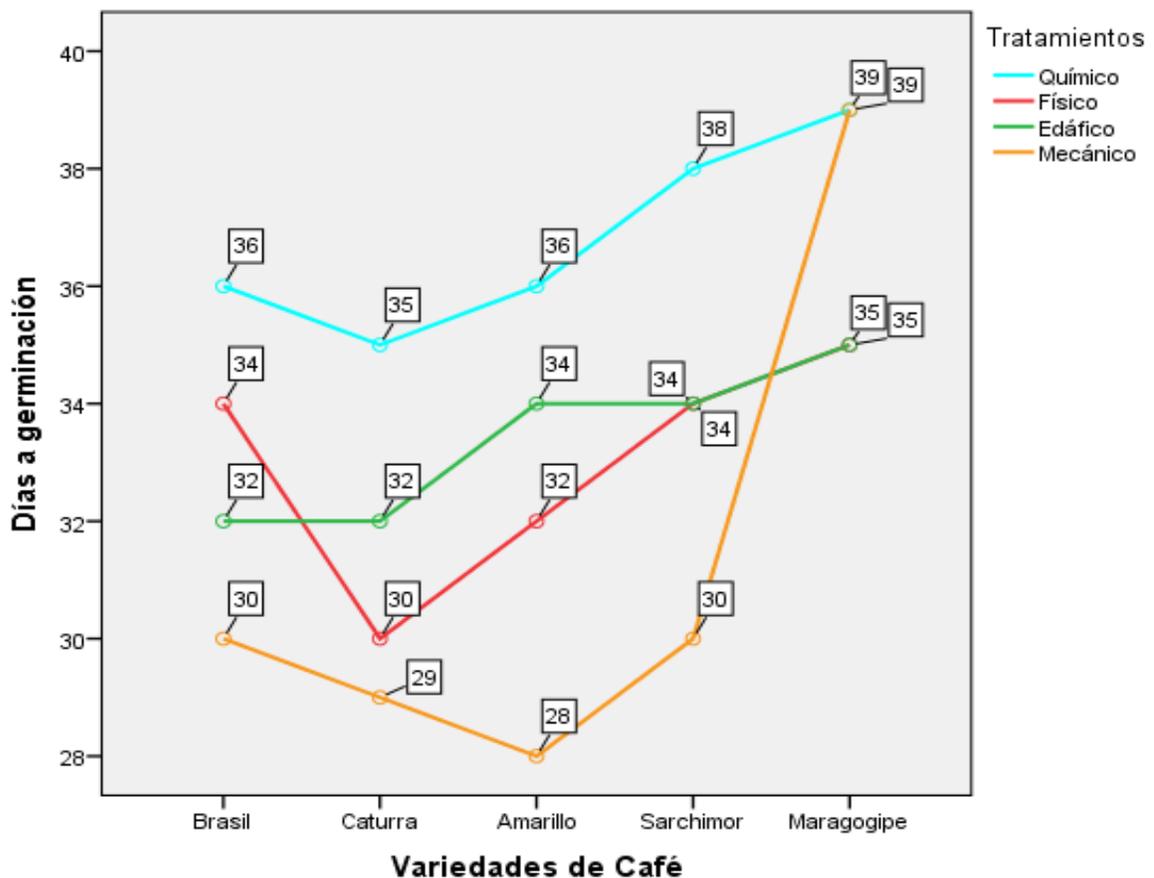
**Tabla 8.** Pruebas de efectos inter-sujetos en Días a Germinación.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	2922,000 <sup>a</sup>	19	153,789	.	,000
Intersección	338688,000	1	338688,000	.	,000
Factor Variedad	1062,000	4	265,500	.	,000
Factor Tratamiento	1230,000	3	410,000	.	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	630,000	12	52,500	.	,000
Error	,000	280	,000		
Total	341610,000	300			
Total corregida	2922,000	299			

a. R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

Los días a germinación de las semillas de los cinco cultivares de café, muestran diferencias significativas tanto en la interacción con las variedades como con los tratamientos (Gráfico 3). En el cultivar uno Brasil aplicado el T4 mecánico germinando a los 30 días, sin embargo, el mismo al ser aplicado el T2 en 32 días; T3 en 34 días y finalmente el T1 químico en 36 días, y se observa 6 días de diferencia. En el cultivar dos Caturra se observa que las semillas al ser sometidas al T4 germinaron en 29 días; T2 en 30 días; T3 en 32 días y finalmente el T1 en 35 días, lo que demuestra la diferencia en la aplicación de los tratamientos y una diferencia de 6 días. En el cultivar amarillo sometido al T4 se puede observar a los 28 días la germinación de las semillas; T2 en 32 días; T3 en 34 días y el T1 germinó a los 36 días, teniendo una diferencia de 8 días en el mismo cultivar.

En el cultivar cuatro Sarchimor, las primeras semillas germinadas se observaron en la aplicación del T4 en 30 días; al ser aplicados en T2 y T3 germinaron a los 34 días y el T1 en 38 días, con un total de 8 días de diferencia. Por último, el cultivar Maragogipe se observó una gran diferencia con los demás cultivares, germinando en menos días con la aplicación del T2 y T3 en 35 días y en el T1 y T4 en 39 días, demostrando que en cuatro de los cinco cultivares el T4 extrayendo el endocarpio de la semilla se puede lograr la germinación de las semillas en menos días, confirmando con Guevara *et al.*, (1997) donde manifiestan que efectivamente con la extracción del endocarpio o pergamino de la semilla de café se logra una germinación rápida de 25 a 35 días en su investigación, logrando valores muy similares. Por otro lado, el cultivar cinco Maragogipe, donde el T4 no interactúa de la misma manera como en los demás cultivares, así mismo el T1 con la aplicación de Ácido Giberélico como químico a las semillas se demostró que en todos los cultivares retrasó su germinación, esto debido a que el químico inhibió el desarrollo del embrión, por lo que hubo un severo retraso en los cinco cultivares.



**Gráfico 3.** Días a Germinación de las semillas de café.

#### 4.4 Porcentaje de germinación

La prueba de efectos inter-sujetos en el Porcentaje de germinación de las semillas muestra que no existe diferencia estadística entre los cultivares, sin embargo, se observa el p-valor menor a 0,05 en el Factor Tratamiento por lo que sí existe diferencias significativas en los tratamientos realizados (Tabla 9).

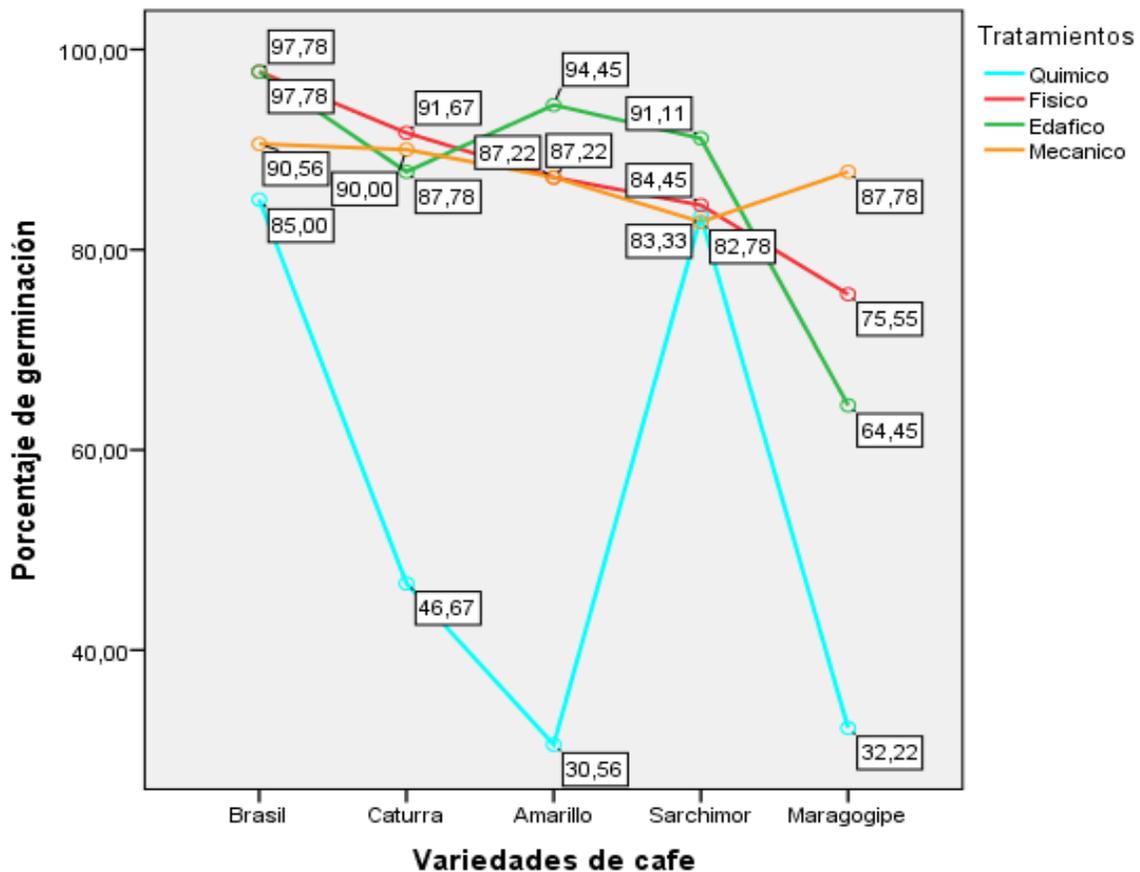
**Tabla 9.** Pruebas de efectos inter-sujetos para Porcentaje de Germinación.

