



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**ACELERACIÓN DEL PERIODO DE GERMINACIÓN Y
CRECIMIENTO DE CAFÉ (*Coffea arábica* L.), DE LAS
VARIEDADES CATURRA Y BOURBON, PUTINA PUNCO 2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ALVARO ZEGARRA ROMAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Hortencia Roman Quispe y Pedro Legarra Quispe, por ser ejemplo de fortaleza, valentía y por el apoyo incondicional brindado durante toda mi formación profesional.

A mi hermana Margoth por ser siempre sincera y por el apoyo brindado durante toda mi formación profesional.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por haberme formado profesionalmente.

Al D.Sc. Alfredo Palao Iturregui por el asesoramiento, apoyo, orientación y por compartir sus conocimientos tan valiosos y esenciales en mi formación profesional.

Al M.Sc. Rosario Isabel Bravo Portocarrero, Ph.D. Fredy Grimaldo Calizaya Llatasi, M.Sc. y Abdon Charaja Villalta, por la disponibilidad de tiempo para poder lograr la realización de esta tesis.

A mis padres, Hortencia Roman Quispe y Pedro Zegarra Quispe por el apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Al Ing. Vilk Modesto Checalla Mamani, por el asesoramiento y apoyo incondicional en la parte de estadística.

A mis Primos yony, Raul Sanchez Zegarra, Lucas Collanque Zegarra, por el constante apoyo durante la ejecución de mi proyecto investigación

Alvaro Zegarra Roman



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. MARCO TEÓRICO	18
2.1.1. Generalidades de cultivo del café	18
2.1.2. Ubicación taxonómica.....	20
2.1.3. Características morfológicas del café	20
2.1.4. Variedades de café	23
2.1.5. Cultivo del café en condiciones de vivero	24
2.1.6. Diseño y construcción del vivero.....	25
2.1.7. Construcción y siembra en el Germinador.....	26
2.1.8. Construcción del semillero.....	27



2.1.9. Criterios de selección de la planta madre para semilla	28
2.1.10. Selección de la semilla.....	28
2.1.11. Recipientes	32
2.1.12. Tipos de germinación.....	34
2.1.13. Manejo de viveros.....	34
2.1.14. Ecofisiología del café.....	39
2.1.15. Elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo de café	42
2.1.16. Tratamientos pre germinativos.....	43
2.1.17. Ácido giberélico.....	44
2.1.18. Microorganismos eficaces (EM).....	46
2.1.19. Aplicaciones de los EM (Microorganismos eficaces).....	49
2.1.20. La Activación del EM.....	51
2.1.21. Principales Microorganismos en el EM.....	52
2.1.22. Investigaciones de aplicaciones con EM	54
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	56
2.2.1. Activación de los EM.....	56
2.2.2. Almacigo.....	56
2.2.3. Capacidad germinativa.....	56
2.2.4. Germinación.....	56
2.2.5. EM de aplicación foliar.....	57
2.2.6. Microorganismos eficaces.....	57
2.2.7. Semilla	57
2.2.8. Reproducción por semilla	57
2.2.9. Variedad.....	57



2.2.10. Viabilidad de semillas 58

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 59

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL..... 60

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 60

 3.3.1. Diseño experimental 60

 3.3.2. Variables de respuesta..... 61

3.4. MATERIALES Y EQUIPOS..... 61

 3.4.1. Materiales..... 61

 3.4.2. Equipos..... 62

3.5. METODOLOGÍA 63

 3.5.1. Metodología para la instalación del germinador..... 63

 3.5.2. Metodología para la instalación del vivero. 63

 3.5.3. Identificar la eficiencia a través de la técnica de remojo en agua en la
 aceleración del periodo de germinación de café (*Coffea arábica* L.)... 64

 3.5.4. Evaluar la eficiencia de microorganismos eficaces en la aceleración del
 periodo de germinación de café (*Coffea arábica* L.)..... 65

 3.5.5. Evaluación de la eficiencia de microorganismos eficaces en el crecimiento
 de café (*Coffea arábica* L.) 67

 3.5.6. Evaluar la eficiencia del ácido giberélico en la aceleración del periodo de
 germinación de café (*Coffea arábica* L.)..... 67

 3.5.7. Evaluación de la eficiencia del Ácido giberelico en el crecimiento de café
 (*Coffea arábica* L.). 68

3.6. Observaciones meteorológicas 68



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DEL REMOJO, ÁCIDO GIBERÉLICO Y MICROORGANISMOS EFICACES EN LA ACELERACIÓN DEL PERIODO DE GERMINACIÓN DE CAFÉ (<i>COFFEA ARÁBICA</i> L.) Y PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.	70
4.1.1. Tiempo de inicio de germinación de semillas de café	70
4.1.2. Porcentaje de germinación de semillas de café.....	75
4.2. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DEL REMOJO, ÁCIDO GIBERÉLICO Y MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CRECIMIENTO DE ALTURA DE PLANTA, NUMERO DE HOJAS Y TAMAÑO DE RAÍZ.....	80
4.2.1. Evaluación a los 50 días.....	80
4.2.2. Evaluación a los 140 días.....	81
4.2.3. Análisis de rentabilidad.....	93
V CONCLUSIONES.....	95
VI RECOMENDACIONES	96
VII REFERENCIAS.....	97
VIII ANEXOS	112

Área: Ciencias Agrícolas

Línea: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de noviembre 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de la semilla Fuente: (Forero, 2009).....	28
Figura 2. Ubicación donde se realizó el trabajo de investigación.....	59
Figura 3. Activación de EM.....	65
Figura 4. Almacigado de semillas de café	66
Figura 5. Datos de temperatura media y precipitación durante la ejecución del proyecto	69
Figura 6. Datos de la temperatura y precipitación pluvial Durante la ejecución del proyecto	69
Figura 7. Inicio de germinación (días) por tratamientos pre-germinativos.....	73
Figura 8. Inicio de germinación de semillas de café por efecto de las variedades y tratamientos pre-germinativos	74
Figura 9. Porcentaje de germinación por variedades de café.....	76
Figura 10. Porcentaje de germinación por tratamientos pre-germinativos.	77
Figura 11. Porcentaje de germinación por variedades de café y tratamientos pre-germinativos.	79
Figura 12. Tamaño de plantas de café por variedades de café con tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación.	87
Figura 13. Tamaño de raíz de plantas de café por variedades de café a los 140 días de evaluación.....	89
Figura 14. Tamaño de raíz de plantas de café por tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación.....	90
Figura 15. Tamaño de raíz en plantas de café por variedades de café con tratamientos pre-germinativos a los 50 días de evaluación.....	91



Figura 16.	Número de hojas en plantas de café por tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación.....	92
Figura 18.	Ubicación y limpieza del lugar	119
Figura 19.	Armado del germinador, tinglado y desinfección del piso.....	119
Figura 20.	Llenado de la arena de río en el germinador	119
Figura 21.	Medición del porcentaje de humedad y pesado de la semilla de café.	120
Figura 22.	Inoculación de EM y ácido giberélico.....	121
Figura 23.	Almacigado de las semillas de café.....	121
Figura 24.	Riego de plántulas de café.....	122
Figura 25.	Preparación de sustrato.....	122
Figura 26.	Proceso de embolsado.	123
Figura 27.	Repique de plántulas de café	123
Figura 28.	Preparación de ácido giberélico, EM y aplicación.	124
Figura 29.	Evaluación de plántulas de café.....	124



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de ANVA para tiempo de inicio y porcentaje germinación de semillas de café.....	71
Tabla 2. Prueba de Tukey para variedades de café (V) respecto al inicio y porcentaje de germinación de semillas de café	72
Tabla 3. Prueba de Tukey para tratamientos pre-germinativos dentro de cada variedad sobre el inicio de germinación de semillas de café.....	74
Tabla 4. Resultados del análisis de varianza para tamaño de plantas y longitud de raíz de café a los 50 días de evaluación.....	80
Tabla 5. ANVA para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación.	82
Tabla 6. Prueba de Tukey para variedades de café (V) sobre el tamaño de plantas de las plantas de café a los 140 días de evaluación.....	83
Tabla 7. Interacción variedades (V) x Tratamientos Pre-germinativos (T) para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación.....	85
Tabla 8. Prueba de Tukey para la interacción variedades (V) x Tratamientos Pre-germinativos (T) para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación	86
Tabla 9. Resumen del análisis económico en la producción de plantas de café según tratamiento Pre-germinativo.....	94
Tabla 10. Datos de inicio de germinación de semillas de café en días.....	112
Tabla 11. Análisis de la varianza para el Tiempo de prendimiento.....	115
Tabla 12. Análisis de la varianza para el Porcentaje de germinación	115
Tabla 13. Análisis de la varianza para el Tallo inicial.....	115
Tabla 14. Análisis de la varianza para Raíz inicial.....	116



Tabla 15.	Análisis de la varianza para Raíz final	116
Tabla 16.	Análisis de la varianza para Tallo final	116
Tabla 17.	Análisis de la varianza para número de hojas/planta.....	117
Tabla 18.	Análisis de la varianza de Efectos simples para tiempo germinación....	117
Tabla 19.	Análisis de la varianza de Efectos simples para tallo final.....	118
Tabla 20.	Datos de temperatura (Max y Min), Humedad relativa y Precipitación pluvial, mes de mayo -2020.....	118
Tabla 21.	Tratamientos pre-germinativos en estudio.	125



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANVA	: Análisis de varianza
A.G.	: Ácido giberélico
C.M.	: Cuadrados medios
DBCA	: Diseño Bloque Completamente al Azar
E.M.	: Microorganismos eficaces
F.V.	: Fuente de variación
Fc.	: F calculada
G.L.	: Grados de libertad
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
R.A.	: Remojo en agua
S.C.	: Suma de cuadrados
T1	: Testigo
T2	: Remojo en agua a 24 hr
T3	: Remojo en agua a 48 hr
T4	: EM al 5% a 24 hr
T5	: EM al 5% a 48 hr
T6	: EM al 10% a 24 hr
T7	: EM al 10% a 48 hr
T8	: ácido giberélico 100 ml a 24 hr
T9	: ácido giberélico 100 ml a 48 hr
T10	: ácido giberélico 200 ml a 24 hr
T11	: ácido giberélico 200 ml a 48 hr
cm	: centímetros
msnm	: metros sobre el nivel del mar
*	: Significativo
**	: Altamente significativo



RESUMEN

El sistema actual de producción de plántones de café (*Coffea arabica* L.), genera retraso en la germinación y vigor de las plántulas; por ello se plantea la presente investigación con los objetivos de Analizar la eficiencia de la técnica del remojo, ácido giberélico y microorganismos eficaces en la aceleración del periodo y porcentaje de germinación, crecimiento de las plantas, número de hojas y tamaño de raíz de café (*Coffea arabica* L.), usando semillas de las variedades Bourbon y Caturra. La investigación se ejecutó en el Distrito de San Pedro de Putina Punco entre los meses de mayo a septiembre del año 2020, en el vivero central del proyecto Cafés Especiales, planificando 11 tratamientos pre-germinativos y un testigo, en un diseño Bloque completo al azar con arreglo factorial de 2x11 en 3 bloques. Los resultados fueron: La aplicación de ácido giberélico 100 ml y EM al 10% ambos durante 48 hrs de remojo aceleran la germinación en 7 días frente al testigo. La aplicación de ácido giberélico 100 ml y EM al 10% con 48 horas de remojo logran los mejores crecimientos de los plántones con una diferencia promedio 2.81 cm en la variedad caturra y 6.61 cm en la variedad bourbon frente al testigo. Respecto a la formación de hojas los tratamientos intensifican la formación de hojas, teniendo la misma tendencia para ambas variedades y tratamientos.

Palabras clave: *Coffea arabica* L., ácido giberélico, germinación, microorganismos eficaces, remojo de semilla.



ABSTRACT

The current production system of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.), generates delay in the germination and vigor of the seedlings; For this reason, the present investigation is proposed with the objectives of Analyzing the efficiency of the soaking technique, gibberellic acid and effective microorganisms in accelerating the period and percentage of germination, plant growth, number of leaves and size of coffee root (*Coffea arabica* L.), using seeds of the Bourbon and Caturra varieties. The research was carried out in the District of San Pedro de Putina Punco between the months of May to September 2020, in the central nursery of the Cafés Especiales project, planning 11 pre-germination treatments and one control, in a randomized complete Block design. with 2x11 factorial arrangement in 3 blocks. The results were: The application of 100 ml gibberellic acid and 10% EM both during 48 hrs of soaking accelerate germination in 7 days compared to the control. The application of 100 ml gibberellic acid and 10% EM with 48 hours of soaking achieved the best growth of the seedlings with an average difference of 2.81 cm in the caturra variety and 6.61 cm in the bourbon variety compared to the control. Regarding the formation of leaves, the treatments intensify the formation of leaves, having the same tendency for both varieties and treatments.

Key words: *Coffea arabica* L., gibberellic acid, germination, efficient microorganisms, seed soaking.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción de un cultivo de café (*Coffea arabica* L.), es controlada entre el potencial de la planta y el ambiente en que éstas crecen. Variaciones en el genotipo y el ambiente, actúan a través de los procesos fisiológicos y el ambiente. Entonces, los procesos fisiológicos de la planta constituyen la maquinaria por medio de la cual tanto el potencial genético como el ambiente, interactúan para producir la cantidad y calidad de crecimiento que se denomina “producción” (Arcila *et al.*, 2007).

La producción de café implica desarrollar procesos de cuidado, los mismos que pueden resultar complejos, debido a la lentitud de pre-germinación, germinación, crecimiento, sostenimiento del crecimiento. Frente a esta realidad, existen variadas alternativas que permiten acelerar la germinación de las semillas y los procesos de producción de café.

Por otro lado, durante la primera (germinación y establecimiento) y segunda etapa (crecimiento vegetativo inicial), se desarrolla la iniciación celular y el crecimiento vegetativo; en consecuencia, la semilla tiene niveles hormonales crecientes en cuanto a citoquinina, auxina y ácido giberélico, muchas veces existen desequilibrios en la germinación debido a las limitaciones de los ciclos hormonales reduciendo a la postre, la producción de café. La administración del ácido giberélico con el objeto de acelerar el crecimiento y la elongación celular. Este ácido estimula a las células de las semillas germinantes a producir moléculas de ARN mensajero (ARNm) que codifican las enzimas hidrolíticas (González, 2016).

Dadeghian (2008), por su lado, indica que la etapa de germinación tiene una duración aproximada de dos meses, y para su desarrollo óptimo, las semillas deben ser



sembradas en arena, requieren condiciones adecuadas de humedad, oscuridad y temperatura, además del manejo fitosanitario. De la misma manera puede optarse por la administración de microorganismos eficaces.

De todo lo señalado, se observan alternativas que no han sido estudiadas ni tratadas en investigaciones pertenecientes a la región puno, por lo que se hace necesario realizar una intervención experimental considerando las alternativas expuestas, de manera individual y conjunta, para determinar el mejor modo de acelerar la germinación, y por ende, la producción eficaz de café (*Coffea arábica* L.).

El presente estudio se origina debido a los bajos resultados en la instalación del cultivo de café en el distrito de Putina Punco, provincia de Sandia. Actualmente el sistema de producción de plántones no es acorde a las necesidades inmediatas del productor para la obtención de plántones, esto genera un problema en la instalación de café.

Esta investigación puede contribuir a la solución del problema en la reducción del tiempo de germinación de semillas de café y crecimiento acelerado de plántones de café en vivero. La investigación presenta relevancia social, debido a que beneficiará a los proyectos que trabajan con los caficultores, acortando el tiempo en la producción de plántones, optimizando el cumplimiento de metas de proyectos y caficultores.

Por otro lado, la investigación es importante debido a la realidad problemática de la ausencia de estudios en la Región Puno, en lo que concierne al tratamiento experimental de aceleración de la germinación de semilla de café en las variedades Caturra y Bourbon.

La investigación es viable porque su ejecución está al alcance del tiempo y conocimiento del investigador y las circunstancias del trabajo de campo. Asimismo, la investigación es muy importante porque se ha establecido un trabajo original y vigente



porque es una problemática de la realidad expuesta, perteneciente a la Región Puno, sobre todo en la Provincia de Sandía, en el distrito de San Pedro de Putina Punco.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la aceleración del periodo de germinación y crecimiento de café (*Coffea arábica* L.), de las variedades de Caturra y Bourbon, Puno, 2020.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficiencia de la técnica del remojo, ácido giberélico y microorganismos eficaces en la aceleración del periodo de germinación de café (*Coffea arábica* L.) y porcentaje de germinación.
- Determinar la eficiencia de la técnica del remojo, ácido giberélico y microorganismos eficaces en el crecimiento de la planta, número de hojas y tamaño de raíz de café (*Coffea arábica* L.).