Fuentes de variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	23082,740 <sup>a</sup>	19	1214,881	78,776	,000
Intersección	378422,005	1	378422,005	24537,878	,000
Factor Variedad	5319,337	4	1329,834	86,230	,000
Factor Tratamientos	11389,762	3	3796,587	246,181	,000
Factor Variedad * Factor Tratamientos	6373,640	12	531,137	34,440	,000
Error	616,878	40	15,422		
Total	402121,623	60			
Total corregida	23699,618	59			

a. R cuadrado = ,974 (R cuadrado corregida = ,962)

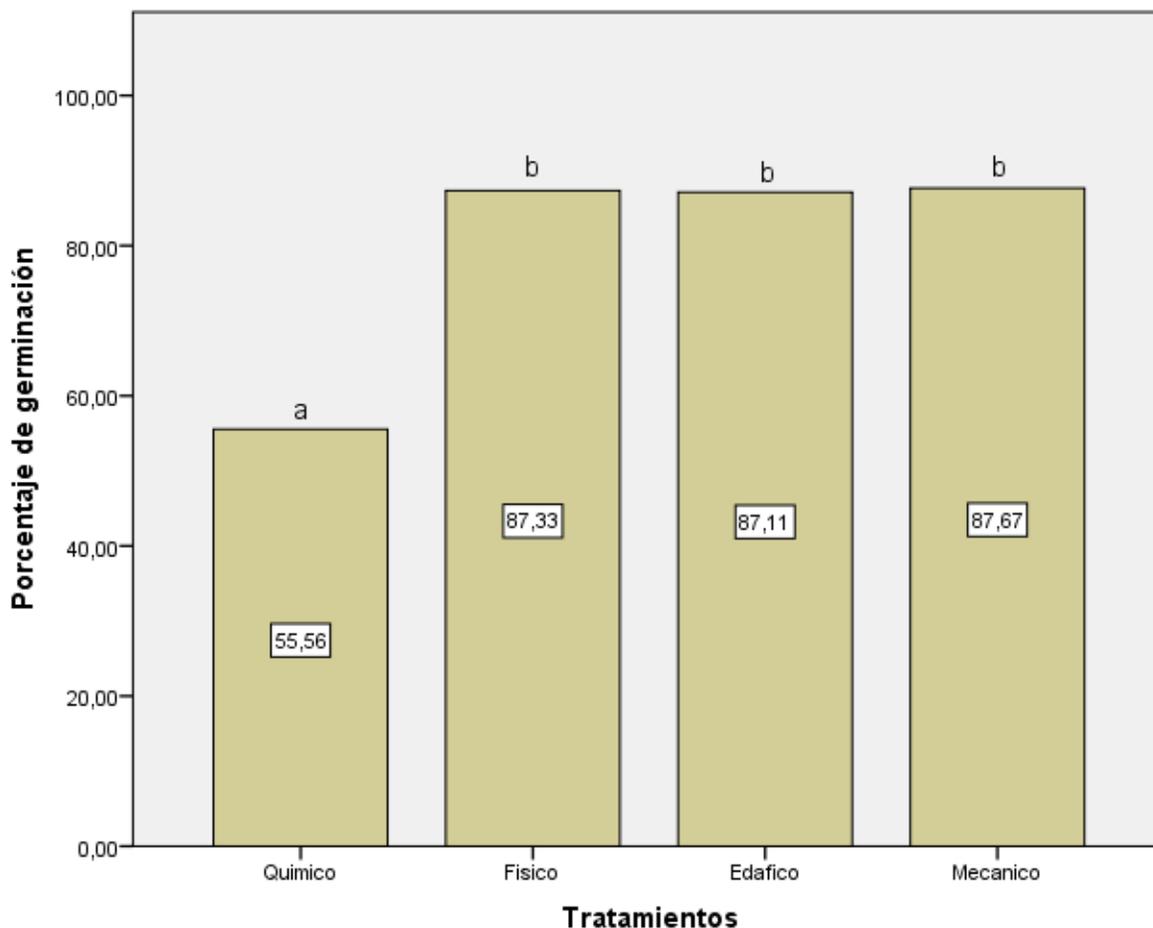
El porcentaje de germinación de las semillas de café depende de muchos factores, entre ellos el cultivar empleado, condiciones de temperatura, agua o tratamientos realizados para su futura germinación. En el Grafico 4 se puede observar que las semillas al ser puestas en contacto con el Químico ácido Giberélico impidió el desarrollo del embrión. En una investigación realizada por Coa Urbaez *et al.*,(2014) explican que las semillas de café al ser aplicadas con químicos, como ácido de batería y ácido muriático presentan porcentajes de germinación más bajos e incluso iguales

que el testigo (semillas germinadas naturalmente), los porcentajes más bajos de germinación tuvieron V3T1 y V5T1, las semillas expuestas al tratamiento Físico T2 se puede observar porcentajes altos como en V1T2 con 97,78%; V2T2 con 91,67%; V3T2 con 87,22%; V4T2 con 84,45% y en el V5T2 se puede observar un porcentaje más bajo con 75,55%, esto debido a que no todos los cultivares reaccionan igual al ser expuestos a diferentes tratamientos. Las semillas con el tratamiento Edáfico también se pueden observar porcentajes altos, pese a que en la variable días a germinación, este tratamiento tuvo un retraso en comparación con los demás tratamientos. En el porcentaje de germinación se muestran otros resultados que avalen su empleo al momento de germinar las semillas, V1T3 con 97,78%; V2T3 con 87,78%; V3T3 con 94,45%; V4T3 con 91,11% y finalmente la V5 Maragogipe muestra un porcentaje mucho más bajo con 64,45%. Finalmente, en el T4 muestra porcentajes altos en todos los cultivares: V1T4 con 90,56%; V2T4 con 90%; V3T4 con 87,22% y V5T4 con 87,78%. Este último cultivar sometido a todos los tratamientos tuvo porcentajes bajos de germinación, sin embargo, en el T4 al ser extraído el endocarpio de la semilla este cultivar muestra un buen porcentaje de germinación.



**Gráfico 4.** Porcentaje de Germinación.

En el Gráfico 5 se observa la eficiencia de cada uno de los tratamientos en el porcentaje de germinación de las semillas, siendo el tratamiento mecánico el más eficiente con 87,67% a diferencia del tratamiento químico con 55,56% donde efectivamente el ácido Giberélico no mostró ningún beneficio al ser aplicado a las semillas.



**Gráfico 5.** Porcentaje de germinación según los tratamientos empleados.

#### 4.5 Días a fosforito

En la prueba de efectos inter-sujetos para la variable Días a Fosforito se puede observar que, si existe diferencia significativa, en el Factor variedad con una significancia de 0,000 y en el Factor tratamiento 0,000 (Tabla 10) demostrando así la existencia de diferencias significativas para ambos factores.

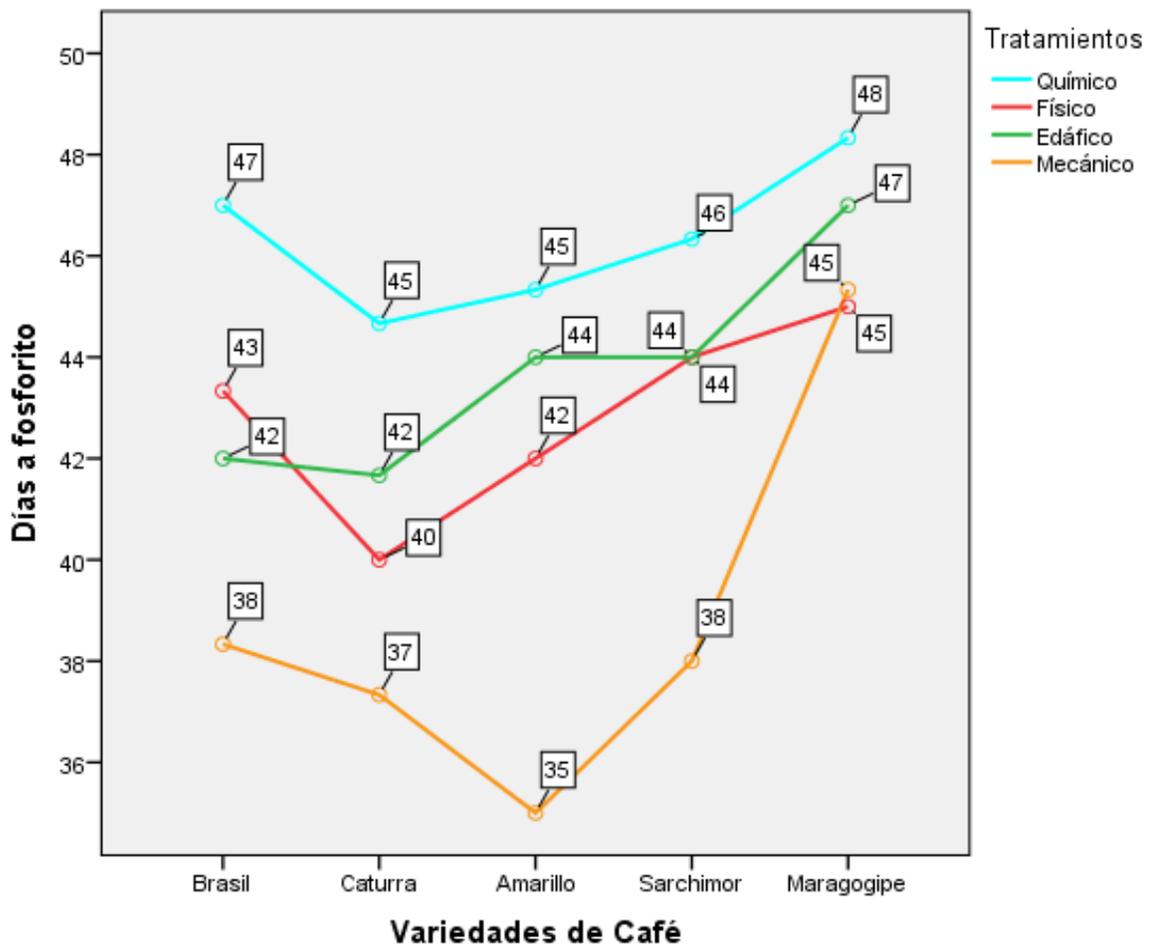
**Tabla 10.** Pruebas de efectos inter-sujetos para Días a Fosforito.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático o promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	3718,667 <sup>a</sup>	19	195,719	1096,028	,000
Intersección	552981,333	1	552981,333	3096695,46	,000
Factor Variedad	1087,000	4	271,750	1521,800	,000
Factor Tratamiento	2196,667	3	732,222	4100,444	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	435,000	12	36,250	203,000	,000
Error	50,000	280	,179		
Total	556750,000	300			
Total corregida	3768,667	299			

a. R cuadrado = ,987 (R cuadrado corregida = ,986)

En el Gráfico 6 se puede observar que los tratamientos empleados actúan diferente sobre cada cultivar de café. Las semillas que fueron aplicadas el tratamiento Mecánico llegaron rápidamente a estado de fosforito, teniendo relación con las semillas germinadas en menos días, siendo V3T4 el que más rápido llegó a este estado con 35 días; V1T4 en 38; V2T4 en 37 y V5T4 en 45 días con una diferencia de 10 días entre el tratamiento mecánico al tratamiento Químico. Los tratamientos Físico y Edáfico presentaron valores similares, V1T2 en 43 días; V2T2 en 40 días; V3T2 en 42 días; V4T2 en 44 días y V5T2 en 45 días coincidiendo con Mecánico Las semillas en V1T3 llegaron a fosforito en 42 días igual que el V2T3; el V3T3 y V4T3 coinciden también en 44 días mientras que el V5T3 llegando a 47 días. Se observa que tienen valores significativos los demás tratamientos frente al Químico ya que las semillas que fueron aplicadas el ácido giberélico tardaron más en llegar a este estado: V1T1 en 47 días; V2T1 en 45 al igual que V3T1, la V4T1 en 46 días y finalmente V5T1 en 48 días, siendo este el último en llegar a estado de fosforito que todos los demás cultivares aplicados los distintos tratamientos, donde queda confirmado que las semillas expuestas al químico, tuvieron un severo retraso.

Coa Urbaez *et al.*, (2014) manifiestan en su investigación que el testigo (semillas de café germinadas naturalmente), se comporta de manera más lenta para la formación de los fosforitos en un tiempo medio mayor de 44 días, donde efectivamente aceptamos su criterio y se relaciona al aplicarse químico a las semillas ya que retrasa la formación de fosforitos demorando incluso más tiempo que semillas germinadas naturalmente, en esta investigación con un tiempo de 48 días en el tratamiento químico, superando a investigaciones realizadas con testigo al ser sembradas las semillas sin ningún tratamiento.



**Gráfico 6.** Días a Fosforito

#### 4.6 Días a chapolas

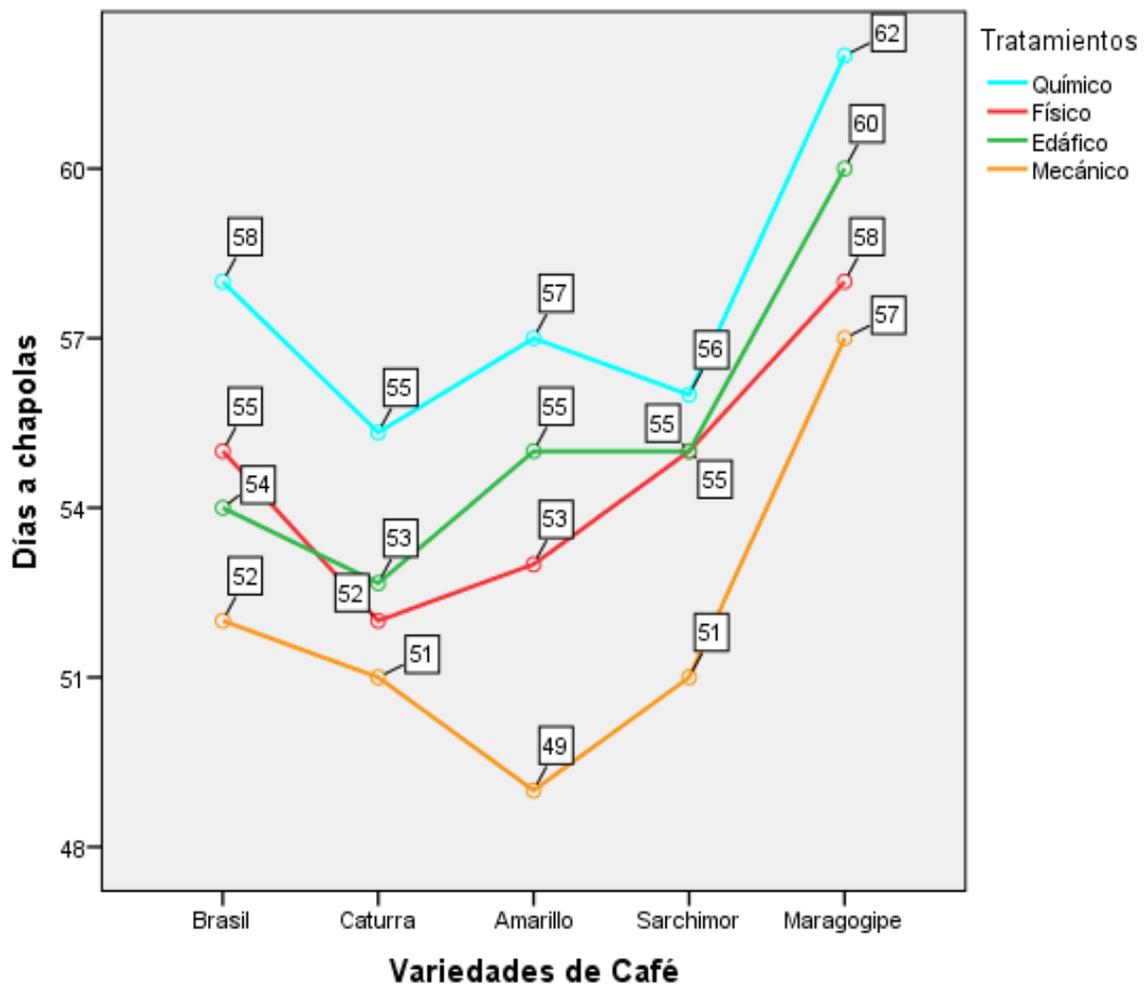
Para la variable días a chapola, en la prueba de efectos inter-sujetos muestra que si existe diferencia estadística entre ambos factores cultivares y tratamientos ya que el p-valor es menor a 0,05 (Tabla 11).

**Tabla 11.** Pruebas de efectos inter-sujetos para días a chapolas

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	2960,333 <sup>a</sup>	19	155,807	6543,895	,000
Intersección	904203,000	1	904203,000	37976526,000	,000
Factor Variedad	1557,000	4	389,250	16348,500	,000
Factor Tratamiento	1225,667	3	408,556	17159,333	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	177,667	12	14,806	621,833	,000
Error	6,667	280	,024		
Total	907170,000	300			
Total corregida	2967,000	299			

a. R cuadrado = ,998 (R cuadrado corregida = ,998)

Estadísticamente existen diferencias significativas para los días a chapolas. En el Gráfico 7 se puede observar la interacción de los cinco cultivares de café empleados los tratamientos realizados al momento de la siembra. Los cinco cultivares empleados el tratamiento mecánico llegaron rápidamente a chapolas siendo la V3 en llegar más rápido a este estado con 49 días, sin embargo, el cultivar cinco Maragogipe tuvo un retraso de 8 días empleado el mismo tratamiento. Los cultivares al ser tratados físicamente también llegaron rápidamente a chapolas: V1 con 55 días; V2 con 52 días; V3 con 53 días; V4 con 55 días y V5 con 58 días. Se puede apreciar también que en el tratamiento tres edáfico retrasó este proceso a excepción de la V1 que aplicado este tratamiento llegó más rápido que el físico con 54 días; V2 con 53 días; V3 y V4 con 55 días y V5 con 60 días. Finalmente, el tratamiento químico retrasó a las semillas a llegar a chapolas ya que se puede apreciar que todos los cultivares demoraron más en llegar a chapolas en este tratamiento: V1 con 58 días; V2 con 55 días; V3 con 57 días; V4 con 56 días y V5 con 62 días, siendo el cultivar Maragogipe el último en llegar a chapolas al ser tratado químicamente.