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Generalidades de cultivo del café

2.1.1.1. El cultivo del café en el mundo

La (FAO, 2004), dio a conocer que América Latina y el Caribe seguirán siendo las regiones productoras de café en el mundo, donde Brasil es el primer productor mundial, destacando el Estado de São Paulo, donde se asienta el primer puerto cafetero del mundo, seguido por Colombia y Vietnam como productor más importante de robusta.

COFENAC (2012), indica que, la región Sur América, posee la mayor producción de café, siguiéndole Asia y Oceanía y en un tercer nivel con valores aproximados África, México y América Central. Para la cosecha cafetalera durante los años 2009- 2010, la producción de Sur América fue de 62,803 millones de sacos de café (60 kg), mientras que para la cosecha 2010- 2011 fue de 59,030 millones de sacos. La producción mundial de café por tipo para el período 2010-2011 fue la siguiente: los cafés suaves colombianos 9,730 millones de sacos de 60 kilos, los otros suaves, entre los que se cuenta el café arábigo ecuatoriano 30,491 millones de sacos; los cafés naturales brasileños 43,404 millones de sacos y los cafés robustas 48,780 millones de sacos.

Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Italia, España, Reino Unido, Holanda, Suiza, Finlandia. Los países de menos importancia encontramos; Rusia, Polonia, Argelia, Korea, Ucrania, Australia, Rumania, Turquía, Israel, Sudáfrica y Serbia, son los países más importantes en el consumo de café (COFENAC, 2012).



2.1.1.2. El cultivo del café en el Perú

En los últimos años, en nuestro país, el café (*Coffea arabica*) se ha convertido en el primer producto agrícola de exportación, en el 2011 se tuvo un valor FOB que superó los US 1,500 millones y para el 2015 se espera cerrar las ventas al exterior con US 750 millones. La variedad Caturra la más comercializada en nuestro país. Sin embargo, en nuestras tierras se cultivan además otras variedades como la Típica, Bourbon, Pache y Catimor. Además, el café, tiene una gran importancia social ya que su cultivo sirve de sustento a 223 mil familias de pequeños productores, distribuidas en 338 distritos rurales, 68 provincias y 17 regiones, generando más de 54 millones de jornales directos y 5 millones de jornales indirectos en la cadena productiva (Benites, 2015).

En el Perú, el café es uno de los principales productos agrícolas de exportación, generando aproximadamente el 30% de las divisas del sector agropecuario. El 95 % de la producción nacional cafetalera es destinado a los mercados externos. El café se cultiva en los valles interandinos de la selva alta, donde predominan los cultivares arábigos (Típica 70%, Caturra 20% y otras como Borbón y Pache 10%). El 90% de las plantas de café se cultivan bajo sombra, 75% de la producción se concentra por encima de los 1200 msnm, con un rendimiento promedio de 14 qq/ha (Márquez *et al*, 2014).

Las exportaciones de café en el 2019 alcanzaron 232 346.99 t valorizadas en 232 346.99 miles de US\$ mientras que en el 2020 se exportó 213 214.75 toneladas valorizado 639 889.79 miles de US\$, respecto a la cantidad exportada se reporta un caída del 8.23 %, en el 2020 los precios del café se elevaron pese a la cantidad exportada se reporta un incremento de 0.68 % en el precio (MIDAGRI, 2021).



2.1.2. Ubicación taxonómica

Coelho (2008), cita a Berthaud y Charrier, 1988; quienes indican que la planta de café es una especie que pertenece a la familia Rubiaceae, la cual abarca más de 10,000 especies agrupadas en 630 géneros.

Según Varese y Rojas (2012), las especies comercialmente más importantes pertenecientes al género *Coffea*, son *Coffea arabica* Linneo (conocida como Arabica o Arábica) y *Coffea canephora* Pierre Ex ó Froehner (conocida como robusta). Echevarría (2012), señala que el café, pertenece a la tribu *Coffeae*, subtribu *Coffeinae*, género *Coffea*.

El café es una planta arbustiva perenne que se da en el trópico del planeta, la taxonomía del cafeto puede considerarse de la siguiente manera (Alvarado y Rojas 2007).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiáceas
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>Arábica</i>
Nombre Científico:	<i>C. arabica</i> L.

2.1.3. Características morfológicas del café

La planta del café arábico se forma normalmente de un solo eje o tallo central en cuyo extremo presenta una parte meristemática en continuo crecimiento, lo que origina la formación de nudos y entrenudos. En los primeros ocho o diez nudos de una planta joven solo se forman hojas, a partir de ahí se forman ramas laterales o bandolas. El alargamiento del tallo y ramas de forma continua, sumados al crecimiento vertical,



da a la planta un aspecto cónico (Unión Nicaraguense de Cafetaleros (UNICAFE, 1996).

La producción exitosa del café está fuertemente condicionada por factores ambientales, entre los cuales cabe destacar la temperatura, precipitación, radiación solar, viento y suelos. Considerando lo anterior tanto los excesos como los faltantes de un factor o elementos ambientales pueden tornarse limitantes para el cultivo (ANACAFE, 1998).

2.1.3.1. Raíz

Las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz es el órgano por medio del cual la planta se ancla al suelo, absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su crecimiento, en ella se acumulan sustancias que van alimentar a las hojas, flores y los frutos (Duran, 2010).

El sistema radicular del cafeto está formado por una raíz principal llamada pivotante, las raíces axiales o de sostén, raíces laterales y raíces absorbentes o raicillas; la raíz pivotante profundiza un máximo de 50 cm a 60 cm y juntamente con las raíces axiales realiza la función de sostén de la planta. Las raicillas se encargan de la absorción del agua y los nutrientes (ANACAFE, 1998).

La mayor cantidad de raíces del cafeto, se encuentran cerca de la superficie del suelo en los primeros 10 cm de profundidad, y se extiende entre 1 y 1,5 m desde el tronco. En los primeros 30 cm de profundidad se encuentra el 86 % de las raíces absorbentes y un 89,9 % de las raíces totales del cafeto. Esto significa que la planta necesita buena disponibilidad de agua y nutrimentos a esta profundidad del suelo, por lo que se explica, además, la efectividad de la fertilización al voleo (Arcila *et al.*, 2007).



2.1.3.2. Tallo

El crecimiento de la parte aérea del cafeto se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y de las yemas apicales en las ramas. El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico) y en el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico) (Arcila *et al.*, 2007). El tallo es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima y el tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2 y 5 m de altura. (Alvarado y Rojas, 2007).

2.1.3.3. Hojas

Las hojas son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta y éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración (Arcila *et al.*, 2007).

- Fotosíntesis es el proceso fisiológico que permite la elaboración de toda la materia hidrocarbonada necesaria para la planta.
- La respiración es la función fisiológica en la cual la planta utiliza parte de los hidratos de carbono fotosintetizado para obtener la energía necesaria para los procesos de crecimiento y desarrollo.
- La transpiración es la función mediante la cual la planta elimina por los estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical y es un mecanismo de refrigeración de la planta (Arcila *et al.*, 2007).



2.1.3.4. Flores

Las flores son los órganos destinados a reproducir las plantas, las flores dan origen a los frutos, sin flores no hay cosecha. Las flores del cafeto aparecen en los nudos de las ramas, hacia la base de las hojas, en grupos de cuatro o más, sobre un tallo muy corto llamado glomérulo, en la base de cada hoja hay de tres a cinco glomérulos; el proceso de formación de las flores del café puede durar de cuatro a cinco meses (Arias, 2012).

El café arábico es una planta autógama, es decir cuando la flor se abre, parte el polen ya se ha liberado internamente habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación, mientras que las demás requieren la presencia de insectos o la ayuda del viento para la fecundación (Cuba, 2010).

2.1.3.5. Frutos

El fruto del café tiene la apariencia de una cereza pequeña o “drupa”, cuando nace es de un color verde, que cambia luego a amarillo hasta tomar un color rojo lo que significa que ha alcanzado su plena madurez. (COFENAC, 2012).

El fruto está formado por una piel llamada exocarpio, esta recubre la pulpa o mesocarpio, el cual posee una sustancia gelatinosa azucarada que recibe el nombre de mucílago, esta encierra las dos semillas recubiertas por el endocarpio o mejor conocido como pergamino (Alvarado y Rojas, 2007).

2.1.4. Variedades de café

Los cafés del Perú son de la especie *C. arabica*, que se comercializa bajo la categoría “Otros Suaves”. Las variedades que se cultivan son principalmente Típica, Bourbon, Caturra, Catuai, Catimores, Gran Colombia y Pache (DESCO, 2012).



2.1.4.1. Variedad Bourbon

La variedad conocida Bourbon comprende dos cultivares conocidos como Bourbon rojo y Bourbon amarillo. El porte de las plantas es similar a la variedad Típica. Las ramas forman un ángulo de 40 a 50° con respecto al eje ortotrópico. Los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno. Se estima que el rendimiento tiende a ser superior a la variedad Typica. Se empezó a cultivar en el Ecuador en 1956. La variedad Bourbon es susceptible a la roya del café. Las introducciones del CATIE, identificadas como: Bourbon rojo T2307, T983 y T 995 y el Bourbon amarillo T2540, constituye el germoplasma distribuido en el Ecuador, por parte del INIAP (Moreno, 2000).

2.1.4.2. Variedad Caturra

La variedad Caturra de café fue encontrada en Minas Gerais (Brasil) y es considerada como una mutación del café Bourbon (CICAPE, 2011). Esta variedad comprende dos cultivares: Caturra rojo y Caturra amarillo. Los nombres rojo y amarillo se han dado en base a la coloración de los frutos. Las características de las plantas de Caturra son de porte bajo, de aspecto vigoroso y compacto. Los entrenudos son cortos y con una coloración verde en sus brotes tiernos. Las ramas de caturra forman un ángulo de 45° con respecto al eje central. Esta variedad se empezó a cultivar en 1956, tiene amplio rango de adaptabilidad y alta producción, pero es una especie susceptible a la roya del cafeto (Gómez, 2004).

2.1.5. Cultivo del café en condiciones de vivero

El éxito de una plantación cafetalera se inicia con una buena selección de semilla y con la producción de plántones de calidad a nivel de vivero, calidad que no depende únicamente de las características genéticas de la semilla sino también de las



propiedades de los sustratos utilizados, porque es en este medio que las plántulas desarrollaran sus primeros estadios de vida (Tut, 2014).

2.1.5.1. Manejo agronómico del vivero de café

El vivero siempre se debe mantener limpio hasta que el follaje de las plántulas cubra el área completa de los recipientes, así se evitara el ataque de plagas y enfermedades en las plántulas. Cuando sea necesario se debe regar en horas de la mañana, humedeciendo bien la tierra de las bolsas, para así darle los requerimientos de agua que necesita la planta para su crecimiento. Se debe aplicar fertilizantes foliares y fungicidas cuando las plántulas tengan de dos a tres pares de hojas, luego continuar con aplicaciones mensuales (CICAFE, 2011).

Las enfermedades más comunes en vivero, son: el volcamiento de las plántulas causado por *Rhizoctonia solani*, mancha del hierro causado por *Cercospora coffeicola* que se presenta en plántulas con deficiencia de nitrógeno y la roya causado por *hemileia vastatrix*; se presenta en el envés de las hojas, con manchas polvorientas de color anaranjado, esta enfermedad está causando grandes pérdidas económicas a nivel mundial (Fischersworrin & Robkamp, 2001)

2.1.6. Diseño y construcción del vivero

La producción de plántulas, implica instalar y manejar con criterios técnicos los viveros; significa contar con instalaciones especialmente acondicionadas, considerando la longitud y ancho de las camas que permitan realizar las labores, cuando el terreno es inclinado se debe construir terrazas en razón a las curvas de nivel, dejar camino y fugas de agua al interior de la cama contigua al talud, se debe utilizar



especies aboneras que provean de follaje para elaboración de abonos, cobertores, techumbres de umbráculos, etc. (Álvarez, 2006).

Duicela, *et al.* (2001), recomiendan que es ventajoso y económico usar materiales preferentemente de la zona como la madera, los cuales deben tener una longitud máxima de 2.70 m, emplear a una distancia de 4 x 4 m para postes. Se debe utilizar un cobertizo que permita la penetración de la luz solar, es decir, procurando un sombreado inicial del 70 a 80 % en su interior, en la parte inicial del vivero.

2.1.7. Construcción y siembra en el Germinador

La etapa de semillero consiste en colocar la semilla seleccionada en un sustrato para que germinen, emerjan y logren el desarrollo adecuado para su trasplante al vivero. Es indispensable que toda unidad productiva cafetalera prepare anualmente su germinador para establecer nuevas áreas de café, renovar las plantas improductivas y llenar los espacios (Fischersworing & Robkamp, 2001).

Los germinadores pueden ser con materiales del medio como: bloques, tabla, madera; los cuales se deben colocar alrededor del germinador a manera de pared (formando el perímetro). Luego se debe preparar el sustrato con 20 cm de arena de río ya que es preferible para café. FAPECAFES (2009), manifiesta que, la siembra se la puede realizar al voleo y tapar con una capa de arena cernida de 2 cm.

El germinador ha de construirse con materiales de la zona, en un lugar sombreado, de fácil acceso, cercano a una fuente de agua y protegido de los animales domésticos. Para obtener 3 000 chapolas ha de sembrarse un kilogramo de café pergamino, para esta cantidad de semilla el germinador debe tener un tamaño de un metro de ancho por un metro de largo y veinte centímetros de altura (Fischersworing & Robkamp, 2001).



La siembra del café se realiza al voleo o en surcos paralelos. Para la siembra al voleo es indispensable colocar sobre el sustrato húmedo del germinador las semillas esparcidas uniformemente y apretarlas suavemente para que queden bien en contacto con el sustrato, luego se tapa la semilla con una capa de arena de 2 cm de espesor. Para la siembra en surcos paralelos se recomiendan distancias de 5 cm uno del otro, las semillas se colocan en el surco a una distancia de 1 cm, respectivamente (Fischersworing y Robkamp, 2001).

En la siembra de un semillero se puede utilizar de dos maneras la semilla: retirando la cascara o pulpa (despulpada), la semilla despulpada es cuando se le retira la capa denominada pergamino o endocarpio. La primera se conoce como “despulpado”, labor que se realiza el mismo día de la recolección de los frutos. Posteriormente se procede al lavado del producto a fin de retirar el mucilago adherido a las semillas. Y, finalmente la desinfección con algún fungicida para evitar el ataque de hongos y de otros microorganismos (Monroig, 1999). La segunda se realiza eliminando el endocarpio, practica no muy común (Montecé, 2016).

El riego del germinador se debe efectuar con agua limpia y chorro fino cada vez que sea necesario (por la mañana o por la tarde) con el fin de mantener húmedo el sustrato. Las plantas están listas para ser trasplantadas al vivero a partir del estado de fosforito y a más tardar cuando el primer par de hojas esté abierto, es decir, en estado "mariposa" o "chapola" (Jara, 2017).

2.1.8. Construcción del semillero

Se debe elaborar con caña guadua, elevados del suelo a fin de evitar salpicaduras de agua lluvia, protegidos de la presencia de animales domésticos y para prevenir el ataque de hongos patógenos, especialmente de *Rhizoctonia solani*, y

cubiertos con una ramada o tela plástica con un 50 ó 60% de sombra, a una altura entre 0.70 a 1 m. El sustrato a emplearse debe tener una profundidad de 0.30 m. (Castro *et al.*, 2008).

2.1.9. Criterios de selección de la planta madre para semilla

FAPECAFES (2009), indica que, la planta madre debe tener las siguientes características: plantas vigorosas con un buen follaje, entrenudos cortos, crecimiento mediano y tallos flexibles, mayor número de frutos por nudo, frutos grandes, alta producción, resistencia a plagas y enfermedades, maduración ligera y uniforme. También se debe tomar en cuenta que la edad del cafetal, debe estar entre el tercer y sexto año de producción.

2.1.10. Selección de la semilla

La semilla, tal como se representada en la figura que se presenta a continuación, está formada por tres capas: el grano (endosperma), el tegumento y el endocarpio, también denominado pergamino (Montecé, 2016).