**Gráfico 7.** Días a Chapolas.

#### 4.7 Longitud de la raíz al trasplante a fundas

En la prueba de efectos inter-sujetos para la variable Longitud de la raíz al trasplante a fundas se puede observar en la Tabla 12 el nivel de significancia con un p-valor de 0,000 en el factor variedad como en el factor tratamiento por lo que tiene valores menores de 0,05, así mismo en la intersección de los dos, demostrando la existencia de diferencias significativas para ambos factores.

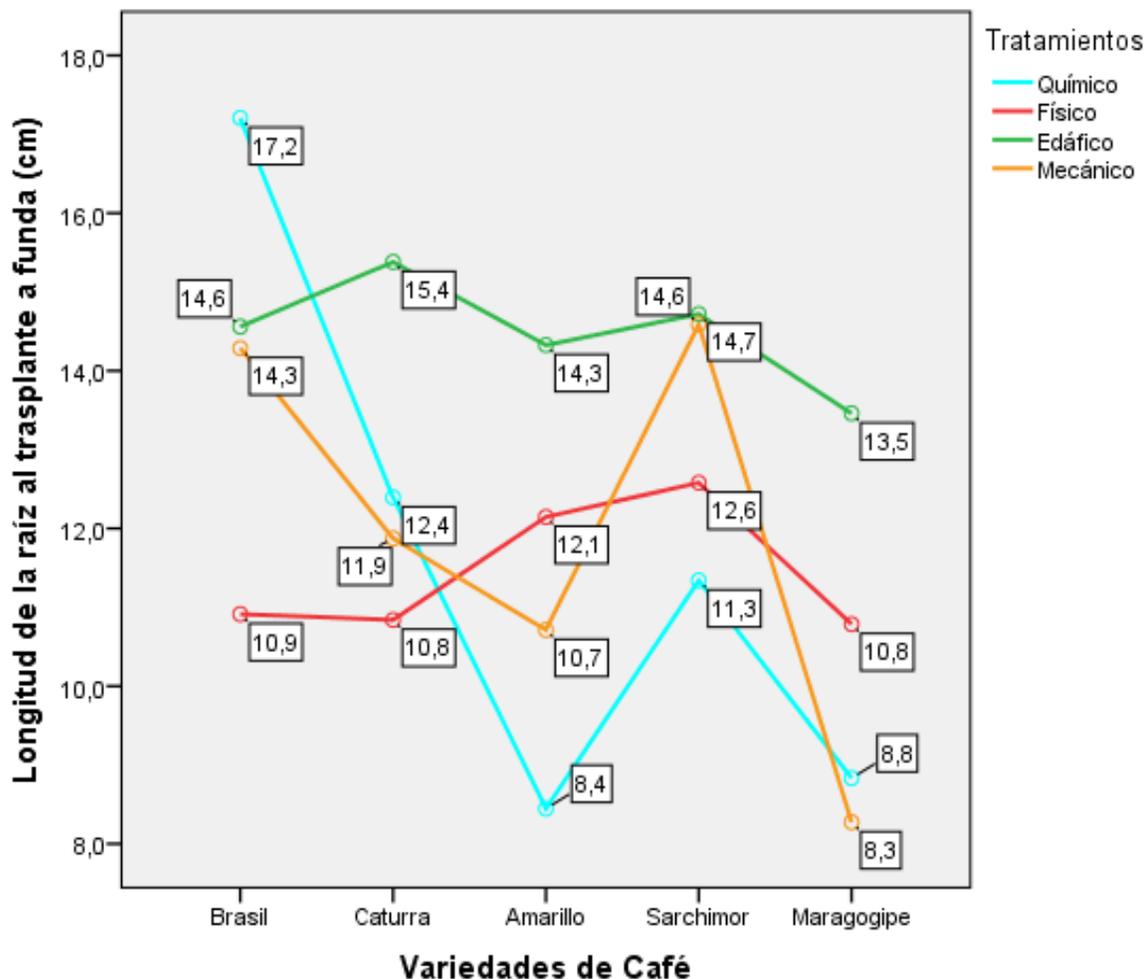
**Tabla 12.** Pruebas de efectos inter-sujetos para Longitud de la raíz al trasplante a funda.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático o promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	1565,649 <sup>a</sup>	19	82,403	198,362	,000
Intersección	42794,496	1	42794,496	103016,37 2	,000
Factor Variedad	497,343	4	124,336	299,305	,000
Factor Tratamiento	442,767	3	147,589	355,281	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	653,106	12	54,425	131,015	,000
Error	112,577	271	,415		
Total	47096,990	291			
Total corregida	1678,226	290			

a. R cuadrado = ,933 (R cuadrado corregida = ,928)

En el Gráfico 8 se observa que los tratamientos actúan muy diferentes en la longitud de la raíz de cada cultivar en el T1 químico el cultivar V1 Brasil que obtuvo la raíz más larga de todos los cultivares con 17,2 cm al ser aplicado con ácido giberelico a la semilla, por lo que este cultivar aceptó positivamente el químico. En el V2 también se aprecia buena longitud con 12,4 cm. Los demás cultivares con el mismo tratamiento mostraron valores bajos V3 con 8,4 cm; V4 con 11,3 cm y V5 con 8,8 cm. Por otro lado, el T2 físico muestra también valores bajos: V1 con 10,9 cm; V2 con 10,8 cm; V3 con 12,1 cm; V4 con 12,6 cm y V5 con 10,8 cm, para el T3 edáfico se puede observar que actuó muy diferente en los cultivares, aceptando este tratamiento positivamente y se ve reflejado en la longitud de la raíz: V1 con 14,6 cm; V2 con 15,4 cm; V3 con 14,3 cm; V4 con 14,6 cm y V5 con 13,5 cm, este último siendo la mayor longitud de este cultivar. Finalmente, en el T4 pese haber sido el tratamiento que hizo germinar más rápido a las semillas de café, en el desarrollo de las raíces se obtuvieron valores bajos en esta variable a excepción de V4 con 14,7

cm; V1 con 14,3 cm; V2 con 11,9 cm; V3 con 10,7 cm y V5 con 8,3 cm, siendo esta última la menor longitud de las raíces de todos los cultivares.



**Gráfico 8.** Longitud de la raíz al trasplante a fundas de polietileno

#### 4.8 Altura de las plántulas de cafeto

En la Tabla 13 se puede observar la prueba de efectos inter-sujetos para la variable altura de las plántulas, el nivel de significancia con un p-valor de 0,000 en el factor variedad y factor tratamiento y conjuntamente ambos se demuestra la existencia de diferencias significativas presentes para esta variable.

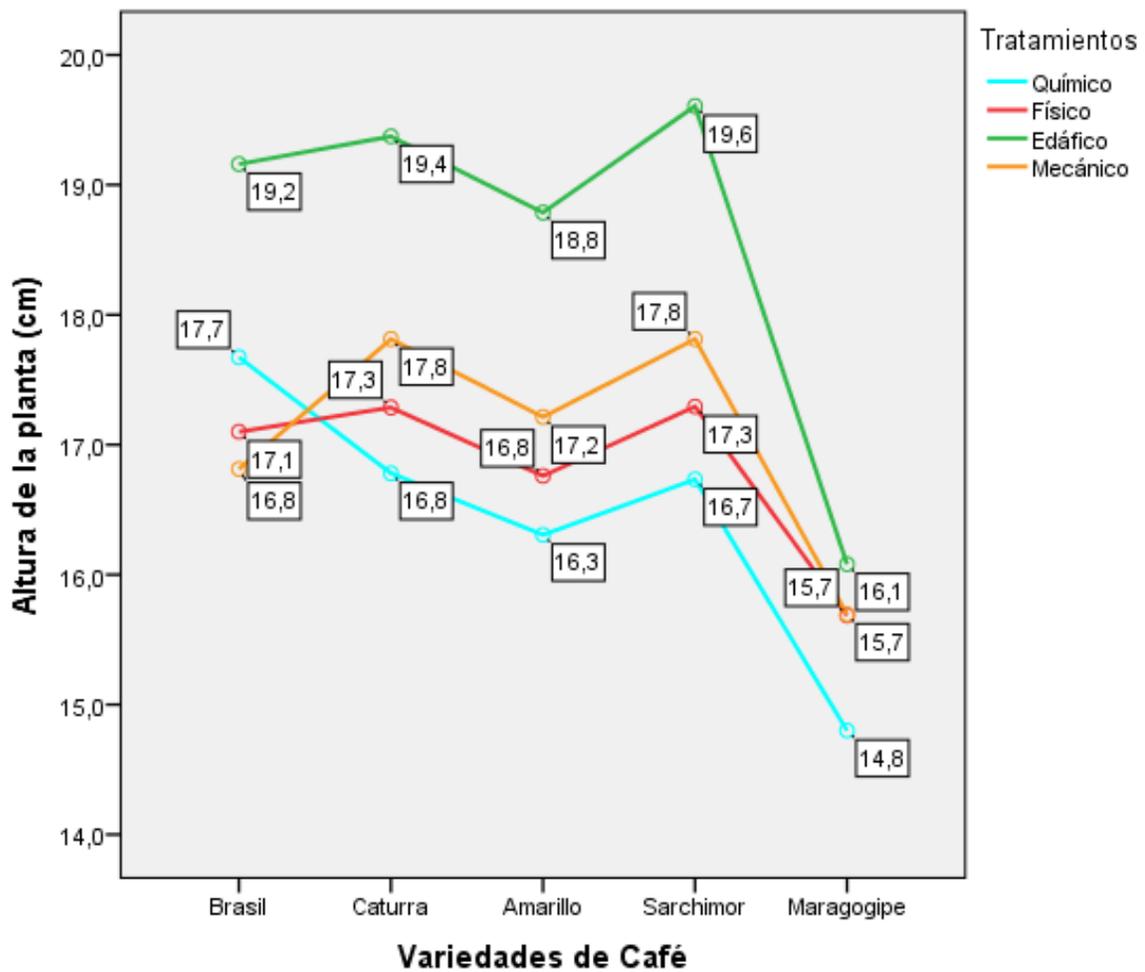
**Tabla 13.** Pruebas de efectos inter-sujetos para altura de las plántulas.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	409,182 <sup>a</sup>	19	21,536	510,576	,000
Intersección	82931,617	1	82931,617	1966155,512	,000
Factor Variedad	174,780	4	43,695	1035,925	,000
Factor Tratamiento	188,684	3	62,895	1491,114	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	41,239	12	3,437	81,474	,000
Error	11,431	271	,042		
Total	87655,920	291			
Total corregida	420,612	290			

a. R cuadrado = ,973 (R cuadrado corregida = ,971)

La altura de las plántulas de café depende en gran parte de la variedad, aunque en condiciones de vivero no influye en primeros meses de su crecimiento, sin embargo, puede influir al aplicarse diferentes tratamientos para la germinación de las semillas, viéndose reflejadas a futuro en su crecimiento y desarrollo. Aguilar *et al.*, (2016) manifiestan en su investigación que efectivamente la altura de las plantas en las primeras semanas no se ve afectada en la etapa de vivero. En el Gráfico 9 se puede observar la altura de las plántulas evaluadas por 10 semanas a partir del trasplante a fundas: T1 con valores por debajo de los demás tratamientos, a excepción de V1 con 17,7 cm, donde efectivamente este cultivar aceptó positivamente el químico, considerando que en variables anteriores se vieron resultados semejantes; V2 con 16,8 cm; V3 con 16,3 cm; V4 con 16,7 cm y V5 con 14,8 cm, mientras que en el T2 se pueden observar valores parecidos al primer tratamiento: V1 con 17,1 cm; V2 con 17,3 cm; V3 con 16,8 cm; V4 con 17,3 cm y V5 con 15,7 cm, respectivamente. Para el T3 también se aprecian valores altos siendo el más representativo V4 con 19,6 cm, siendo este el cultivar que mejor altura y desarrollo se puede apreciar. Los demás cultivares V1 con 19,2 cm; V2 con 19,4 cm; V3 con 18,8 cm y V5 con 16,1 cm. Finalmente, en el

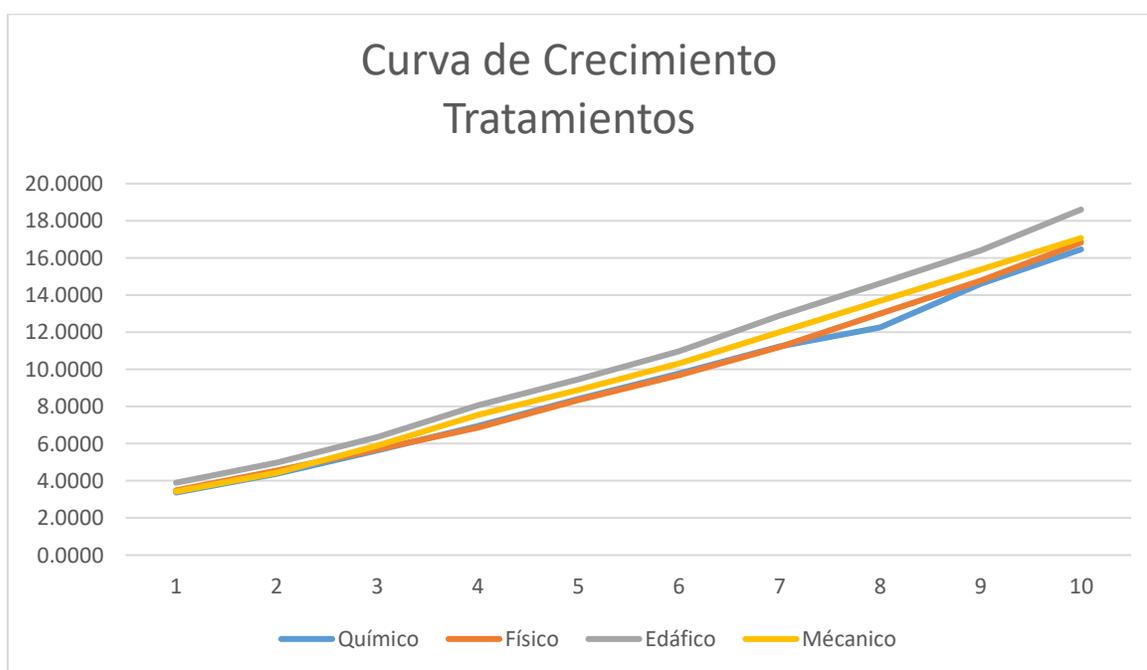
T4 demuestra que al haber sido el tratamiento que hizo germinar más rápido las semillas, no demuestra buen desarrollo en cuanto a la altura de las plántulas de cafeto: V1 con 17,1 cm; V2 con 17,8 cm; V3 con 17,2 cm; V4 con 17,8 cm y V5 con 15,7 cm, esta última variedad presentó plantas de menor altura. Finalmente se puede observar que la altura de las plantas no se ve afectada por el tamaño de la semilla, teniendo en cuenta que el cultivar Maragogipe es de tamaño grande, sin embargo, presentó menor tamaño en etapa de vivero.



**Gráfico 9.** Altura de las plantas

**Tabla 14.** Media de Altura de plantas

TRATAMIENTOS	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10
Químico	3.37	4.39	5.64	6.95	8.39	9.77	11.23	12.26	14.6	16.46
Físico	3.48	4.54	5.69	6.86	8.34	9.7	11.19	12.99	14.76	16.83
Edáfico	3.9	4.99	6.34	8.05	9.47	10.98	12.89	14.64	16.4	18.6
Mécanico	3.42	4.45	5.9	7.54	8.89	10.32	11.99	13.69	15.36	17.07
Total	3.54	4.59	5.89	7.35	8.77	10.19	11.82	13.39	15.28	17.24



**Gráfico 10.** Curva de crecimiento de las plantas al ser aplicado diferentes tratamientos.

#### 4.9 Número de hojas

En la prueba de efectos inter-sujetos para la variable Número de hojas, se puede observar en la Tabla 14 el nivel de significancia con un p-valor de 0,000 en ambos factores y así mismo en la intersección y se demuestra la existencia de diferencias significativas.