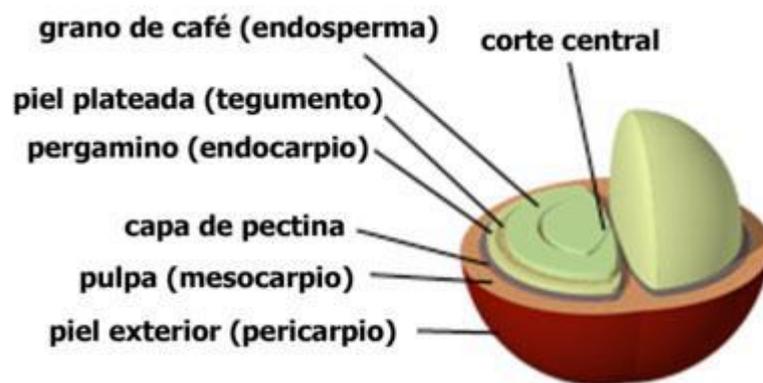


Figura 1. Partes de la semilla Fuente: (Forero, 2009)

En condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto. Por ello es necesario



seleccionar y marcar en cada cafetal aquellos cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madres) para luego obtener de estos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.1.10.1. Proceso de selección y preparación de la semilla

La colección de frutos sanos y en óptimo debe ser en estado de maduración de acuerdo a las características antes mencionadas. Se debe escoger frutos de las ramas laterales del centro de la planta, entre el tercer y noveno brote. Se debe despulpar el café con la mano y dejar fermentar por unas doce horas y lavarlas en abundante agua limpia; se debe retirar todos los granos que floten y muestren algún tipo de defecto. Luego se debe ponerlas a secar en la sombra para la siembra (FAPECAFES, 2009).

2.1.10.2. Densidad de siembra

Varía de acuerdo al sistema de siembra empleado, 1 kg de semilla de café pergamino al 14 % de humedad contiene aproximadamente 4 000 - 5 000 semillas. Con el método de siembra al voleo se requiere 1 kg de semilla por m². En cambio, para surcos se requiere de 0.25 - 0.45 kg de semilla por metro cuadrado, respectivamente (INIAP, 1993).

2.1.10.3. Germinación de la semilla

Una semilla con el endocarpio (pergamino) presente, germina entre los 50 y 70 días y con la remoción del mismo acelera la germinación en 20 días aproximadamente, según experimentos realizados (CENICAFE, 2011). Se debe reunir las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas, cubriéndolas con costales y listones de madera. Cuando emerjan los primeros fosforitos se debe retirar los costales y listones de madera gradualmente, hasta que aparezcan las chapolas, lo cual se da a los 70 días



o más, según las condiciones climáticas, por ello, es recomendable el buen manejo de las condiciones ambientales en el germinador para evitar el ataque de enfermedades como el mal del talluelo (Castro *et al.*, 2008).

2.1.10.4. Llenado y arreglo de recipientes

El llenado de fundas se debe realizar hasta un cm bajo del borde de la funda, para permitir que el agua de riego sea más eficiente. Se recomienda arreglar las fundas en bloques de 1 m de ancho por el largo que se desee, se debe separar los bloques por calles de 80 cm de ancho. Los bloques se deben ubicar con dirección este-oeste (salida y puesta del sol respectivamente) para garantizar un sombreado uniforme en el vivero (Fischersworrning y Robkamp, 2001).

2.1.10.5. Selección y trasplante de las chapolas a los recipientes

Es recomendable seleccionar chapolas sanas y vigorosas con tallos de color verde y recto, con un buen sistema radical (buena raíz principal). Se debe eliminar todas las chapolas con defectos como el color amarillo, las raquílicas y todas las que tengan raíces con dos patas, torcidas o sin pelos absorbentes.

FAPECAFES (2009), indica que, para realizar el trasplante del café a los recipientes, primeramente se debe regar bien el germinador y posteriormente se debe humedecer el sustrato de los recipientes antes del trasplante, luego con un palo puntiagudo se abre un hoyo de 10 – 15 cm de profundidad y se coloca la chapola y posteriormente apretarla suavemente con tierra, posteriormente aplicar riego, el trasplante se aconseja realizarlo en horas de la tarde para evitar la deshidratación de las plantas por el sol.



2.1.10.6. Desarrollo de la planta en el semillero

En el semillero después de la respectiva germinación, la planta sigue algunas etapas de desarrollo, denominadas fosforitos o soldaditos y chapolas (Montecé, 2016).

2.1.10.7. Fosforitos o soldaditos

Las pequeñas plantas, denominadas “fosforitos” o “soldaditos”, que por su forma se asemejan a un palo de fósforo o a un soldadito, se desarrollan después de 50 días de haber sido sembradas, para posteriormente (después de 20 días) desplegar las hojas dicotiledóneas (Garzon, 2013).

2.1.10.8. Chapolas

Las chapolas constituyen las plantas completamente desarrolladas; es decir cuando las hojas cotiledóneas están desplegadas. El tiempo que transcurre entre la siembra hasta el estado de chapola de la planta es aproximadamente entre 65 a 75 días (Arcila *et al.*, 2007).

2.1.10.9. Sistemas de siembra

La semilla se puede sembrar en surcos, bandas (hileras) o al voleo. El sistema más recomendable es en bandas o hileras entre 5-10cm. de ancho y 5cm. de separación entre bandas o hileras; cuidando de no colocar una sobre otra, debe de quedar bien distribuida. Dependiendo de la cantidad de semilla a utilizar, se recomienda la siembra escalonada. En el caso de semilleros de Robusta o Nemaya, debe plantar entre 10-15 días antes de la semilla comercial, para que el tallo del “soldadito” alcance el diámetro adecuado para practicar el corte longitudinal (ANACAFÉ, 2006).

2.1.10.10. Sistemas de siembra en hilera

La siembra de la semilla se realiza en surcos o hilera pequeños de 1 cm de profundidad, separándolos a 5 cm entre hileras y 1 cm entre semillas. Es recomendable



para pequeñas áreas de siembra para caficultores que posean poca cantidad de semilla (Herrera y Duicela, 1988).

2.1.10.11. Sistemas de siembra al voleo

Este sistema es empleado cuando se va a emplear grandes cantidades de semilla. En este caso debe procurarse que las semillas empleadas queden bien distribuidas evitando que haya amontonamiento (Herrera y Duicela, 1988).

2.1.11. Recipientes

2.1.11.1. Bolsas de polietileno

Es mejor usar fundas de color negro con perforaciones en la mitad, para drenar el exceso de agua, las fundas deben tener un tamaño mínimo de 14 por 20 cm para permitir un buen desarrollo de la raíz (FAPECAFES, 2009).

Ureña (2009), recomienda la bolsa más utilizada, de polietileno color negro, perforada, cuyas dimensiones pueden variar de 15 x 20, 17.5 x 20, 20 x 22.5 y 20 x 25.4 cm respectivamente. El tamaño de la bolsa a utilizar dependerá del tiempo que se tenga planificado para que la planta permanezca en el vivero, entre más pequeña es la bolsa menor tiempo puede permanecer en el vivero o al contrario, una bolsa más grande presta mejores condiciones para que la planta pueda alcanzar un mayor crecimiento sin sufrir deterioro en su desarrollo.

CENICAFE (2011), da a conocer que, el crecimiento de la raíz de las plántulas de café está limitado por el tamaño de la bolsa; cuando la raíz toca el fondo de la bolsa se produce un doblamiento en forma de “L”, los efectos negativos se observa en las plantas adultas y en la absorción de los nutrientes, causando raquitismo y el incremento de la sensibilidad de la planta. Es por ello que debe utilizar bolsas de 1 a 2 kg para mantener una plántula de 4 a 6 meses para trasplantar al campo. También, recomienda



que, para el llenado de los recipientes se emplee tierra fértil de preferencia negra, mezclada con pulpa de café, estiércol o gallinaza bien descompuesta para evitar enfermedades radiculares o ataques de nematodos.

2.1.11.2. Bandejas de polietileno

Las principales ventajas es que garantiza una perfecta formación de las raíces de las plántulas. A diferencia de sembrar en bolsas de polietileno, que provoca que las raíces de las plantas se enrollen, las bandejas están dotadas de una ranura que permite que éstas se desarrollen en forma radicular (hacia abajo) y mejor. El sistema tradicional de viveros es más costoso y menos eficiente cuando se compara con las bandejas, que puede triplicar la cantidad y calidad de las plantas en menor tiempo y con el mismo presupuesto: terreno, agua y recurso humano (Alcívar, 2012).

González (2001), investigó la comparación entre la bolsa y el cono macetero en la producción de plantas de café. Los resultados fueron los siguientes: las plántulas más altas se obtuvieron al sembrar en almácigo y trasplante a cono (14.7 cm.) y la siembra directa con trasplante a bolsa (14.6 cm). Inicialmente existió variación estadística marcada en grosor del tallo, pero desapareció al final de los 6.5 meses del estudio, todos los tratamientos tuvieron 2.7 mm de diámetro.

Los mayores pesos de las raíces de las plantas se obtuvieron en la siembra en almácigo y trasplante a cono (7.0 g) y con la siembra directa en bolsa (6.7 g) en peso fresco. No hubo diferencia estadística entre plantas producidas en el sistema tradicional de almácigo con trasplante a bolsa, con las producidas en siembra directa en bolsa o las trasplantadas de almácigo a cono, por lo que el uso de los conos debería ser adoptado por las ventajas que ofrece en costos de transporte y trasplante ya que el costo de planta es el mismo (González, 2001).



2.1.12. Tipos de germinación

2.1.12.1. Germinación epígea

En las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Presentan este tipo de germinación las semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, etc. (Hartmann y Kester, 1995).

2.1.12.2. Germinación hipógea

En las plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación lo presentan las semillas de los cereales (trigo, maíz, cebada, etc.), guisante, haba, robles, etc. (Hartmann y Kester, 1995).

2.1.13. Manejo de viveros

La etapa de vivero consiste en traer las plántulas de café del semillero a un sustrato con mayor cantidad de nutrientes para que desarrollen la capacidad de asimilar su trasplante al campo definitivo (Jara, 2017).

2.1.13.1. Preparación de sustratos

Para el sustrato se usan insumos de la zona: tierra agrícola, o de bosque, pulpa descompuesta de café, arena previamente tamizado, en algunos casos se complementa



con guano de isla, roca fosfórica en proporciones adecuadas para garantizan un buen desarrollo de plantas (Rodríguez, 2009). El material recomendado como sustrato es arena fina de río lavada y desinfectada para disminuir el ataque de enfermedades (Jara, 2017).

Utilizar suelos provenientes de áreas que permitan hacer cortes profundos y hacer mezclas con arena, pulpa y/o gallinaza, para obtener un sustrato adecuado para llenar las bolsas y que proporcione condiciones óptimas para el buen desarrollo de las plantas. Es recomendable el uso de materia orgánica como fuente de nutrientes naturales, y para ello se recomienda que esté totalmente descompuesta, seca y desmenuzada (ANACAFE, 2012). Extraer la tierra separando piedras y/o restos de raíces presentes, mezclarla con el compost descompuesto o humus en una proporción de 3:1, o en su defecto 5:1 (50-60 g por bolsa) en su remplazo también se puede adicionar 1/2 Kg de guano de isla por carretilla de sustrato (10 g por bolsa) (Sánchez, 2002).

2.1.13.2. Desinfección de sustratos

Para evitar el desarrollo de ataques fungosos y la germinación de malezas se desinfecta el sustrato con agua hervida e irradiación solar (Rodríguez, 2009).

2.1.13.3. Llenado de bolsas

El llenado se hace en bolsas de polietileno de 4" x 7" (Rodríguez, 2009). En el embolsado el tamaño de las bolsas de polietileno depende del tiempo que la plántula repicada se desarrolle en el vivero hasta su transplante al campo definitivo; entre ellas tenemos: 5" x 7" x 1.5 mm (5 meses en vivero) o 6" x 8" x 1.5 mm (6 meses en vivero) (Sánchez, 2002). Para el llenado de bolsas, el sustrato debe estar compuesto por un suelo bien suelto (CORCASAN RL, 2019).



El llenado de las bolsas se debe realizar hasta un centímetro bajo del borde de la bolsa, para permitir que el agua de riego sea más eficiente. Se recomienda arreglar las bolsas en bloques de un metro de ancho por el largo que se desee, ubicando con dirección este-oeste (salida y puesta del sol respectivamente) para garantizar un sombreado uniforme en el vivero (Fischersworing y Robkamp, 2001). Además, la bolsa no debe quedar muy compactada ni muy floja (Villarreyna, 2020).

2.1.13.4. Repique

Después de 45 días de germinadas las semillas (estado de fósforo o chapola) se siembran a las plántulas seleccionadas en las bolsas de las camas de repique, en el repique se tiene en cuenta la buena ubicación de la raíz principal para evitar problemas radiculares posteriores; las plantas repicadas permanecen en este lugar de 3 a 4 meses (Rodríguez, 2009).

Se debe seleccionar chapolas sanas y vigorosas con tallos de color verde y recto, con un buen sistema radical, es decir, con una buena raíz principal. Se debe eliminar todas las chapolas amarillas, raquílicas y todas las que tengan raíces con dos patas, torcidas o sin pelos absorbentes. Para realizar el trasplante del café a los recipientes, primeramente, se debe regar bien el germinador y posteriormente se debe humedecer el sustrato de los recipientes antes del trasplante, luego con un palo puntiagudo se abre un hoyo de 10 – 15 cm de profundidad, se coloca la chapola y se aprieta suavemente con tierra, el trasplante se aconseja realizarlo en horas de la tarde para evitar la deshidratación de las plantas por el sol (Fischersworing y Robkamp, 2001).



2.1.13.5. Riegos

El riego es de vital importancia en los días secos de invierno, así mismo durante todo el verano. Cualquiera que sea el equipo y el sistema, debe ponerse especial atención en la humedad adecuada. La frecuencia depende del suelo y del ambiente (ANACAFE, 2012). La frecuencia de los riegos depende de las condiciones climatológicas (Rodríguez, 2009).

Los riegos al inicio deben ser casi constantes sobre todo en días soleados, luego se realizará en forma oportuna, se debe evitar el encharcamiento, conforme que las plantas vayan creciendo (Jara, 2017).

2.1.13.6. Deshierbos

Se hacen manualmente, la finalidad de evitar competencia por nutrientes, humedad y luz principalmente (Rodríguez, 2009).

2.1.13.7. Selección de plantones

Después de 3 meses del repique se hace la selección plantones; se tiene en cuenta la separación de plantas enfermas y deformes (Rodríguez, 2009).

2.1.13.8. Suelos

Un suelo está formado por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Para el crecimiento satisfactorio de la planta, estos materiales deben estar presentes en las proporciones adecuadas (Gonzales, 2001). También, indica que, un factor importante en el suelo es el tamaño de sus partículas, que se encuentran en la naturaleza desde muy pequeñas cantidades; como la arcilla, que es donde se absorben los nutrientes que luego son extraídos por las plantas. También se encuentran dentro de estas partículas



las de arena, que sirven principalmente para dar aireación al medio. Normalmente se usa un suelo cercano a la textura franca como parte de una mezcla (Alcívar, 2012).

2.1.13.9. El compost

El compost es un abono natural que resulta de la descomposición y transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas, su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales) y en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% de P y 1,5% K (Guerrero, 1996). El compost es una mezcla de material orgánico de origen animal o vegetal, o de ambos, parcialmente desintegrada que puede contener sustancias como ceniza, cal y sustancias químicas (Chilon y Chilon, 2014).

La porosidad y la textura fibrosa del compost permiten a las raíces tener acceso al aire contenido en el sustrato y espacio para un buen desarrollo del sistema radicular, el compost tiene una buena capacidad de retener el agua y ponerla disponible para las plantas, además tiene la capacidad de retener los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento inicial de la planta, es decir, que el compost retiene los elementos nutritivos para devolverlos disponibles a la planta cuando es necesario (Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), 2005). La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos (Medina y Quezada, 2004).

2.1.13.10. Humus de lombriz

El humus de lombriz, es el producto de la transformación de los residuos orgánicos (animales y vegetales) como desechos de digestión de lombrices en crianza intensiva. Cuyo resultado es una mezcla (semejante a la tierra) de color oscuro con un agradable olor a tierra de bosque, contiene sustancias amorfas coloidales estables a



la descomposición microbiana y nutrientes importantes para las plantas (Tulio, 2008).

Blandón (2008), da a conocer que, con la aplicación de 30 % de humus de lombriz, se obtuvieron excelentes resultados en el crecimiento de plántulas de café en vivero, donde se obtuvo altura de 7,5 cm, 4,6 pares de hojas, con un área foliar de 120 cm², y biomasa seca de 3,90 gr, todas estas variables se midieron a los 120 días después del trasplante.

Salamanca *et al.* (2008), estudiaron el efecto de la lombrínaza sobre el crecimiento de almácigos de café en diferentes suelos de la cafetera colombiana con diferente contenido de materia orgánica (MO). Se evaluaron cuatro porciones de lombrínaza en mezcla con suelo (0, 25, 50, 75 %), para cada porción se llenaron 15 fundas y se sembró una plántula de café variedad caturra. Después de seis meses se determinó el peso seco de las raíces y de la parte aérea de las plantas. En siete suelos la porción 25 % de lombrínaza aumento el peso seco de las plantas entre 1,8 y 1,5 gr, con respecto al suelo independiente de los contenidos de MO. Las diferencias se asociaron a los cambios en el pH y contenidos de Cu y K del sustrato. Las porciones 50 y 75 % de lombrínaza, afectaron negativamente el crecimiento de las plantas.