**Tabla 15.** Pruebas de efectos inter-sujetos para número de hojas.

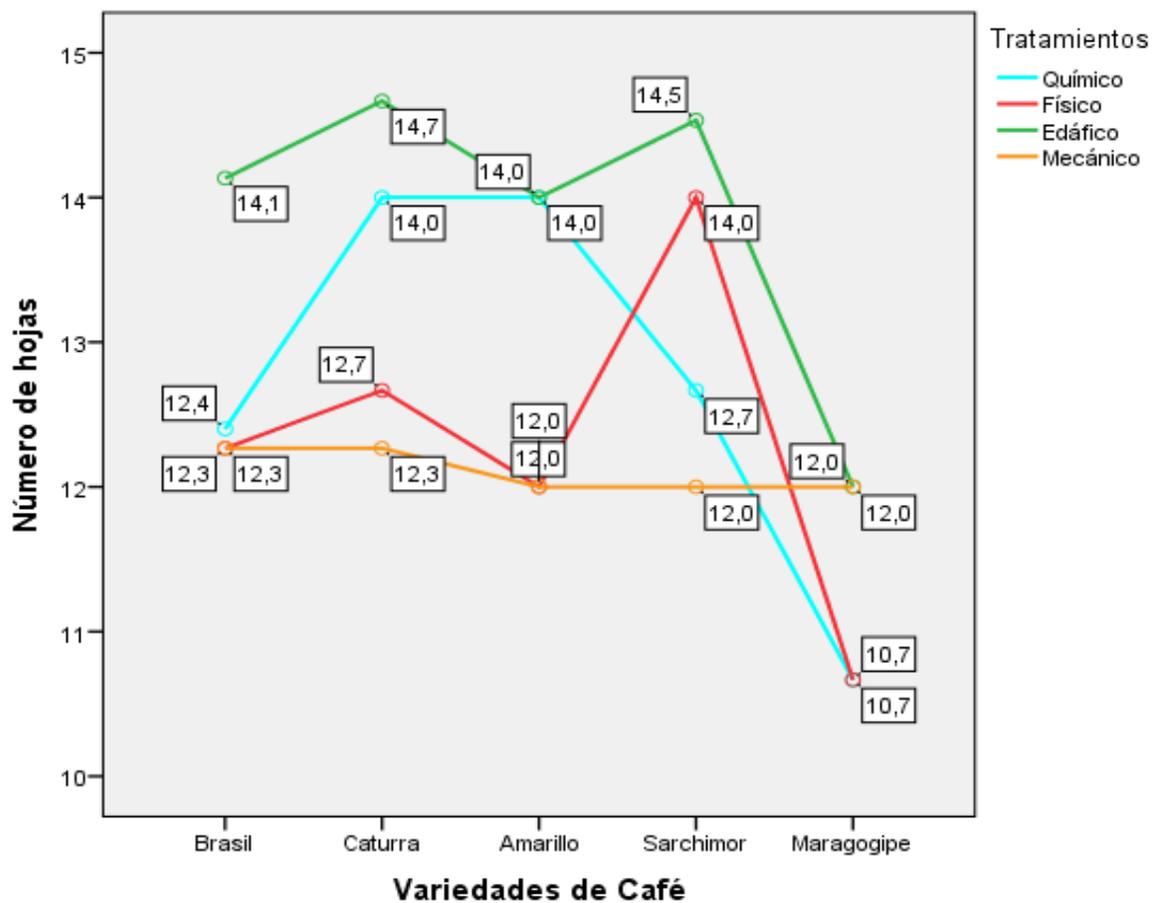
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	410,187 <sup>a</sup>	19	21,589	53,716	,000
Intersección	48845,280	1	48845,280	121534,4 64	,000
Factor Variedad	167,653	4	41,913	104,287	,000
Factor Tratamiento	138,400	3	46,133	114,787	,000
Factor Variedad * Factor Tratamiento	104,133	12	8,678	21,592	,000
Error	112,533	280	,402		
Total	49368,000	300			
Total corregida	522,720	299			

a. R cuadrado = ,785 (R cuadrado corregida = ,770)

En el Gráfico 11 se puede observar el número de hojas de cada uno de los cultivares y su interacción con los tratamientos, aplicando el T4 la V1 con 12,3 hojas y pese a ser el mejor tratamiento en germinación, su desarrollo de cuanto a hojas se ve por debajo de los demás tratamiento, el T2 se puede apreciar que tiene el mismo número de hojas que el T4, en el T3 con 12,4 hojas interactuando el químico mejor que los dos tratamientos anteriores, finalmente el T3 edáfico se puede apreciar 14,1 hojas, valor superior superior a los demás tratamientos empleados para el cultivar Brasil, esto debido al uso del biochar aplicado para le germinación de las semillas viéndose reflejado en el desarrollo y crecimientos de las hojas del cafeto, concordando con González *et al.*, (2020) donde menciona que incorporación de Biocarbón puede alterar el crecimiento y las características de la raíz y, por lo tanto, afectar favorablemente el crecimiento y desarrollo del follaje de las plantas.

Para la V2 el T4 al igual que en el cultivar anterior con un valor 12,3 ubicándose por debajo de los demás tratamientos empleados, el T2 con 12,7 hojas, en el T3 se puede apreciar 14 hojas

respondiendo excelente al químico y finalmente el T3 así como en el anterior cultivar muestra un valor más alto con 14,7 hojas. En la V3 el T2 y T4 se observan por debajo de los demás tratamientos con 12 hojas, sin embargo, en EL T1 y T3 coinciden con 14 hojas, por lo que ambos tratamientos se relacionan en este cultivar. Para la V4 el T4 sigue presentado menor número de hojas con 12, así como en los demás cultivares al ser aplicados este tratamiento, el T1 muestra un valor bajo con respecto a los demás cultivares con 12,7 hojas, el T2 se puede observar buen número de hojas para este cultivar con 14 hojas y finalmente el T3 con 14,5 hojas, siendo un valor muy semejante al cultivar dos al ser aplicado el mismo tratamiento. Por último, en el V5 se observar menor número de hojas en todos los tratamientos, el T1 y T2 con 10,7 hojas y el T3 y T4 con 12 hojas, siendo este cultivar el que presentó menor desarrollo en cuanto a número de hojas, teniendo en cuenta que este cultivar presentó menor desarrollo en variables anteriores como por ejemplo en la altura de las plantas, siendo un cultivar con un porcentaje muy bajo de adaptación en condiciones de vivero en esta investigación.



**Gráfico 11.** Número de hojas.

#### 4.10 Peso fresco de la planta

En la Tabla 15 se puede observar la prueba de efectos inter-sujetos para la variable peso fresco de la planta con un nivel de significancia de p-valor de 0,000 en el factor variedad, así como en el factor tratamiento y la intersección de ambos, demostrando la existencia de diferencias significativas.

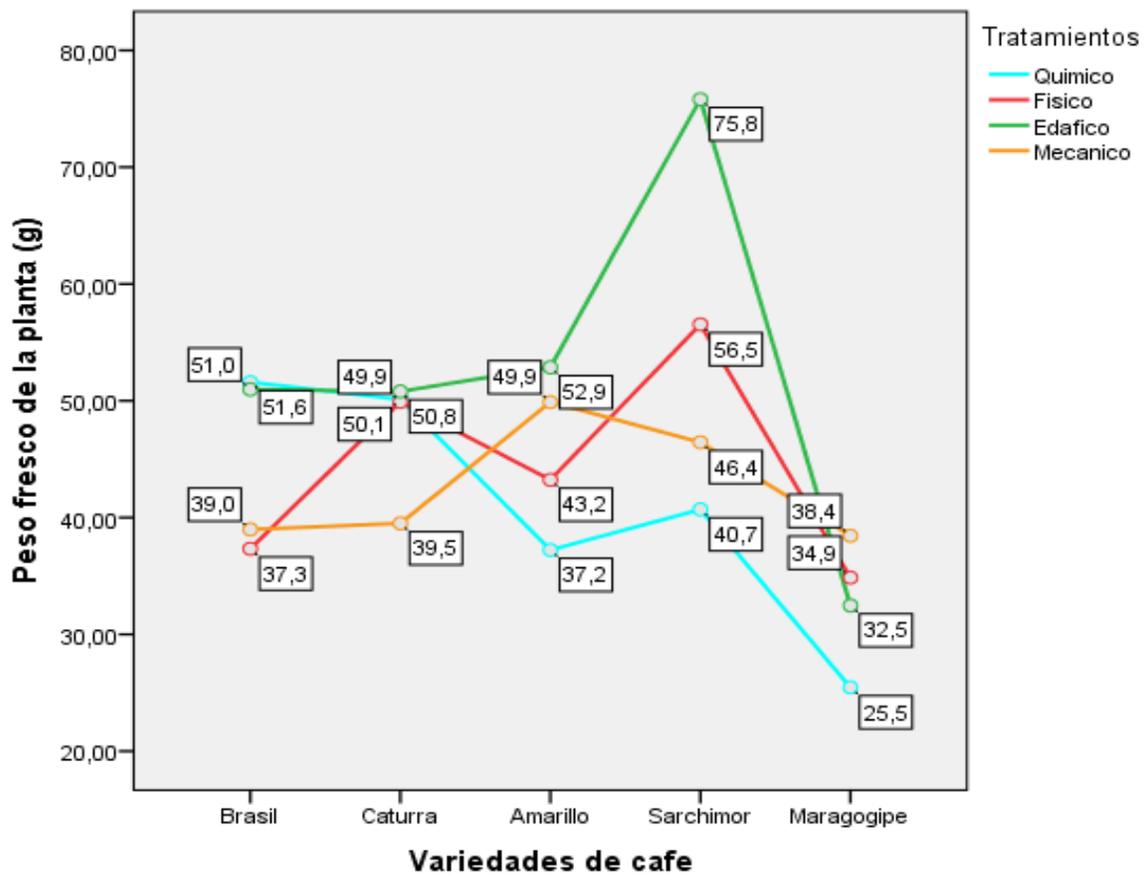
**Tabla 16.** Pruebas de efectos inter-sujetos para peso fresco de la planta.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	6675,149 <sup>a</sup>	19	351,324	288,752	,000
Intersección	122343,860	1	122343,860	100554,1 18	,000
Factor Variedad	3041,205	4	760,301	624,890	,000
Factor Tratamientos	1187,760	3	395,920	325,406	,000
Factor Variedad * Factor Tratamientos	2446,184	12	203,849	167,543	,000
Error	48,668	40	1,217		
Total	129067,677	60			
Total corregida	6723,817	59			

a. R cuadrado = ,993 (R cuadrado corregida = ,989)

En el Gráfico 12 se puede observar el peso fresco de las plántulas de los cinco cultivares de café sometidos a los cuatro tratamientos, en donde el T3 al ser aplicado se obtiene buen desarrollo de las plántulas sobre todo en la V4 en donde muestra un peso muy sobresaliente con 75,8 gramos, el V1, V2, V3 y V5 con 51, 50,8, 52,9 y 32,5 gramos respectivamente. El T2 también muestra buen peso fresco a excepción de la V1 con 37,3 g, V2 con 50,1 g, V3 con 43,2 g, V4 con 56,5 g y V5

con 34,9 g. Para el T4 se puede observar menor peso en los cultivares, sobresaliendo V3 con 52,9 g y V5 con 38,4 g, obteniendo este último el menor peso de esta variedad. En el T1 se aprecian valores por debajo de los demás tratamientos, sin embargo, la V1 y V2 presentan buen peso con 51,6 y 49,9 gramos respectivamente, V3 con 37,2 g, V4 con 40,7 g y V5 con 25,5 g, siendo este último el peso menor de todos lo cultivares. India Alarcón, (2016) señala que el crecimiento es diferente dependiendo de cada variedad, por ejemplo, Caturra crece 0.22; mientras que Típica 0.20 g/g/semana.



**Gráfico 12.** Peso fresco de la planta.

#### 4.11 Peso seco de la planta

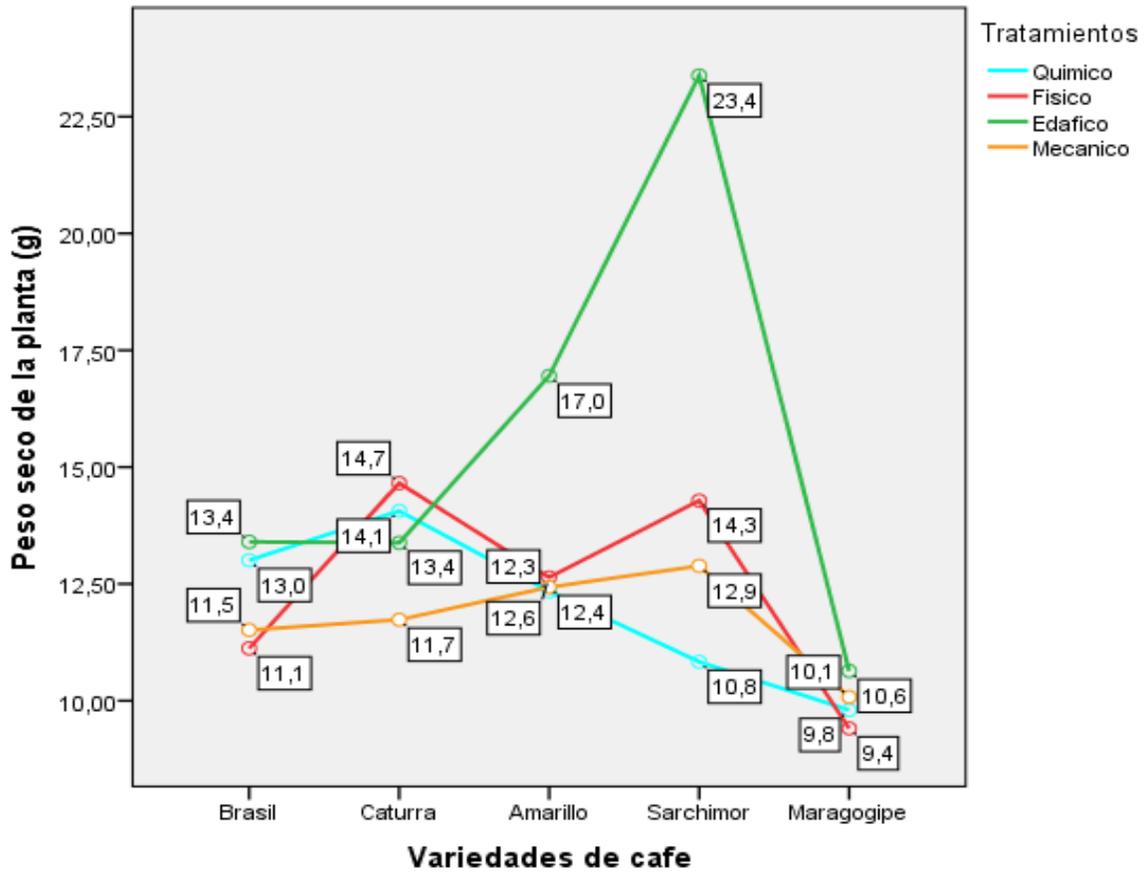
En la Tabla 16 se puede observar la prueba de efectos inter-sujetos para la variable peso seco de la planta en donde muestra un p-valor de 0,000 en el factor variedad, así como en el factor tratamiento y la intersección de ambos, demostrando la existencia de diferencias significativas.

**Tabla 17.** Pruebas de efectos inter-sujetos para peso seco de la planta.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	537,912 <sup>a</sup>	19	28,311	183,757	,000
Intersección	10026,698	1	10026,698	65079,553	,000
Factor Variedad	188,382	4	47,096	305,680	,000
Factor Tratamientos	141,227	3	47,076	305,552	,000
Factor Variedad * Factor Tratamientos	208,302	12	17,359	112,668	,000
Error	6,163	40	,154		
Total	10570,773	60			
Total corregida	544,075	59			

a. R cuadrado = ,989 (R cuadrado corregida = ,983)

El peso seco de las plantas se puede observar en el Gráfico 13, donde claramente existen diferencias significativas. El T1 con valores en promedio bajos a excepción del V2 con 14,1 g, seguidamente V1 con 13 g, V3, V4 y V5 con 12,4, 10,8, 9,8 g respectivamente. En el T2 se observan valores muy dispersos, siendo la V2 la que presenta el mayor peso con 14,7 g de los cinco cultivares aplicados con este tratamiento, V3 con 12,6 g y V4 con 14,3 g, sin embargo, la V1 y V5 presentan un peso bajo con 11,1 y 9,4 g. El T3 conjuntamente con V4 presentan un peso sobresaliente con 23,4 g, así mismo la V3 con 17 g, V1 y V2 con 13,4 g y V5 con 10,6 g. El T4 siendo valorizado como mejor en variables anteriores, presentan peso seco de las plantas bajo, V1 con 11,5 g, V2 con 11,7 g, V3 con 12,4 g, V4 con 12,9 g y V5 con 10,6 g respectivamente.



**Gráfico 13.** Peso seco de las plantas.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

- El tratamiento químico inhibió el desarrollo del embrión de las semillas y por ende el porcentaje de germinación de todos los cultivares fue bajo.
- El tratamiento físico presentó buen porcentaje de germinación, sin embargo, el desarrollo de las plantas en vivero fue lento.
- El tratamiento edáfico a pesar de no ser el que hizo germinar más rápido las semillas, presentó buen porcentaje de germinación y excelente desarrollo de las plántulas en todos los cultivares empleados.
- El tratamiento mecánico hizo germinar en menor días las semillas de cuatro cultivares empleados, sin embargo, no presentó buen desarrollo de las plantas.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Las semillas de café deben estar frescas y en buen estado, al hacer una buena selección de las semillas se asegura en parte un buen porcentaje de germinación.
- Aplicar el tratamiento edáfico a las camas germinadoras para el mejor desarrollo de las plantas en vivero.
- Realizar un buen sustrato también es un punto clave para la germinación de las semillas.
- El riego por micro-aspersión es un excelente sistema para implementarlo en camas germinadoras de café.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Jiménez, C. E., Alvarado Cruz, I., Martínez Aguilar, F. B., Galdámez Galdámez, J., Gutiérrez Martínez, A., & Morales Cabrera, J. A. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1), 11-20. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>
- Alfaro Vargas, V. (2015). *Efectos De La Altitud Sobre Las Características Físicas Y Organolépticas Del Café De La Zona De Los Santos*. 147. <http://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2016/02/tesis-veronica-alfaro.pdf>
- Anacafé. (2016). *Guía de Variedades de Café*.
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. F., & Hincapie, E. (2007). Sistema de Producción de café en Colombia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(978958981930 2), 1689-1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Artavia, R. A. (2018). *Evaluación de la tolerancia de cinco líneas de café derivadas del "Sarchimor T5296" contra el nematodo agallador Meloidogyne exigua (Göeldi 1887) en etapa de almácigo, en San Isidro de Alajuela*. Campus Omar Dengo, Heredia, Costa Rica.
- Astigarra, A. (2017). *¿Cómo afecta el clima en la producción del café?* 28 de abril. <http://amcce.org.mx/letras-de-cafe/post/como-afecta-el-clima-en-la-produccion-del-cafe>
- CEDRSSA. (2019). *Propuestas para reactivar la producción y comercialización de café en México 2019-2024*.
- CENICAFE. (2016). La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. *Programa de investigación científica*, 1-12.
- Cevallos, G. C., Choéz, J. P., & Ponce, R. P. (2018). Influencia de la fitohormona kinetina en el crecimiento de plántulas de *Coffea arábica* L. injertadas sobre patrón robusta en vivero. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(2), 134-145. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/327>
- Chiriboga Mite, M. J. (2019). *La producción de café en el Ecuador y su importancia en las exportaciones, período 2014-2017* [Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/40489>
- CICAFE. (2011). *Guía Técnica para el Cultivo del Café*. <https://doi.org/978-9977-55-041-4>
- Coa Urbaz, M., Mendez Natera, J. R., Silva Acuña, R., & Mundarain Padilla, S. (2014). Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. catuaí rojo. *REVISTA IDESIA*, 32(1), 43-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000100006>
- Córdova, M., Soto, F., & Morales, D. (2016). CRECIMIENTO DE POSTURAS DE CAFETO (*Coffea arabica* L.) CON CUATRO NIVELES DE SOMBRA EN DOS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE ECUADOR. *REVISTA INCA*, 37(1819-4087), 72-78. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4335.7681>