2.1.14. Ecofisiología del café

2.1.14.1. Crecimiento y desarrollo del café

Después de dos meses, a continuación de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses aproximadamente, y a partir del momento de la siembra en el sitio



definitivo, la planta comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcila, *et al.*, 2001).

En el tallo, un par de hojas o un nudo se origina en promedio cada 25 o 30 días. En un año se forman aproximadamente de 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces. En general, el crecimiento es más activo cuando hay buen suministro de energía solar, agua y nutrimentos, encontrándose que un aumento de la radiación (plena exposición solar) induce la formación de plantas más bajas, en las cuales ha ocurrido mayor diferenciación y que son más productivas, mientras que la sombra estimula la formación de plantas más altas con menor diferenciación y menos productivas (Arcila, *et al.* 2007).

2.1.14.2. Influencia de factores climáticos

Temperatura.- La temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21 °C, con un límite inferior de 13°C y uno superior de 32°C. Por fuera de estos límites el crecimiento es casi nulo y la productividad muy baja (Arcila, *et al.* 2007).

Lo óptimo es un rango entre 18 a 22° C, con extremos de 16 a 24°C (máximo 32°C durante el día y un mínimo de 7°C). Temperaturas altas y prolongadas durante el día aumentan el contenido de azúcares en el café. Los cafés arábigos de altura que se desarrollan en temperaturas más bajas que las Robustas, maduran en forma lenta, favorecen la calidad en taza. Cambios bruscos de temperatura, como las heladas, producen granos escarchados o quemados, hasta secar las plantas (Varese y Rojas, 2012).

Humedad Relativa.- La humedad relativa ideal para el desarrollo del café varía entre 70% – 95%, dependiendo del cambio de la temperatura y de las lluvias:



durante el día, cuando no llueve, la humedad del aire varía entre 40% – 60%; y durante la noche, varía entre 90% – 100% (Varese y Rojas, 2012).

Requerimientos de luz.- Los almácigos de café pueden establecerse a plena exposición solar, no menos de 13 horas de sol/día en el crecimiento de las plantas en el almácigo se retarda. Salinas y Saritama (2013), estudiaron sobre la influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, de la cual demostraron, que los mejores resultados se obtienen con un 80 y 50 % de sombra favoreciendo mejor el crecimiento de las plántulas de café.

El café requiere entre 1,600 a 2,000 horas de sol por año. A mayor altitud, más nubes, menos luz. A menor altitud, menos nubes, más luz. La neblina natural y la cobertura de nubes proveen un balance sobre horas de luz y sombra. Los árboles para sombra en los cafetales protegen los cafetos de la directa exposición al sol y del viento. Reducen la incidencia de los rayos solares en el suelo, proveen un ambiente climático más estable y temperaturas constantes entre el día y la noche (Varese y Rojas, 2012).

La altitud.- Interviene claramente en el desarrollo de las plantas de café en el almácigo, tanto al sol como a la sombra. A medida que aumenta la altitud, el crecimiento, el peso seco de la parte aérea, el número de hojas por planta, el peso seco de hojas y el número de cruces es menor (Arcila, *et al.* 2007). En cuanto al relieve y fisiografía, las zonas cafetaleras presentan características muy particulares, con pendientes que van desde 30% a más de 80%, presentando paisajes con colinas que fluctúan entre 500 y 2,600 msnm. El café crece en un rango de altitud desde 300 a 2,400 msnm. Los mejores cafés se producen entre los 1,200 a 1,800 msnm (zona media y alta), dependiendo de la región (trópico o subtrópico). A mayor altura, menor temperatura y menor luminosidad, se obtiene mejor calidad (Varese y Rojas, 2012).



2.1.15. Elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo de café

Se han reconocido dieciséis elementos como esenciales para el crecimiento de las plantas. Tres de ellos, carbono, hidrógeno y oxígeno, son suministrados por el agua y el aire (dióxido de carbono). Los trece restantes se consideran nutrientes vegetales y pueden agruparse en seis macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) que la planta requiere en grandes cantidades y siete micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc) que la planta toma en muy pequeñas cantidades. Cuando alguno de estos elementos se encuentra en la planta en cantidades inferiores a los niveles mínimos requeridos para el crecimiento normal, la planta exhibe varios síntomas externos e internos (Arcila, *et al.* 2007).

Duicela (2011), señala como requerimientos esenciales para el café, lo siguiente:

- **Nitrógeno:** en el suelo está presente en tres formas principales: el nitrógeno orgánico que se lo encuentra en la materia orgánica del suelo; el amonio (NH_4^+) y los nitratos (NO_3^-), son las formas de N usados en las plantas para su crecimiento. El N forma parte de la molécula de clorofila que necesario para el proceso fotosintético de las plantas y el desarrollo foliar.
- **Fosforo (P):** Es el elemento que interviene en la transferencia de energía, el desarrollo de tallos, raíces, ramas y en la floración de las plantas.
- **Potasio (K):** Favorece la formación y la calidad de los frutos y ayuda a las plantas a resistir el ataque de las enfermedades como un agente de control, porque fortalece los mecanismos naturales de resistencia de las plagas.
- **Calcio (Ca):** Estimula la formación de proteínas, crecimiento de la semilla, y la maduración de los frutos.



- **Azufre (S):** Contribuye a la formación de proteínas, clorofila, vitaminas y enzimas. Ayuda al desarrollo de las raíces y la producción de semilla.
- **Magnesio (Mg):** Es el componente de la clorofila (color verde), por lo tanto influye en el desarrollo foliar y la germinación de las semillas.
- **Zinc (Zn):** Este elemento controla la producción de importantes reguladores de crecimiento y el desarrollo de tejidos nuevos. El Zn esta menos disponible para la planta en suelos con pH alto.
- **Hierro (Fe):** es un catalizador para la formación de la clorofila, aun cuando no forma parte de ella. Actúa como transformador de oxígeno y es esencial en la síntesis de proteínas, ayudando a formar ciertos sistemas enzimáticos.
- **Manganeso (Mn):** funciona y activa las reacciones metabólicas y desempeña un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar la clorofila.
- **Boro (B):** es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y la formación de las semillas, formación de la pared celular, la floración y el desarrollo de los frutos.

2.1.16. Tratamientos pre germinativos

Son tratamientos usados para romper la dormición o latencia de las semillas, disminuir el tiempo de germinación y homogeneizarlo buscando producir la mayor cantidad de plantas. Peretti (1994), sostiene que las semillas de determinadas especies son potencialmente viables, pero no germinan con rapidez al colocarlas en condiciones favorables, pues se encuentran en estado de dormición el cual desaparece naturalmente con el tiempo.

Para ello se puede aplicar algunos tratamientos (Peretti 1994):



A. Tratamientos para romper la dormición fisiológica.

- **pre secado:** implica someter las semillas a una temperatura alta, pero no superior a los 35-40 °C, durante un periodo de 2 a 7 días, antes de ponerlas a germinar.

- **Aplicación de nitrato potásico:** En este tratamiento el sustrato se humedece hasta estar completamente saturado con una solución de nitrato de potasio KNO_3 al 0.2% (2 g de KNO_3 , disueltos en un litro de agua) y luego se colocan en esta solución las semillas, a condiciones de germinación; de allí para mantener la humedad sólo se empleará agua.

- **Aplicación de ácido giberélico:** Este tratamiento consiste en humedecer el sustrato con una solución de AG3 de 500 partes por millón (500 mg disueltos en un litro de agua) durante 5 minutos antes de colocar los granos bajo condiciones de germinación.

B. Tratamiento para remover la dureza de las capas seminales.

- **Escarificación mecánica:** Este tratamiento persigue lesionar la pared de la semilla por abrasión, corte, pinchando o perforando. Debe tenerse cuidado para no dañar el embrión, se recomienda para ello actuar en la región de la pared correspondiente al extremo de los cotiledones.

2.1.17. Ácido giberélico

El Ácido Giberélico (AG3) es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas. La respuesta fisiológica de los vegetales tratados dependerá del estado de desarrollo en que se encuentran. Fitorregulador del crecimiento caracterizado por sus efectos fisiológicos y morfológicos. Actúa a concentraciones extremadamente bajas; es traslocado en el interior de la planta y, generalmente, sólo afecta a las partes aéreas. Su efecto más



claro consiste en acelerar el crecimiento vegetativo de los brotes produciendo plantas más grandes. Este efecto se debe principalmente a la elongación de las células pero, en algunos casos, la multiplicación celular también se ve incrementada (Quiminet, 2012).

Cada vez hay más estudios que apoyan la hipótesis de que las fitohormonas tienen un papel importante en la regulación de la dormancia en las semillas. Los estudios se basan en la aplicación exógena de hormonas así como en establecer los niveles hormonales endógenos, y en observar su relación con un determinado estado de dormancia (Parra, 2006).

Se conocen cinco grupos principales de hormonas vegetales o fitohormonas las auxinas, citocininas, giberelinas, etileno y ácido abscísico; los cuales tienen mediante su aplicación efectos que se traducen en crecimiento y desarrollo de cada vegetal. Cuando la planta germina, comienzan a actuar las fitohormonas que regulan su crecimiento desde esa temprana fase: las giberelinas son las que gobiernan varios aspectos de la germinación; al momento de emerger la planta a la superficie, se forman las fitohormonas llamadas auxinas, las que aceleran su crecimiento vertical, y, más tarde, comienzan a aparecer las citocininas encargadas de la multiplicación de las células y que a su vez ayudan a la ramificación de la planta (Parra, 2006).

Las giberelinas están directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas, puede romper la latencia de las semillas y reemplazar la necesidad de estímulos ambientales. En la investigación realizada por (Saldivar *et al.*, 2010), mencionan que el periodo de germinación más corto fue con la aplicación de 100 ppm de ácido giberélico y el mayor porcentaje de germinación se obtuvo a los 25 días.



Velásquez *et al.*, (2011) en su trabajo mencionan que la aplicación de ácido giberélico más un corte apical en la semilla de *Passiflora edulis Sims*, promueve una mayor germinación, pero también están sujetos a otros factores como la temperatura, la incidencia y calidad de la luz, o la calidad de la semilla en cuanto a edad y almacenamiento.

Parra (2006), reporta en su trabajo que el ácido giberélico ejerce una influencia positiva sobre las semillas de *Capsicum frutescens*, obteniendo porcentajes de germinación de hasta 60%. El ácido giberélico aplicado a las semillas de Anona colorada en una concentración de 10000 ppm, ejerce una influencia positiva como la que ejerció un mayor efecto promotor de la germinación 66%, el cual era significativo en la semana 9 de registro de datos (Cartagena y Barreto, 2000).

2.1.18. Microorganismos eficaces (EM)

Los EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural desarrollada por el Prof. Teruo Higa y su equipo en la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Sus aplicaciones son múltiples: en la agricultura como promotor del crecimiento de las plantas y supresor de enfermedades, en la ganadería disminuyendo los trastornos digestivos típicos de los rumiantes (meteorismo), en los tambos y avícolas eliminando moscas y malos olores y en el medio ambiente como ayuda para recuperar las aguas contaminadas y acelerador de la descomposición en los vertederos de residuos sólidos urbanos. Presenta además diversos usos domésticos (control de moscas, eliminación de malos olores, etc.). En otros países se están evaluando sus efectos como por ejemplo antioxidante en la salud humana. Los microorganismos eficaces conocidos por su sigla en inglés EM, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos.



El EM contiene: 1) *Lactobacillus*, similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos. 2) Levaduras, como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos. 3) Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

EM Producción y Tecnología S.A (2007), menciona que, los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes:

- Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas.
- Mejora la capacidad fotosintética de las plantas.
- Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades.
- Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- Solubiliza nutrientes en el suelo.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por la aplicación directa de EM como a través de la incorporación de compost.
- Acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo.

El principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas. El EM ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación produce ácidos orgánicos que normalmente no está disponible (ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos), sustancias bioactivas y vitaminas. En este proceso es la materia orgánica que es suministrada por el reciclado de residuos de los cultivos, materia verde y desechos animales. Este proceso lleva a un incremento de humus en el suelo:



Las bacterias ácido lácticas, que es un importante microorganismo en el EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes. También se conoce que el efecto antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales.

La Tecnología EM puede ser utilizada en la preparación del terreno, germinación y enraizamiento del material vegetal, la siembra y trasplante y el mantenimiento tanto al suelo como al follaje de las plantas (INFOAGRO, 2011).

La utilización de EM en el mantenimiento de cultivos, tienen como objetivo establecer los microorganismos en el área de la rizósfera favoreciendo la solubilización de nutrientes (INFOAGRO, 2011) Con su aplicación al follaje se logra:

- Generación de sustancias bioactivas.
- Protección de los cultivos frente al desarrollo de las enfermedades del suelo.
- Promover el desarrollo de los puntos de crecimiento de las plantas.
- Proteger el follaje contra patógenos, generando un microambiente favorable para el desarrollo vigoroso de plantas.

Uno de los peores, quizá el peor, enemigo de las cosechas son las diferentes variedades de insectos perjudiciales generalmente conocido como plaga, particularmente las que son propagadoras de enfermedades. Una característica común de estas perjudiciales es que tienen preferencia por las sustancias oxidadas, conocidas como oxidantes. Por consiguiente son eficazmente disuadidos por sustancias o ambientes donde haya altos niveles de antioxidantes. Otro hecho interesante es que los huevos puestos por la plaga sobre las plantas



con capacidad de antioxidación tienden a quedarse en la etapa de huevo y nunca avanza. (Teruo, 1993)

Por ejemplo, los huevos puestos por las moscas cuando están tratados con EM no eclosionan para pasar a larvas. Igualmente, los gusanos tratados con EM nunca progresan más allá de la etapa larval, y por tanto nunca llegan a la adultez como moscas. La razón es que los gusanos prosperan en ciertas sustancias encontradas en materias contaminadas o podridas que les permiten producir las hormonas necesarias para pasar de un estado a otro. Los antioxidantes presentes en la formación del bloque EM reduce la metamorfosis.

En resumen, las condiciones de antioxidación creadas por EM se pueden describir con un mecanismo que erradica plagas y enfermedades al mismo tiempo estimula el crecimiento y la proliferación de insectos beneficiosos. Todo esto parecerían ser argumentos demasiados buenos para ser verdad, pero nuestra investigación lo ha comprobado sin lugar a dudas. (Teruo, 1993)

2.1.19. Aplicaciones de los EM (Microorganismos eficaces)

Brock y Madigan (1993) y Campo *et al.*, (2014) manifiestan que en semilleros el uso de microorganismos eficaces aplicados en semilleros puede generar los siguientes efectos:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto similar a las rizobacterias las cuales son promotoras del crecimiento vegetal.



- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas, por la inoculación del sustrato con microorganismo antagonicos a enfermedades y hongos patógenos.
- En plantas, los microorganismos eficaces aplicados a plantas pueden:
 - Aumentar la resistencia natural de las plantas contra plagas y enfermedades.
 - Consumir los exudados de raíces, hojas, flores y frutos reduciendo la propagación de organismos patógenos y el desarrollo de enfermedades.
 - Incrementar el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
 - Promover la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
 - Incrementar la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar
- (Brock y Madigan, 1993; Campo *et al.*, 2014).

Aplicaciones al follaje: Para aplicar EM al follaje es importante tener en cuenta:

1. Realizar una dilución de EM en agua un 2%, es decir, 1 parte de EM A por 50 partes de agua, y según especie de cultivo, su condición de la presentación de la enfermedad y plaga puede variar.
2. La dosis (es mejor consultar un profesional cercano). Por ejemplo: en caso de cultivo de Banano se aplica una dosis de 10% para controlar Sigatoka Negra y cultivo de cacao se usa dilución de 50% contra bacteria patógena.
3. Aplicar en una fina aspersion al follaje de las plantas, preferiblemente en las horas de la mañana, antes de las 8:00 a.m., o en la tarde, después de las 4:00 p.m.
4. La frecuencia de aplicación de EM® al follaje depende de la intensidad del cultivo, ligado a su frecuencia de cosecha.



c. En suelos, los efectos de los microorganismos en el suelo están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, y biológicas, la supresión de enfermedades, así como la aceleración de la descomposición natural de los residuos orgánicos dejados en el campo después de la cosecha como se describen a continuación:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y 9 mejora la infiltración del agua. De esta manera se puede disminuir la frecuencia de riego y se reduce la erosión.

Efectos en las condiciones químicas del suelo:

Mejora la disponibilidad de nutrientes, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia.

Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Brock y Madigan, 1993; Campo *et al.*, 2014).

2.1.20. La Activación del EM

El EM tiene varias expresiones, por ejemplo; EM Solución Madre, EM Original, EM Básico, EM Concentrado etc, son diferentes nombres para el mismo producto, pero, está uniformando su nombre solo EM-1. Y el EM-1 viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros: Bacterias ácido lácticas 10^4 , Bacterias fototróficas 10^3 , Levaduras 10^3 (Navarro, 2019).



El EM-1 está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “producto secundarios” de EM. (EM Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agrí dulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo. Y la activación es solo una vez, si lo hace más, se pierde equilibrio de los microorganismos, por lo tanto no hay garantía sobre su calidad y función. También debe usar los mismos materiales y volumen mencionado, si no afectará a su calidad. La calidad de EMA es muy importante y si activa con mala calidad, no trabaja ni actúa bacterias en el sitio. Por lo que es mejor consulte a un distribuidor autorizado antes de activación y revise después de activación sobre su calidad cada activación (INFOAGRO, 2011).

2.1.21. Principales Microorganismos en el EM

A. Bacterias fototróficas (*Rhodospseudomonas spp.*): Las bacterias fototróficas son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos (ej.: ácido sulfhídrico) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta. Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. Por ejemplo, en la rizósfera las micorrizas vesiculares, arbuscular (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototróficas. Las



micorrizas en respuesta incrementan la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello otorgan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con *Azotobacter* y *Rhizobium*, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (INFOAGRO, 2011).

B. Bacterias ácido lácticas (*Lactobacilos spp.*): Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fototrópicas y levaduras. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas con bacterias Acido lácticas desde tiempos remotos. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como *Fusarium sp*, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como *Fusarium* debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reducen las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y dispersión de *Fusarium sp*, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos (INFOAGRO, 2011).

C. Levaduras (*Saccharomycetes spp.*): Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas. Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetes. Las diferentes especies de los microorganismos eficaces (Bacterias



fototrópicas, ácido láctico y levaduras) tienen sus respectivas funciones. Sin embargo, las bacterias fototrópicas se pueden considerar como el núcleo de la actividad del EM. Las bacterias fototrópicas refuerzan las actividades de otros microorganismos. A este fenómeno se lo denomina “coexistencia y coprosperidad”. El aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en el suelo. Ya que la microflora del suelo se torna abundante, y por ello el suelo desarrolla un sistema microbio bien balanceado. En este proceso microbios específicos (especialmente los dañinos) son suprimidos, a su vez reduciendo especies microbiales del suelo que causan enfermedades. En contraste, en estos suelos desarrollados, el EM mantiene un proceso simbiótico con las raíces de las plantas junto a la rizósfera. Las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. El EM utiliza estas secreciones para su crecimiento. En el transcurso de este proceso el EM también secreta y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, una gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Esto significa que el EM en la rizósfera coexiste con las plantas. Por ello, en suelos dominados por el EM, las plantas crecen excepcionalmente bien (INFOAGRO, 2011).

2.1.22. Investigaciones de aplicaciones con EM

Peñañiel y Donoso (2004), evaluaron diferentes dosis de Microorganismos Eficaces (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis 12 sativus*) híbrido Atar Ha-435”, obteniendo las siguientes conclusiones: De las cuatro dosis de EM y un testigo evaluadas, se puede concluir en base al rendimiento en kg.planta⁻¹ que no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1era cosecha con un peso promedio de 321.1 g. En lo referente a las variables días a la 5 y 7 cosecha se puede determinar que el tratamiento



3 con 68.93 días y el tratamiento 2 con 78.33 días respectivamente, obtuvieron una mayor precocidad para estas variables. El tratamiento 1 se colocó en primer lugar con respecto al número de flores del 1 racimo floral y número de frutos por racimos con un promedio de 1.133 cada uno. En lo referente a la calidad se pudo observar que el testigo presento más precozmente el ataque de mildiu veloso

JATHA-MUHU (2009), menciona en la investigación realizada sobre “Influencia de la aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa” que obtuvieron los siguientes resultados: en el rebrote del primer año de establecimiento del cultivo de alfalfa “W-350” con aplicación de una dosis de 3.5 ml de “EM” 13 más estiércol ha generado una altura mayor a 24 cm, y aquellos con aplicación de una dosis de 2.5 ml. De “EM” sin estiércol han alcanzado una altura promedio de 17 cm durante 10 meses de establecimiento.

Goigochea (2014), evaluó el efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficaces (Ferti EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas”. Los resultados obtenidos indican que con la aplicación de 0.8 t.ha-1 (T3) de Ferti EM, se incrementó el promedio de rendimiento y el B/C con 7 529.82 kg.ha-1 y 2.83 de B/C, resultando un beneficio neto de S/. 1 794.73 Nuevos Soles.

Pino (2014), evaluó diferentes dosis de fertilizantes con microorganismos benéficos en cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en la localidad de Lamas, los resultados obtenidos indican que la aplicación de 1000 kg.ha-1 de Ferti EM (T4) reportó los mayores y mejores promedios con 11 129.1 kg.ha-1 de rendimiento, 84.7 frutos cosechados por planta, 11.8 g de peso del fruto, 4.57 cm de



longitud del fruto, 6.27 cm de diámetro del fruto, 9.32 flores por racimo, 33.64 racimos florales y 204.9 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos estudiados.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Activación de los EM

Proceso de viabilizar las bacterias que conforman los EM en el producto comercial que se encuentran en estado de latencia o conservación y que para su actuación en la planta necesitan de su activación (Navarro, 2019).

2.2.2. Almacigo

Los almacigos son canteros especiales donde se ponen a germinar las semillas para después transplantar las plantitas a los envases. En los almacigos se brindan a las plantitas todo lo necesario para desarrollarse: media sombra, humedad, protección contra vientos y suelo rico (INTA, 2018)

2.2.3. Capacidad germinativa

Proporción de una muestra de semillas que ha germinado normalmente en un periodo de ensayos determinado, generalmente expresado por un porcentaje (Borner, 1985).

2.2.4. Germinación

Trujillo (1996), sostiene que la germinación es una secuencia de eventos influenciada directamente por varios internos y exteriores que interactúan permanentemente. Hartmann y Kester (1995), sostiene que la iniciación de la germinación requiere que se lleven tres condiciones, primera la semilla debe ser variable, segunda la semilla no debe estar en letargo, tercera la semilla debe estar expuesta a Condiciones ambientales apropiadas.



2.2.5. EM de aplicación foliar

Producto comercial a base de microorganismos benéficos utilizado en los cultivos para mejorar las condiciones de crecimiento y desarrollo de la planta. Se aplican a través de las hojas (Navarro, 2019).

2.2.6. Microorganismos eficaces

Lo constituyen las diferentes bacterias que forman parte de los EM, como son las bacterias fototróficas (*Rhodospseudomonas* spp.), Bacterias ácido lácticas (*Lactobacilos* spp.): y Levaduras (*Saccharomycetes* spp. (Navarro, 2019).

2.2.7. Semilla

Botánicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo maduro, encerrado dentro del ovario o fruto y consta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de almacenamiento y las cubiertas.

2.2.8. Reproducción por semilla

La reproducción sexual o por semilla en las plantas se caracteriza porque la mayoría de los vegetales producen tanto gametos como esporas, en ciclos de vida complejos, formando a veces dos organismos claramente diferentes que viven por separado (INATEC, 2016).

2.2.9. Variedad

Categoría taxonómica de plantas debajo de la especie. 1) taxonomía vegetal, la variedad ocupa una posición debajo de la categoría de sub especie y es siempre escrita en latín. 2) En mejoramiento genético la variedad es sinónimo de variedad cultivada y de cultivar. (IICA, 2002).



2.2.10. Viabilidad de semillas

Está representada por el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plantas que puede producir una cantidad de semilla. Además, la viabilidad es la fracción de semillas que están vivas, aquellas en las que se dan los procesos metabólicos, aunque en forma lenta algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para germinar y continuar el desarrollo (Rodríguez y Nieto, 1999).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente proyecto de investigación se ejecutó en el Distrito de San Pedro de Putina Punco entre los meses de mayo a setiembre de 2020. La parte experimental se realizó en el vivero central del proyecto Cafés Especiales, que está ubicado en el mismo Distrito de Putina Punco, con coordenadas por el Este 495225 y por el Norte 8439835 a una altitud de 910 msnm como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Ubicación donde se realizó el trabajo de investigación

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental comprende las semillas de café de las variedades Bourbon y Caturra, ya que estas variedades son las que se producen a gran escala en la zona y que son de muy buena calidad, tiene un alto rendimiento en la prueba de taza. Estas fueron seleccionadas y recolectadas de plantas madres altamente productivas de fincas cafetaleras del sector de San Lorenzo Palmerani que está situada a una altitud de 850 msnm.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables de respuesta fueron analizadas mediante análisis de varianza paramétrico y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), usando el software estadístico SAS versión 9.4.

3.3.1. Diseño experimental

El experimento fue conducido bajo un diseño de bloque completamente al azar DBCA, con arreglo factorial de 2 variedades de café, 11 tratamientos pre-germinativos, haciendo un total de 22 tratamientos en estudio, en 3 bloques, un total de 66 unidades experimentales, el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_i + V_j + T_k + VT_{jk} + E_{ijk}$$

$$i=1, 2,3; j=1,2; k=1,2,\dots, 11$$

Donde:

X_{ijk} = Es la variable respuesta de la i-esimo bloque, del j-esima variedad y en el k-esimo tratamiento.

μ = Media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

β_i = Efecto del i-ésimo bloque.



V_j = Efecto del j-ésima variedad (Caturra y Bourbon).

T_k = Efecto del k-ésimo tratamiento pre-germinativo.

VT_{jk} = Efecto de la interacción de la j-ésima variedad, en el k-ésimo tratamiento.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

3.3.2. Variables de respuesta

- Tiempo de inicio de germinación.
- Porcentaje de germinación.
- Tamaño de raíz.- Para medir el tamaño de la raíz se utilizó una regla y se midió el largo de la raíz desde el cuello de la raíz hasta la cofia.
- Tamaño de planta.- Para medir el tamaño de la planta se realizó desde el cuello de la raíz hasta las hojas cotiledonales.
- Número de hojas.- Para esto se contabilizaron las hojas en pares.

3.4. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales utilizados, se detallan a continuación desde la selección y recolección de semilla hasta la evaluación final de la germinación de las semillas de café.

3.4.1. Materiales

- Semillas de café.
- Arena de río.
- Wincha de 5 metros.
- Maderas.
- Clavos.
- Plástico transparente.
- Taper.
- Baldes.



- Ácido giberélico (Riz Up).
- Microorganismo Eficaz (EM).
- Melaza.
- Formol.
- Regla
- Escuadra.
- Cartulina.
- Tablero de evaluación.
- Papel bon.
- Mochila fumigadora.
- Machete.
- Balde transparente.
- Carretilla.
- Martillo.
- Pala.

3.4.2. Equipos

- Balanza electrónica.
- Cámara fotográfica de celular.
- Laptop core i3.
- GPS Garmin.
- Higrómetro.
- Higo – termómetro.



3.5. METODOLOGÍA

3.5.1. Metodología para la instalación del germinador

- a) Se utilizó 9 maderas cada uno de 3 metros de largo y 25 cm de ancho y se armó el germinador de 12 metros de largo y 1.20 metros de ancho.
- b) Luego se desinfectó el germinador y la arena con formol a una dosis de 500 ml por 20 litros de agua, se llenó la cama con arena zarandeada y desinfectado un total de 30 carretillas hasta llegar a una altura de 25 centímetros, esta se niveló en la cama y se hizo las divisiones para los tratamientos.
- c) Luego se realizó el almácigado en hileras con 100 semillas de café por tratamiento teniendo en cuenta que por metro cuadrado se utiliza 1 kilogramo de semilla de café.
- d) Se instaló también un tinglado de 1.80 metros de altura utilizando material de la zona y se techó con plástico transparente
- e) Finalmente se cubrió con arena de 1 a 2 centímetros de espesor. Luego se tapó con sacos de yute con la finalidad de mantener la humedad.
- f) Se realizó riegos en horas de las mañanas y tardes de acuerdo al clima.

3.5.2. Metodología para la instalación del vivero.

- a) **Preparación de sustrato.-** para esto se utilizó 4 carretillas de tierra zarandeada, y 1 carretilla de estiércol de ovino descompuesto. Entonces se hizo la mezcla y al mismo tiempo se desinfectó el sustrato con formol agrícola. Luego se dejó tapado con plástico por un periodo de 15 días.
- b) **Instalación de tinglado para el vivero.-** para la instalación del tinglado se utilizó materiales de la zona postes y chiros. Por encima se techó con plástico transparente para que no ingrese ninguna gota de agua para poder evaluar la cantidad de agua usada en el vivero.



- c) **Embolsado y distribución de bolsas en el vivero.-** se llenó el sustrato en las bolsas ligeramente compactas para que estas puedan acomodarse en el piso del vivero. Para cada tratamiento se utilizó 9 bolsas y se colocó de acuerdo al esquema de la distribución de los tratamientos.
- d) **Repique de las plántulas de café.-** entre 6 a 8 horas antes del repique se regó las bolsas del vivero. Se repicó las plántulas en estado de fosforito y algunos en estado de chapola (hojas cotiledonales), para que haya uniformidad todas las plántulas se repicaron con 9 centímetros de raíz.
- e) **Riego de las plántulas de café.-** el riego se realizó de acuerdo a la demanda de agua ya que mucho influye el tiempo, generalmente se regó en horas de las tardes y mañanas. Los primeros días se regaron más seguidos para asegurar que las plántulas se prendan.

3.5.3. Identificar la eficiencia a través de la técnica de remojo en agua en la aceleración del periodo de germinación de café (*Coffea arabica* L.).

a) Remojo de semillas de café en agua.

Para identificar la eficiencia a través de la técnica de remojo en agua para la aceleración del periodo de germinación se realizó de la siguiente manera, se sumergieron las semillas de café en un recipiente transparente (taper) durante 24 y 48 horas y un testigo, para las variedades Caturra y Bourbon.

b) Tiempo de remojo de semillas en agua.

Las semillas se mantuvieron sumergidos en agua de caño, esto con la finalidad de acelerar el periodo germinativo tanto en la variedad Caturra y Bourbon para luego almacenar en un mismo tiempo, para ello se remojo 24 y 48 horas antes de almacenar.

c) **Evaluación de plántulas de café.**

La evaluación se realizó a los 50 días de haber almacigado, cuando las plántulas ya tienen sus hojas cotiledonales, midiéndose también el tallo de las plántulas. Y la otra evaluación se realizó a los 140 días, en esta fecha se midió la longitud del tallo y la raíz; además, el número de hojas por planta.

3.5.4. Evaluar la eficiencia de microorganismos eficaces en la aceleración del periodo de germinación de café (*Coffea arábica* L.)

Para evaluar la eficiencia del EM se realizó en dos etapas las cuales son:

Etapas de germinador.

Activación del Microorganismos Eficaces

Activación de EM al 5%.- Los microorganismos en el EM•1® se encuentran concentrados y en estado de latencia, para activarlos se mezcló 1 litro de melaza (5%), en 18 litros de agua (90%) y agrego 1 litro de EM•1® (5%). Todo ello se realizó en un balde de plástico limpio, con tapa que permita su cierre hermético (sin aire), se dejó fermentar la mezcla por 7 días bajo sombra.

Activación de EM al 10%.- Para la activación al 10% se utilizó 1 litro de melaza, 1 litro de EM todo esto disuelto solamente en 9 litros de agua y entonces tenemos una concentración más fuerte como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Activación de EM

a) Preparación y tiempo de remojo de semillas de café en EM•1®

Para la preparación se utilizó la referencia de 19 litros de agua y un litro de EM activado entonces en esta preparación Las semillas de café se sumergieron en un recipiente transparente (taper) de un litro por un periodo de 24 y 48 horas en la solución preparada, para las variedades de caturra y bourbon cada tratamiento con 100 semillas, esto con la finalidad de acelerar la germinación.

b) Almacigado de las semillas de café

Una vez inoculados las semillas de café por 24 y 48 horas y un testigo se procede al almacigado y esta se hizo en 4 hileras con 25 semillas cada uno, luego se tapa con la arena de 1 a 2 centímetro de espesor.



Figura 4. Almacigado de semillas de café

c) Evaluación de plántulas de café

La evaluación se realizó a los 50 días cuando las plántulas ya tienen sus hojas cotiledonales, en este caso se midió el tallo y la raíz de las plántulas.



3.5.5. Evaluación de la eficiencia de microorganismos eficaces en el crecimiento de café (*Coffea arábica* L.)

- a) Aplicación de EM en el vivero.-** la primera aplicación se realizó a los 7 días después del repique, y luego la siguiente aplicación a los 15 días y sucesivamente cada 15 días hasta que la plántula esté lista para el trasplante a campo definitivo. Se realizó una aplicación foliar uniforme en los tratamientos que corresponde teniendo cuidado en involucrar a otros tratamientos, la aplicación se realizó en horas de la tarde para lograr su efectividad.
- b) Evaluación de las plántulas de café.-** la evaluación se realizó a los 140 días, en esta fecha se midió la longitud del tallo y la raíz; además, el número de hojas por planta.