- Duicela, L. (2014). Guía Técnica para la Producción y Pos cosecha del Café Robusta. *COFENAC*, 8-10-12-13-19-20-23-24.
- Duicela, L., Farfán, D., & García, E. (2016). Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 244, 15-34.
- Duicela, L., Martínez, M., Loor, R., Anne, M., Guzmán, A., Rodríguez, C., & Chilan, W. (2018). GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL PARA REACTIVAR LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ ROBUSTA, ECUADOR. *REVISTA ESPAMCIENCIA*, 2(2), 1-20. [https://www.researchgate.net/publication/331330077\\_KNOWLEDGE\\_MANAGEMENT\\_AND\\_ORGANIZATIONAL\\_INNOVATION](https://www.researchgate.net/publication/331330077_KNOWLEDGE_MANAGEMENT_AND_ORGANIZATIONAL_INNOVATION)
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N., Alejo, A., & Reyes, L. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *Revista Indexada Bosques Latitud Cero*, 8(1)(2528-7818), 70-84.
- Encalada, M., Soto, F., Morales, D., & Álvarez, I. (2016). Influencia de la luz en algunas características fisiológicas del cafeto (*Coffea arabica* L. cv. Caturra) en condiciones de vivero. *Revista Cultivos Tropicales*, 37(4), 89-97. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10544.76801>
- Encalada, S. P. (2016). “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR DOS HECTÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ DE LAS VARIEDADES SARCHIMOR Y ACAWA EN EL CANTON PUYANGO, PROVINCIA DE LOJA. ”. UNIVERSIDAD.
- Enriquez, G. (2014). *Botánica y fisiología del cafeto*. In *Manual del cultivo del café*. Ed. cofenac. 189.
- Federacion Nacional de Cafeteros. (2014). *Comportamiento de la industria cafetera*. 1-64. [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe\\_Industria\\_2017.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf)
- Figueroa, E., Pérez, F., & Godínez, L. (2015). La producción y el consumo del café. En *ECORFAN*.
- Fischersworing, B., & Robkamp, R. (2001). *Guía para la Caficultura Ecológica*. GTZ.
- Flores, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 4(7), 174-194. <https://doi.org/10.31644/imasd.7.2015.a07>
- Gaitán, Á., Villegas, C., Rivillas, C., Hincapié, É., & Arcila, J. (2011). ALMÁCIGOS DE CAFÉ: Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. *Cenicafé*, 404(0120-0178), 2. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/350/1/avt0404.pdf>
- Gómez, G. (2010). CULTIVO Y BENEFICIO DEL CAFÉ. *Revista de Geografía Agrícola*, 45(0186-4394), 103-193.
- González, I., Rodríguez, M., Delgado, B., & Schmidt, H. (2020). Biochar y su contribución a la nutrición , crecimiento y defensa de las plantas. *REVISTA DE PROTECCIÓN VEGETAL*, 35(2), 1-17.
- Gotteland, M., & Saturnino, de P. V. (2007). *SOME TRUES CONCERNING COFFEE*. 34(2)(0717-7518), 105-115. <https://doi.org/0717-7518>

- Guevara, E., Herrera, J., & Ramiro, A. (1997). EFECTO DEL SUSTRATO Y SU CONDICION HIDRICA SOBRE GERMINACION DE SEMILLA DE CAFE CATURRA. *Agronomía Costarricense*, 21(2), 207-216.
- India Alarcón, E. G. (2016). *COMPORTAMIENTO EN VIVERO DE NUEVE VARIEDADES DE CAFÉ INJERTADAS SOBRE Coffea canephora EN SAN RAMÓN (CHANCHAMAYO)*. 100.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2019). *Superficie y Producción - Histórico*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>
- Jimenez, A., & Massa, P. (2016). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Revista Economía*, 0(40), 117-137.
- Jiménez, H. (2018). Generalidades del cultivo del café. *Componente de República Dominicana del Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café*, 1-24.
- MAGAP. (2014). *Cambio Climático y su Influencia en la Agricultura de la Zona*.
- Monroig, M. (2010). *Morfología Del Cafeto*. 4. [http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia\\_cafeto2.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf)
- Monroig, M. (2018). Manual para la proagación del Cafeto. En *Universidad de Puerto Rico*. [http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual\\_propag\\_cafe\\_2.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf)
- Nestle. (2018). *¿Cuál es la historia del origen del café?* <https://www.nestleprofessional.es/area-profesionales/noticias/cual-es-la-historia-del-origen-del-cafe.html>
- OIRSA. (2005). *Buenas prácticas de cultivo en café orgánico (para productores)*. <https://basesdedatos.utmachala.edu.ec:2201/es/lc/utmachala/titulos/35146?prev=bf>
- Ormeño, M. A., García, R., Garnica, J. C., & Ovalle, A. (2017). *Manejo agroecológico del cultivo de café*. [http://www.ghbook.ir/index.php?name=مجموعه مقالات دومین هم اندیشی سراسری رسانه‌ و تلویزیون و option=com\\_dbook&task=readonline&book\\_id=13629&page=108&chckhashk=03C706812F&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component](http://www.ghbook.ir/index.php?name=مجموعه مقالات دومین هم اندیشی سراسری رسانه‌ و تلویزیون و option=com_dbook&task=readonline&book_id=13629&page=108&chckhashk=03C706812F&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component)
- Ponce Vaca, L. A., Orellana Suarez, K. D., Acuña Velásquez, I. R., Alfonso Alemán, J. L., & Fuentes Figueroa, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 6(1), 307-325.
- Ramos Giraldo, P. J., Sanz Uribe, J. R., & Oliveros Tascón, C. E. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en tiempo real, a través de la medición de color. *Cenicafé*, 61(4), 315-326.
- Rojo Jiménez, E., & Pérez Urria, E. (2014). Café I (G. Coffea). *REDUCA Biología. Serie Botánica.*, 7(2), 113-132.
- Saldívar, P. (2018). EL CULTIVO DEL CAFÉ, Coffea arabica Linn y Coffea canephora Pierre ex Froehner. En *Reforma (Mexico D.F., Mexico)*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/13776>
- Sotomayor, I. (1993). *MANUAL DEL CULTIVO DEL CAFE*. Estación Experimental Tropical Pichilingue.

- Tames, M. (2016). Aplicación del producto biológico FitoMas-E en *Coffea arabica* L., en fase de vivero. *Revista Hombre, Ciencia y Tecnología*, 20(4), 61-70.
- Valverde Lucio, Y., Moreno Quinto, J., Quijije Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Gabriel-Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café ( *Coffea arábica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110100018>
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, Vol. 2 núm(2588-073X, 2018, pp. 72-91). [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.24-44](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.24-44)
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Revista Cumbres*, 1, 28-34.
- Wither, J. (2019). *ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DEL CAFÉ Y SU POTENCIAL USO EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO FRENTE A LA ROYA AMARILLA*. La Molina - Perú.

## 8. ANEXOS



**Anexo 1.** *Limpieza del área experimental.*



**Anexo 2.** *Instalación de riego por micro aspersión.*



**Anexo 3.** *Desinfección de las camas germinadoras.*



**Anexo 4.** *Selección de semillas.*



**Anexo 5.** *Siembra*



**Anexo 6.** *Preparación de sustrato para el llenado de fundas.*



**Anexo 7.** Inicio de trasplante.



**Anexo 8.** Plantas en condiciones no aptas para ser trasplantadas a fundas.



**Anexo 9.** *Chapola cultivar Amarillo con presencia de raíz “doble pata”.*



**Anexo 10.** *Trasplante a fundas de polietileno.*



**Anexo 11.** *Trasplante Culminado.*



**Anexo 12.** *Plántula con presencia de cochinilla.*



**Anexo 13.** *Desarrollo y crecimiento de las plántulas de café.*



**Anexo 14.** *Presencia de buen sistema radicular en tratamiento edáfico.*



**Anexo 15.** *Plántula sacrificada para toma de datos de peso fresco y seco.*



**Anexo 16.** *Plantas de cafeto listas para ser llevadas a campo.*



**Anexo 17.** *Plantas de café establecidas en Granja “Santa Inés” en asociación con plantas de banano.*



**Anexo 18.** *Desarrollo de las plantas establecidas en campo.*