3.5.6. Evaluar la eficiencia del ácido giberélico en la aceleración del periodo de germinación de café (*Coffea arábica* L.).

Etapas de germinador:

a) Preparación e inoculación de ácido giberélico

- Para preparar se usó 0.5 mililitros de ácido giberélico mezclado en 1 litro de agua. Ahí se sumergieron las semillas de café por un periodo de 24 y 48 horas según el tratamiento.
- También se usó la dosis de 1 mililitro de ácido giberélico mezclado en 1 litro de agua, de igual manera se sumergieron las semillas por un periodo de 24 y 48 horas.

b) Almacigado de las semillas de café.

De igual manera fue almacigado en 4 hileras con 25 semillas por hilera según los tratamientos, y se cubrió con arena de 1 a 2 centímetros de espesor. Luego esta se cubrió con mantas sobre todo el almacigo esto con la finalidad de mantener la humedad.



c) Evaluación de plántulas de café

La evaluación se realizó a los 50 días cuando las plántulas ya tienen sus hojas cotiledonales, en este caso se midió el tallo y la raíz de las plántulas.

3.5.7. Evaluación de la eficiencia del Ácido giberélico en el crecimiento de café

(Coffea arábica L.).

a) Preparación de ácido giberélico.- Para preparar se usó 0.5 mililitros de ácido giberélico mezclado en 1 litro de agua.

También se usó la dosis de 1 mililitro de ácido giberélico mezclado en 1 litro de agua.

b) Aplicación de ácido giberélico en el vivero.- la primera aplicación se realizó a los 7 días después del repique, y luego la siguiente aplicación a los 15 días y sucesivamente cada 15 días hasta que los plantones estén listos para el trasplante a campo definitivo. Se realizó una aplicación foliar uniforme en los tratamientos que corresponde teniendo cuidado en involucrar a otros tratamientos, la aplicación se realizó en horas de la tarde para lograr su efectividad.

c) Evaluación de las plántulas de café.- la evaluación se realizó a los 140 días, en esta fecha se midió la longitud del tallo y la raíz; además, el número de hojas por planta.

3.6. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

En la Figura 5, 6 y 7 se observan los datos climatológicos de temperatura, humedad y precipitación pluvial del año 2020, de los últimos 6 años desde el mes de mayo hasta el mes de setiembre; en temperatura, se observa que durante el desarrollo del trabajo de investigación mayo a octubre 2020 las temperaturas observadas fueron

mayores a la tendencia de los últimos 6 años (Figura 5); en cuanto a la humedad relativa fue en el 2020 mayor a las medias de los últimos 6 años (Figura 6). Referente a la precipitación pluvial durante el 2020 la precipitación acumulada mensual fue menor al promedio de los últimos 6 años.

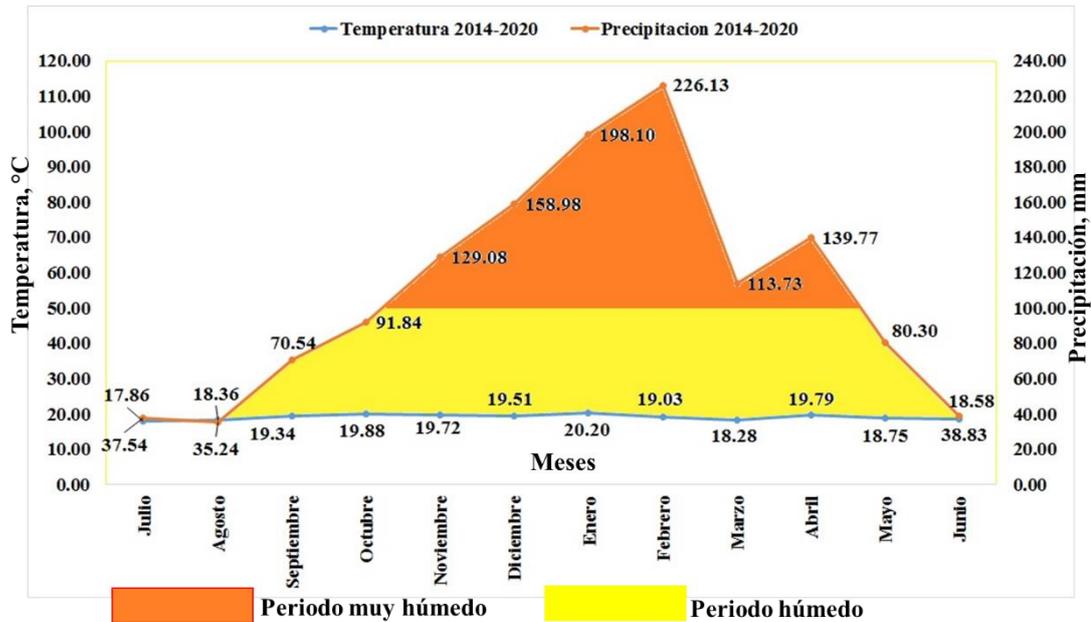


Figura 5. Climadiagrama promedio de 6 años

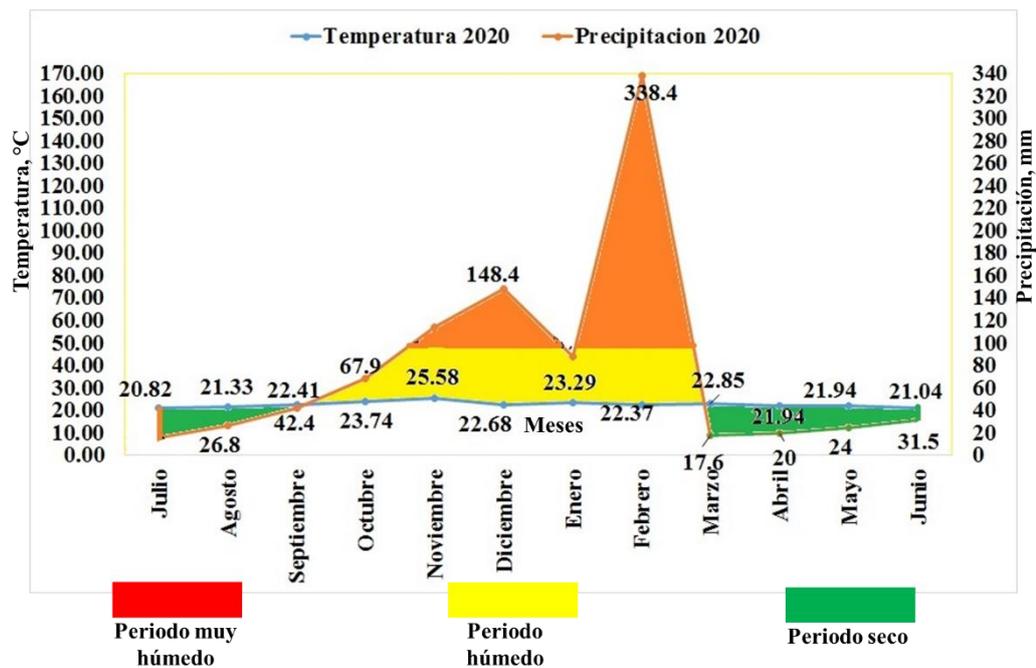


Figura 6. Climadiagrama, campaña 2020



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DEL REMOJO, ÁCIDO GIBERÉLICO Y MICROORGANISMOS EFICACES EN LA ACELERACIÓN DEL PERIODO DE GERMINACIÓN DE CAFÉ (*COFFEA ARÁBICA* L.) Y PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

4.1.1. Tiempo de inicio de germinación de semillas de café

en la Tabla 1, se observa el resumen de los resultados del el análisis varianza (En el Anexo Tabla 11 ANVA original) para tiempo de inicio de germinación de semillas de café, donde el efecto Bloques no presenta significancia, por lo que el inicio de germinación fue similar en los bloques ($p \geq 0.05$); para efecto de variedades (V) existe diferencias significativas, indicando que las variedades tienen diferente tiempo de inicio de germinación ($p \leq 0.01$); para el efecto tratamiento pre-germinativos, también son altamente significativas, entonces existe diferencias en el tiempo de inicio de germinación y la interacción de Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativos (T), también significativa, lo cual indica que ambos factores en estudio actúan de forma dependiente sobre el inicio de germinación de semillas de café ($p \leq 0.01$).

Para explicar la diferencia estadística altamente significativa para el efecto de la interacción (Variedad * Tratamiento) se realizó la prueba de efectos simples, en la cual los tratamientos pre-germinativos de cada variedad resultan diferentes estadísticamente (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de ANVA para tiempo de inicio y porcentaje germinación de semillas de café.

Fuente	inicio de germinación de semillas de café	Porcentaje de germinación de semillas de café
Efectos principales		
Bloque	ns	ns
Variedad (V)	**	ns
Tratamiento pre-germinativos	**	ns
Variedad*Trat. Pre-germinativos	**	ns
Efectos simples		
Variedad dentro T1	**	-
Variedad dentro T10	**	-
Variedad dentro T11	**	-
Variedad dentro T2	**	-
Variedad dentro T3	**	-
Variedad dentro T4	**	-
Variedad dentro T5	**	-
Variedad dentro T6	**	-
Variedad dentro T7	**	-
Variedad dentro T8	**	-
Variedad dentro T9	**	-
Tratamiento pre-germinativos dentro Variedad Bourbon	**	-
Tratamiento pre-germinativos dentro Variedad Caturra	**	-
CV, %	1.98	7.11
R ²	0.97	0.43
Media general	33.14	84.77

En la Tabla 2 se presenta la Prueba de Tukey para el factor variedades (V) sobre el inicio de germinación de semillas de café, donde la variedad “Caturra”, tuvo el menor tiempo de inicio de germinación con 30.73 días, la variedad “Bourbon” con 35.55 días, es decir demora más tiempo en germinar, además estas variedades resultan estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Tabla 2. Prueba de Tukey para variedades de café (V) respecto al inicio y porcentaje de germinación de semillas de café

Factor	N	Inicio de germinación de semillas de café, días	Porcentaje de germinación de semillas de café, %
Variedad			
Bourbon	33	35.55 b	83.55 a
Caturra	33	30.73 a	84.64 a
Tratamiento pre-germinativos			
T1 = Testigo	6	37.33 d	80.33 a
T2 = Remojo en agua a 24 hr	6	34.00 c	81.17 a
T3 = Remojo en agua a 48 hr	6	33.67 c	82.67 a
T4 = EM al 5% a 24 hr	6	33.67 c	83.17 a
T5 = EM al 5% a 48 hr	6	32.17 ab	82.83 a
T6 = EM al 10% a 24 hr	6	32.33 ab	83.83 a
T7 = EM al 10% a 48 hr	6	31.83 ab	85.33 a
T8 = ácido giberélico 100 ml a 24 hr	6	32.00 ab	86.50 a
T9 = ácido giberélico 100 ml a 48 hr	6	31.50 a	91.50 a
T10 = ácido giberélico 200 ml a 24 hr	6	33.00 bc	89.00 a
T11 = ácido giberélico 200 ml a 48 hr	6	33.00 bc	86.17 a

En la Tabla 2 y Figura 7 se muestra la Prueba de Tukey para Tratamientos Pre-germinativos (T) sobre el inicio de germinación de semillas de café, observándose que el tratamiento T9 (ácido giberélico 100 ml a 48 hr) tuvo el menor tiempo en germinar, para la variedad Caturra un tiempo de 31.50 días. Mientras que los tratamientos con EM quedaron relegados, salvo el tratamiento EM al 10 % también a las 48 horas sería el más cercano con 31.83 días para la germinación, según la diferencias de Tukey en la Tabla 2, el T9 es diferente a los tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente ($p \leq 0.05$).

Estos resultados afirman que al usar tratamientos pre-germinativos, se tendrá un efecto favorable sobre el tiempo de emergencia de las semillas de café.

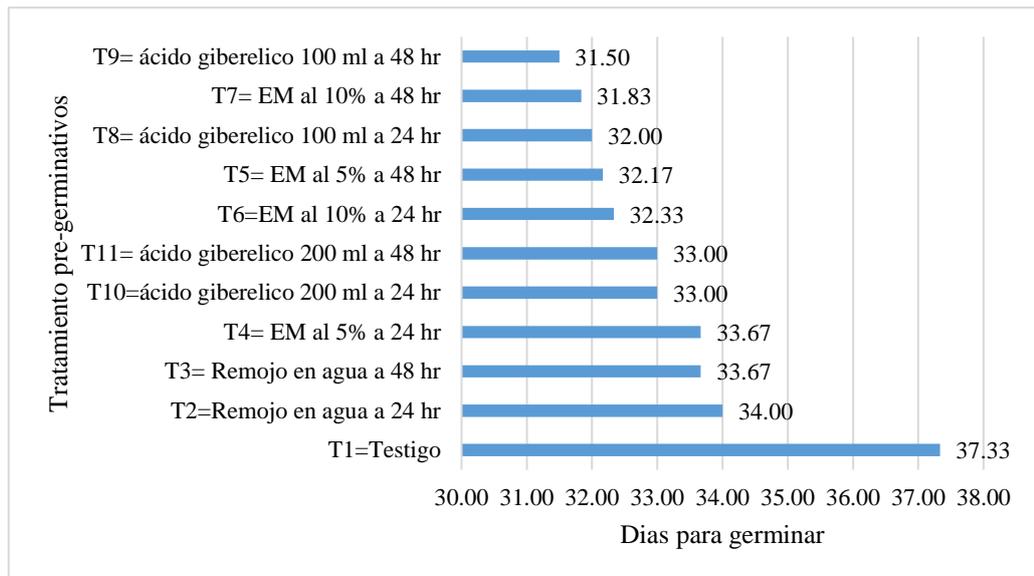


Figura 7. Inicio de germinación (días) por tratamientos pre-germinativos.

Al respecto, Camacho (1991) concluyó que al usar los bioestimulantes Triggrr, Ergostim y Agrispon, no tuvieron efecto sobre la germinación de la semilla ni el desarrollo vegetativo de las plántulas, pero las semillas desprovistas del pergamino germinaron rápidamente. El efecto se debe a la dosis del bioestimulante y tiempo de aplicación, los cuales tuvieron un efecto diferente en la germinación de semillas y en su desarrollo vegetativo.

4.1.1.1. Tratamientos pre-germinativos según variedades Bourbon y Caturra

En la Figura 8 y Tabla 3, se visualiza la Prueba de Tukey para Tratamientos Pre-germinativos (T) dentro de cada variedad para la variable inicio de germinación de semillas de café, los tratamientos en la variedad Caturra con menor promedio de germinación en días fue el tratamiento ácido giberélico a 100 ml a 48 hr con 28.67 días, seguido de EM al 5% a 48 hr, el testigo tuvo mayor cantidad de días en dar inicio a la germinación de semillas con 35.00 días.

Tabla 3. Prueba de Tukey para tratamientos pre-germinativos dentro de cada variedad sobre el inicio de germinación de semillas de café.

Caturra			Bourbon		
tratamiento	N	Inicio de germinación, Días	tratamiento	N	Inicio de germinación, Días
T9	3	28.67 a	T9	3	34.33 a
T5	3	29.00 b	T10	3	34.67 a
T7	3	29.00 b	T11	3	34.67 a
T8	3	29.00 b	T7	3	34.67 a
T6	3	29.33 bc	T8	3	35.00 a
T10	3	31.33 bc	T5	3	35.33 a
T11	3	31.33 cd	T6	3	35.33 a
T3	3	31.67 d	T3	3	35.67 a
T4	3	31.67 d	T4	3	35.67 a
T2	3	32.00 d	T2	3	36.00 a
T1	3	35.00 d	T1	3	39.67 b

En la variedad Bourbon, el tratamiento con ácido giberélico 100 ml a 48 hr tuvo 34.33 días, seguido de ácido giberélico 200 ml a 24 hr, ácido giberélico 200 ml a 48 hr y EM al 10% a 48 hr con 34.67 días, el mayor tiempo de germinación se dio con el testigo con 39.67 días, además para la variedad Bourbon los tratamientos pre-germinativos son iguales pero diferentes al testigo.

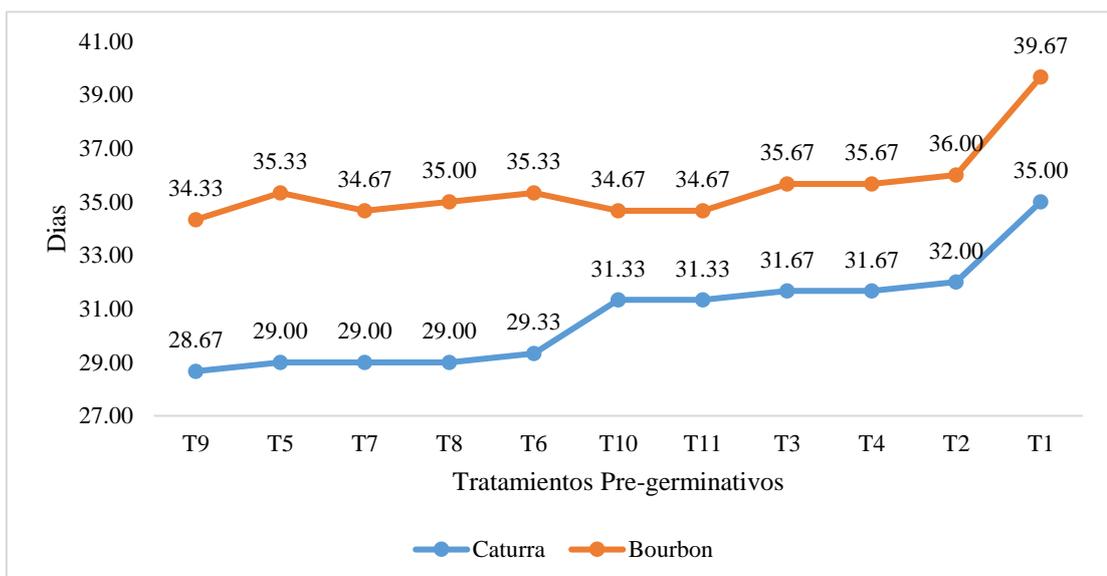


Figura 8. Inicio de germinación de semillas de café por efecto de las variedades y tratamientos pre-germinativos



4.1.1.2. Variedades de café (V) dentro del tratamiento pre-germinativo

Según el resultado del análisis de varianza fue altamente significativo el efecto variedad de café dentro de los tratamientos pre-germinativos, lo cual indica que cada variedad tiene diferente tiempo de inicio de germinación, se observa también en todos los tratamientos pre-germinativos la variedad Caturra tiene una mejor respuesta a la aplicación de cada uno de los tratamientos pre-germinativos comparando con la semilla de la variedad Bourbon.

Los resultados obtenidos con los tratamientos pre-germinativos no responden con optimizar el tiempo de germinación en el café con lo que se discrepa con los reportes de Coa *et al.*, (2014), quienes al usar métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas de café, tuvieron mejores resultados; estos resultados confirman que al aplicar algún tratamiento pre-germinativo se acelerará el inicio de la germinación de semillas, dando como resultado la germinación de semillas en menor tiempo. A la vez, se debe indicar que los tratamientos pre-germinativos influirán en el tiempo de germinación de las semillas, al estar en contacto durante un tiempo, el cual activará los procesos fisiológicos dentro de las semillas, para que dé inicio a la germinación en menor tiempo.

También se debe resaltar que, la temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación (Jara, 1996).

4.1.2. Porcentaje de germinación de semillas de café

El resultado del análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de café, muestra que para el efecto Bloques, Tratamientos pre-germinativos e interacción (Variedades*Tratamientos pre-germinativos) no existe diferencias

estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), dando a entender que la germinación fue similar entre bloques, variedades y tratamientos, lo cual indica los factores en estudio actúan de forma similar sobre el porcentaje de germinación de semillas de café. Por otro lado el coeficiente de variación (CV) igual a 7.11% indica que los datos evaluados a nivel de vivero son confiables.

En la Figura 9, se observa que entre las variedades de café existe similitud en porcentaje de germinación, la variedad de café “Caturra” tuvo mayor porcentaje de germinación con 84.64 %, la “Bourbon” con 83.55 % evaluados a los 50 días de almacigado.

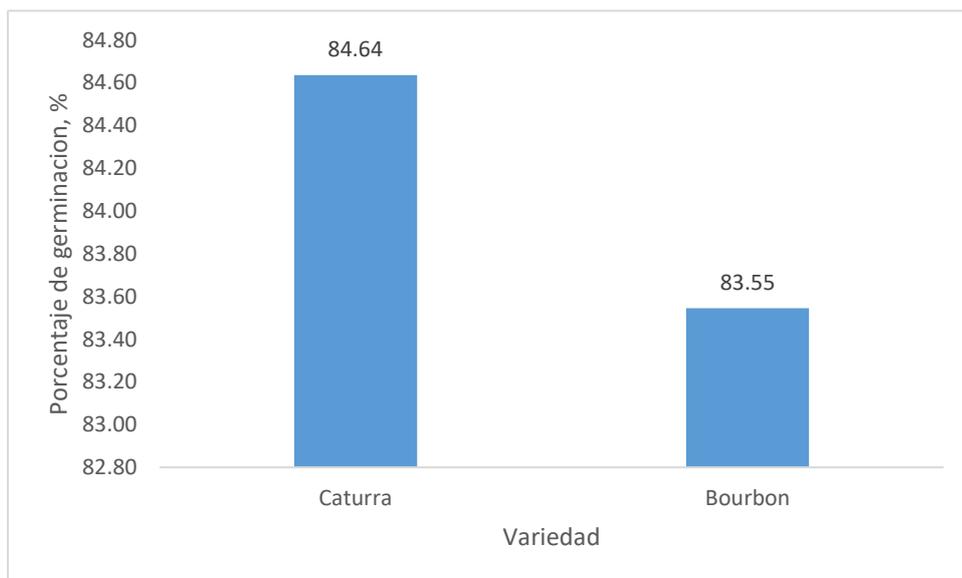


Figura 9. Porcentaje de germinación por variedades de café.

En la Figura 10, se observa que el tratamiento T9 (ácido giberélico 100 ml a 48 hr) con 91.50 % de germinación es superior a los tratamientos pre-germinativos, las diferencias de los tratamientos pre – germinativos no son significativos.

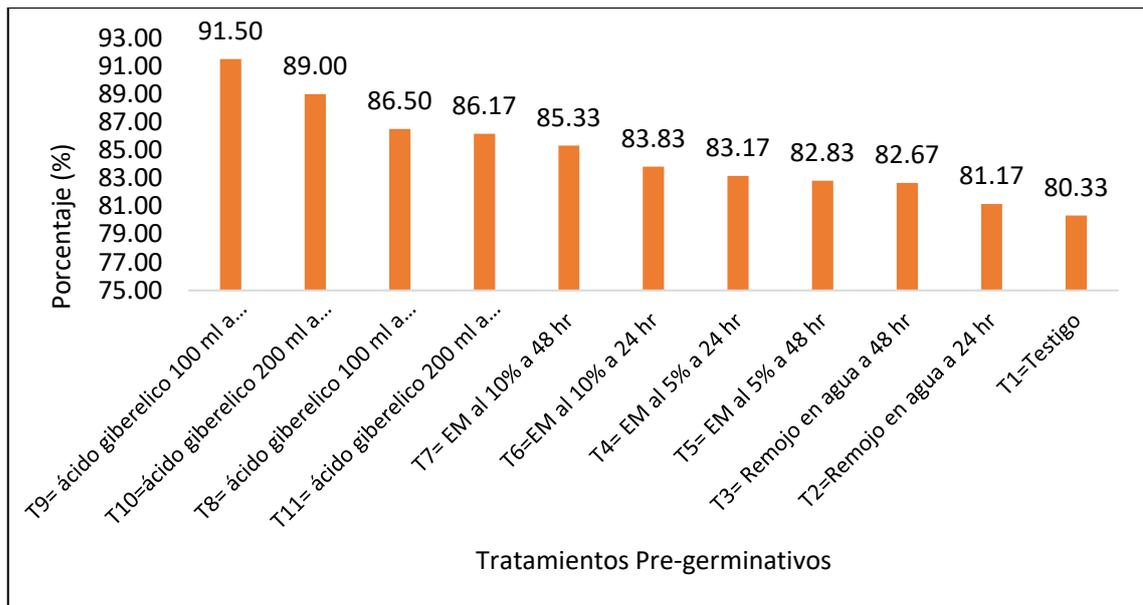


Figura 10. Porcentaje de germinación por tratamientos pre-germinativos.

Los resultados obtenidos en porcentaje de germinación con los tratamientos pre-germinativos son similares al reporte de Quispe (2014), quien al usar tratamientos pre germinativos en el cultivo de algarrobo obtuvo mejores resultados con ácido giberélico a una dosis de 1000 ppm obtuvo mayor porcentaje de germinación con 86.00%, seguido de la aplicación de ácido giberélico a una dosis de 2000 ppm con 85%, con nitrato de potasio con dosis de 1000 ppm y 2000 ppm obtuvo 84.50 y 84.00%; mientras que el testigo obtuvo menor porcentaje de germinación con 79%; estas diferencias se deben a la dosis de aplicación y al tiempo de exposición de las semillas en el tratamiento pre-germinativo, los cuales regulan los procesos fisiológicos de la germinación.

Los resultados obtenidos con diferentes porcentajes de germinación por la influencia de los tratamientos pre-germinativos en las semillas de café, es justificado por Wilson y Loomis (1992) quienes dan a conocer que se acelera los procesos fisiológicos que ocurre en las semillas, lo cual empieza con el humedecimiento de las semillas, lo cual hace que la respiración aumente rápidamente; el aumento de la actividad enzimática, alimento y energía disponible en la semilla en proceso de germinación, desde donde el



alargamiento celular empieza en el embrión y nuevamente se pone en marcha el desarrollo de la nueva planta que había empezado con la fecundación; estos cambios fisiológicos son influenciados con la cantidad de agua dentro de las semillas, lo cual es respaldado por Hartmann y Kester (1995) quienes resaltan la importancia del contenido de agua, es un factor muy importante en la germinación de la semilla.

En la Figura 11 se visualiza que, en la variedad Bourbon, con el tratamiento pre-germinativo ácido giberélico a 200 ml en 24 hr obtuvo el mayor porcentaje de germinación con 90.3 %, seguido de ácido giberélico a 100 ml en 48 hr con 89.3 % de germinación, y EM al 10% en 48 hr con 87.3 %; En la variedad Caturra, los tratamientos pre-germinativo ácido giberélico a 100 ml a 48 hr tuvo mayor porcentaje de germinación con 93.7%, seguido de ácido giberélico a 200 ml en 24 hr con 87.7, el testigo tuvo el más bajo porcentaje de germinación con 80.33% nuestros resultados son similares al reporte de Bello *et al.*, (2016), evaluando tratamientos pre-germinativos en café de semilla escarificada embebida en urea en solución (5 gr/l de agua) durante 48 horas con 79 %, seguido de semilla sin escarificar embebida en urea en solución (5 gr/l de agua) durante 48 horas con 81%; también semilla sin escarificar embebida en agua durante 48 horas (T2) tuvo 75% y el testigo Semilla sin escarificar (con pergamino) seca tuvo 72%; los resultados responden a la aplicación de tratamiento pre-germinativo con mayores porcentajes de germinación.

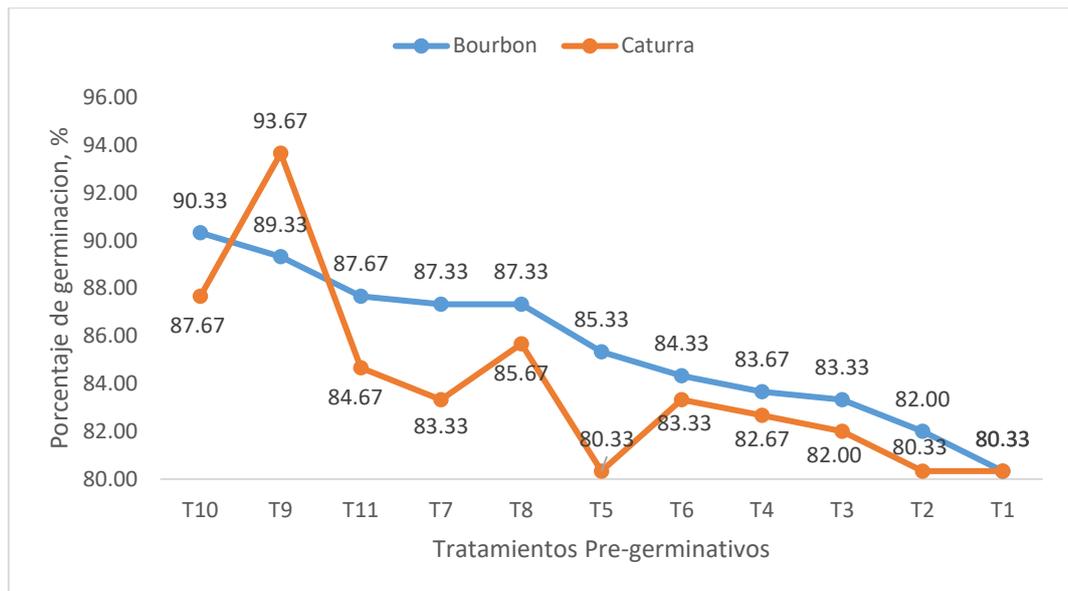


Figura 11. Porcentaje de germinación por variedades de café y tratamientos pre-germinativos.

Si observamos la Figura 12, se visualiza claramente efectos positivos por los tratamientos pre-germinativos en las dos variedades de café, lo cual es corroborado por Valdez (2017), quien al probar diferentes concentraciones de ácido giberélico y tiempo de remojo, obtuvo resultados positivos con la dosis de 400 ppm a 24 hr de remojo y el tratamiento conformado por 1200 ppm a 72 hr de remojo, los cuales obtuvieron un mayor porcentaje de germinación (51%) en semillas de valeriana, un tratamiento conformado por 1200 ppm por 48 hr de remojo con 50%, también confirman el efecto positivo sobre el porcentaje de germinación de semillas al usar dosis del ácido giberélico durante un determinado tiempo de remojo.

Finalmente, no debe olvidarse la calidad de la semilla es un factor determinante sobre el porcentaje de germinación, al usar semillas con buenas características en cuanto a sanidad y peso, se tendrá resultados favorables en la germinación, según Valdez (2017), quien cita Valla (1979), da a conocer que los factores internos como la madurez de la semilla, y factores extrínsecos como la

humedad, temperatura, provisión de oxígeno, presencia o ausencia de luz, y la latencia de la semilla, puede dar como resultado diferentes porcentajes de germinación de semillas.

4.2. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DEL REMOJO, ÁCIDO GIBERÉLICO Y MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CRECIMIENTO DE ALTURA DE PLANTA, NUMERO DE HOJAS Y TAMAÑO DE RAÍZ

4.2.1. Evaluación a los 50 días

4.2.1.1. Tamaño de planta

En la Tabla 4, se observa los resultados del análisis de varianza para tamaño de plantas de café a los 50 días de evaluación, encontrándose que para los efectos Bloques, variedades, tratamiento pre-germinativos y la interacción de Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativo (T) no resultan con diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$).

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza para tamaño de plantas y longitud de raíz de café a los 50 días de evaluación.

Fuente de variabilidad	altura de planta	longitud de raíz
Bloque	ns	ns
Variedad	ns	ns
Tratamientos	ns	ns
Var*Trat	ns	ns
Cv	8.80	6.55
R ²	0.26	0.38
media general	4.20	12.40

4.2.1.2. Tamaño de raíz

Según el análisis de varianza para tamaño de raíz de plántulas de café a los 50 días de evaluación, donde el efecto Bloques, variedades (V) y el efecto de interacción de



Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativos (T) no son significativos ($p \geq 0.05$), entonces son similares los tratamientos en ambas variedades.

4.2.2. Evaluación a los 140 días

4.2.2.1. Tamaño de planta

En la tabla 5, se observa el análisis de varianza para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación, para el efecto Bloque no resulta significativo, para el efecto variedad (V) y la interacción de Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativos (T) son altamente significativas, indicando que entre las variedades son diferentes en el tamaño de plantas de café; para los tratamientos pre-germinativos también influyen, la interacción también indica que ambos factores en estudio actúan de forma dependiente sobre el tamaño de plantas de café. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 10.95% indica que los datos evaluados a nivel de vivero son confiables.

Tabla 5. ANVA para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación.

Fuente	Longitud de raíz	Tamaño de tallo	Numero de hojas/plantas
Efectos principales			
Bloque	ns	ns	ns
Variedad	ns	**	ns
Tratamientos	ns	**	**
Variedad*Tratamientos	ns	*	ns
Efectos simples			
T1 Testigo	ns	ns	ns
T10 ácido giberélico 200 ml a 24 hr	ns	**	ns
T11 ácido giberélico 200 ml a 48 hr	ns	**	ns
T2 Remojo en agua a 24 hr	ns	ns	ns
T3 Remojo en agua a 48 hr	ns	ns	ns
T4 EM al 5% a 24 hr	ns	**	ns
T5 EM al 5% a 48 hr	ns	**	ns
T6 EM al 10% a 24 hr	ns	**	ns
T7 EM al 10% a 48 hr	ns	**	ns
T8 ácido giberélico 100 ml a 24 hr	ns	**	ns
T9 ácido giberélico 100 ml a 48 hr	ns	**	ns
Bourbon	ns	**	*
Caturra	ns	**	*
CV	7.11	10.93	7.89
R ²	0.42	0.86	0.56
Media general	17.17	12.36	3.55

En la Tabla 6, se observa la Prueba de Tukey para variedades de café (V) sobre el tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación, entre las variedades de café existe diferencias en tamaño de plantas, donde la variedad “Bourbon” supera estadísticamente con 16.81 cm a la variedad “Caturra”, que tuvo menor tamaño de planta con 10.81 cm.

La variedad Bourbon poseen características de porte alto, mientras que la variedad Caturra es de porte mediano, debido a esto los resultados de crecimiento a los 140 días se diferencian entre variedades.

Tabla 6. Prueba de Tukey para variedades de café (V) sobre el tamaño de plantas de las plantas de café a los 140 días de evaluación.

Factor	Longitud de raíz, cm	Tamaño de tallo, cm	Numero de hojas / plantas
Variedad			
Caturra	17.74 a	10.81 b	3.51 a
Bourbon	16.60 b	13.90 a	3.58 a
Tratamientos			
T6 EM al 10% a 24 hr	18.04 a	12.66 abc	3.76 a
T7 EM al 10% a 48 hr	17.83 a	13.62 abc	3.76 a
T5 EM al 5% a 48 hr	17.46 a	11.47 cde	3.69 a
T8 ácido giberélico 100 ml a 24 hr	17.38 a	13.89 abc	3.61 a
T9 ácido giberelico 100 ml a 48 hr	17.32 a	13.76 abc	3.67 a
T4 EM al 5% a 24 hr	17.28 a	12.30 bcd	3.61 a
T11 ácido giberélico 200 ml a 48 hr	17.24 a	15.26 a	3.61 a
T10 ácido giberélico 200 ml a 24 hr	16.99 a	14.51 ab	3.58 a
T2 Remojo en agua a 24 hr	16.76 a	9.47 e	3.41 a
T3 Remojo en agua a 48 hr	16.57 a	10.01 de	3.43 a
T1 Testigo	16.06 a	8.98 e	2.89 b

En la Tabla 6, se observa diferencias en el tamaño de planta por variedades de café, donde Caturra tuvo mejor tamaño de planta, lo cual es corroborado por Villacis y Aguilar (2016), quienes tuvieron resultados similares indicando que la altura de planta en la variedad Caturra con 13.15 cm inferior a Bourbon con 15.30 cm, argumentando que estas diferencias se deben a las características morfológicas y genéticas de cada variedad.

Según tratamientos pre-germinativos, el T11 (ácido giberélico 200 ml a 48 hr) tuvo mayor tamaño de planta con 15.26 cm, seguido de T10 (ácido giberélico 200 ml a 24 hr) con 13.89 cm, T8 (ácido giberélico 100 ml a 24 hr) con 13.89 cm, T9 (ácido giberélico 100 ml a 48 hr) con 13.76 cm, T7 (EM al 10% a 48 hr) con 13.62 cm, T6 (EM al 10% a 24 hr) con 12.66 cm. El testigo T1 tuvo 8.98 cm.

El tamaño de planta por el efecto de los tratamientos pre-germinativos vía foliar destaca el ácido giberélico seguido del EM, Villacis y Aguilar (2016), indican que se va a tener resultados diferentes en tamaño de planta según los tratamientos que se aplican a



las variedades de café, donde el tratamiento de 0.5 lt/biol/20lt tuvo 20.51 cm en promedio y en el tratamiento de 1 lt/biol/20lt tuvo 21. 89 cm.

De igual forma Vargas (2018), reporta efectos de los microorganismos eficaces comercial activado al 5 % mayores tamaños de planta en cultivo de cacao a nivel de vivero a comparación de los microorganismos autóctonos y en especial con el testigo; estos resultados demuestran que la aplicación de los microorganismos eficaces tiene efectos positivos en el crecimiento, al igual que cualquier tratamiento foliar aplicado a la planta, Conde (2019), divulga que la aplicación de Microorganismos eficaces a una dosis de 2 l EM/ 2 l agua tuvo efectos en el tamaño de plantas, logrando mayor cantidad con 38.20 cm a comparación de semillas sin tratamiento con EM que tuvo 31.15 cm. La dosis de 3 l EM / 2 l agua tuvo 32.58 cm.

4.2.2.1.1 Tratamientos Pre-germinativos dentro de cada variedad

La diferencia estadística altamente significativa de los tratamientos pre-germinativos dentro de la variedad Bourbon, se diferencian el T11 con 17.38 cm, el T10 con 16.92 cm el T8 con 16.07 pero estos tratamientos no se recomienda porque el tallo tiende a doblarse. El T9 con 15.86 cm los 140 días de evaluación, es el mejor tratamiento.

Se observa el comportamiento para la variedad Caturra donde se recomienda el T9 con 11.66 cm y T8 con 11.71.

Tabla 7. Interacción variedades (V) x Tratamientos Pre-germinativos (T) para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación

Variedad	Tratamiento Pre-germinativo	Tamaño de tallo, cm	Longitud de raíz, cm	Número de hojas / plantas
Bourbon	T1 Testigo	9.15 d	15.44 a	2.93 b
	T10 ácido giberélico 200 ml a 24 hr	16.92 ab	16.17 a	3.52 a
	T11 ácido giberélico 200 ml a 48 hr	17.38 a	16.70 a	3.67 a
	T2 Remojo en agua a 24 hr	9.65 d	16.10 a	3.40 a
	T3 Remojo en agua a 48 hr	10.29 cd	15.78 a	3.44 a
	T4 EM al 5% a 24 hr	13.97 abc	16.96 a	3.74 a
	T5 EM al 5% a 48 hr	13.01 bcd	16.81 a	3.70 a
	T6 EM al 10% a 24 hr	14.96 ab	17.63 a	3.82 a
	T7 EM al 10% a 48 hr	15.66 ab	17.33 a	3.78 a
	T8 ácido giberélico 100 ml a 24 hr	16.07 ab	16.72 a	3.70 a
T9 ácido giberélico 100 ml a 48 hr	15.86 ab	16.99 a	3.67 a	
Caturra	T1 Testigo	8.81 b	16.67 a	2.85 b
	T10 ácido giberélico 200 ml a 24 hr	12.09 ab	17.81 a	3.63 a
	T11 ácido giberélico 200 ml a 48 hr	13.14 a	17.78 a	3.56 a
	T2 Remojo en agua a 24 hr	9.29 ab	17.42 a	3.41 a
	T3 Remojo en agua a 48 hr	9.72 ab	17.35 a	3.41 a
	T4 EM al 5% a 24 hr	10.63 ab	17.60 a	3.48 a
	T5 EM al 5% a 48 hr	9.92 ab	18.10 a	3.67 a
	T6 EM al 10% a 24 hr	10.35 ab	18.45 a	3.71 a
	T7 EM al 10% a 48 hr	11.58 ab	18.32 a	3.74 a
	T8 ácido giberélico 100 ml a 24 hr	11.71 ab	18.03 a	3.52 a
T9 ácido giberélico 100 ml a 48 hr	11.66 ab	17.65 a	3.67 a	

4.2.2.1.2 Variedades de café dentro de cada tratamiento Pre-germinativo

En la tabla 8, se observa el resultado del análisis de varianza de efectos simples para la interacción variedades (V) por tratamiento pre-germinativos (T) sobre tamaño de plantas a los 140 días de evaluación, se muestran también las significancias de las variedades según cada tratamiento pre-germinativo, en donde se observa que dentro de cada tratamiento las variedades de café responden diferentes, en el caso del testigo son iguales.

Tabla 8. Prueba de Tukey para la interacción variedades (V) x Tratamientos Pre-germinativos (T) para tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación

Factor	Variedad	N	Tamaño de tallo, cm	Longitud de raíz, cm	Numero de hojas / plantas
T11:	Bourbon	3	17.38 a	16.70 a	3.67 a
Ácido giberélico 200 ml a 48 hr	Caturra	3	13.14 b	17.78 a	3.56 a
T10:	Bourbon	3	16.92 a	16.17 b	3.52 a
Ácido giberélico 200 ml a 24 hr	Caturra	3	12.09 b	17.81 a	3.63 a
T8:	Bourbon	3	16.07 a	16.72 a	3.7 a
Ácido giberélico 100 ml a 24 hr	Caturra	3	11.71 b	18.03 a	3.52 a
T9:	Bourbon	3	15.86 a	16.99 a	3.67 a
Ácido giberélico 100 ml a 48 hr	Caturra	3	11.66 b	17.65 a	3.67 a
T7:	Bourbon	3	15.66 a	17.33 a	3.78 a
EM al 10% a 48 hr	Caturra	3	11.58 b	18.32 a	3.74 a
T4:	Bourbon	3	13.97 a	16.96 b	3.74 a
EM al 5% a 24 hr	Caturra	3	10.63 b	17.60 a	3.48 a
T6:	Bourbon	3	14.96 a	17.63 a	3.82 a
EM al 10% a 24 hr	Caturra	3	10.35 b	18.45 a	3.71 a
T5:	Bourbon	3	13.01 a	16.81 a	3.70 a
EM al 5% a 48 hr	Caturra	3	9.92 b	18.10 a	3.67 a
T3:	Bourbon	3	10.29 a	15.78 a	3.44 a
Remojo en agua a 48 hr	Caturra	3	9.72 a	17.35 a	3.41 a
T2:	Bourbon	3	9.65 a	16.10 a	3.40 a
Remojo en agua a 24 hr	Caturra	3	9.29 a	17.42 a	3.41 a
T1:	Bourbon	3	9.15 a	15.44 a	2.93 a
Testigo	Caturra	3	8.81 a	16.67 a	2.85 a

En la Figura 12, se visualiza la interacción de variedad de café (V) por Tratamientos Pre-germinativos (T) sobre el tamaño de plantas de café a los 140 días de evaluación, donde en la variedad Bourbon, con el tratamiento pre-germinativo ácido giberélico a 200 ml a 48 hr obtuvo mayor tamaño de planta con 39.67 cm, seguido de ácido giberélico a 200 ml a 24 hr con 36.00 cm, ácido giberélico a 100 ml a 24 hr con 35.67 cm y ácido giberélico a 100 ml a 48 hr con 35.67. El testigo tuvo el más bajo tamaño de planta con 29.00 cm. En la variedad Caturra el tratamiento pre-germinativo ácido giberélico a 200 ml bajo 48 hr tuvo mayor tamaño de planta con 35.00 cm, seguido de

ácido giberélico a 200 ml bajo 24 hr con 34.67 cm, ácido giberélico a 100 ml bajo 24 hr con 34.67 cm; el testigo tuvo 28.67 cm en promedio.

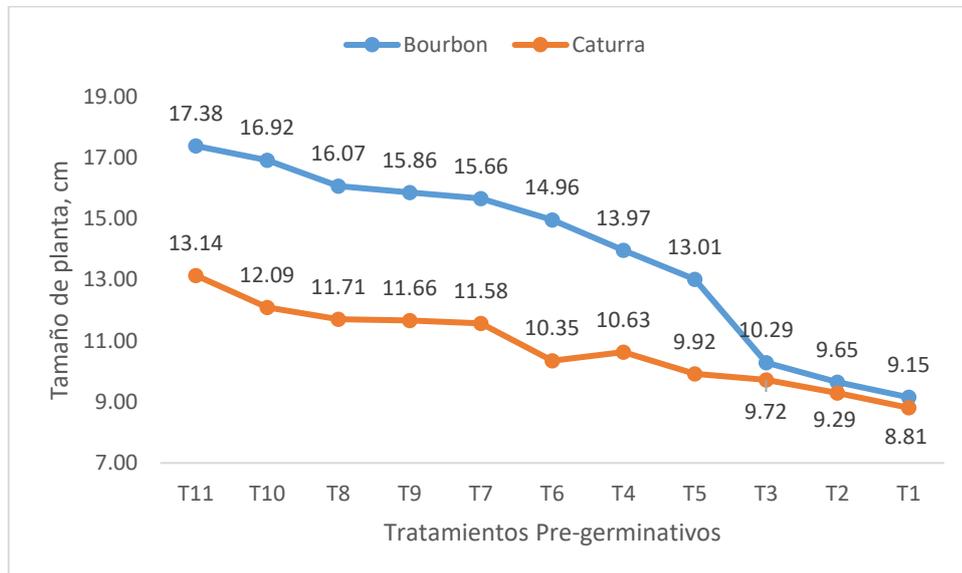


Figura 12. Tamaño de plantas de café por variedades de café con tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación.

En la Figura 12, se muestra que los mejores resultados se tuvieron con ácido giberélico seguido del EM, lo cual se respalda al reporte indicado por Villacis y Aguilar (2016), quienes tuvieron resultados similares estadísticamente en las variedades Caturra y Bourbon al aplicarles diferentes dosis de biol, siendo la dosis de 1 lt/biol/20lt en la variedad Bourbon con 15.23 cm, seguido de la variedad Caturra con 14.12 cm. Mientras que con la dosis de 0.5 lt/biol/20lt, la variedad Bourbon se tuvo 13.21 cm y la variedad Caturra con 12.78 cm en promedio. Estos resultados confirman los efectos de los tratamientos vía foliar, los cuales influyeron en el mayor crecimiento de las plantas a nivel de vivero.

4.2.2.2. Tamaño de raíz a los 140 días

En la tabla 7 se observa el análisis varianza para tamaño de raíz plantas de café a los 140 días de evaluación, donde para los Bloques no existe diferencias estadísticas



significativas, dando a entender que el tamaño de raíces fue similar entre bloques; para las variedades (V) existe diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que entre las variedades existe diferencias en el tamaño de raíz de plantas de café; para los tratamiento pre-germinativos, se muestra que no hay diferencias estadísticas significativas, dando a conocer que entre los tratamientos pre-germinativos no existe diferencias en el tamaño de raíz plantas de café; además para la interacción de Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativos (T), no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que ambos factores en estudio actúan de forma independiente sobre el tamaño de raíz de plantas de café. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.12% indica que los datos evaluados a nivel de vivero son confiables.

En la Figura 13, el tamaño de raíz de plántones de café a los 140 días de evaluación según las variedades (V), existen diferencias estadísticas en tamaño de raíz, donde la variedad “Caturra” supera estadísticamente con 17.74 cm a la variedad “Bourbon” que tuvo menor tamaño de raíz con 16.60 cm en promedio.

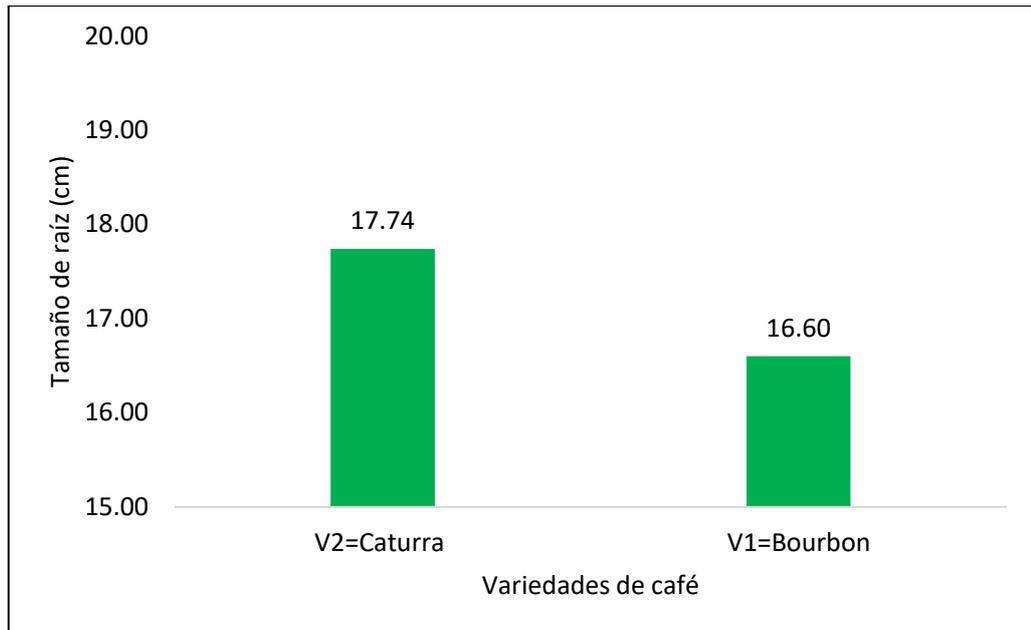


Figura 13. Tamaño de raíz de plantas de café por variedades de café a los 140 días de evaluación.

En la Figura 14, se observa que el tratamiento T6= EM al 10% a 24 hr tuvo mayor tamaño de raíz con 18.04 cm, seguido de EM al 10% a 48 hr con 17.83 cm, EM al 5% a 48 hr con 17.46 cm, ácido giberelico 100 ml a 24 hr tuvo 17.38 cm. El testigo T1 tuvo 16.06 cm.

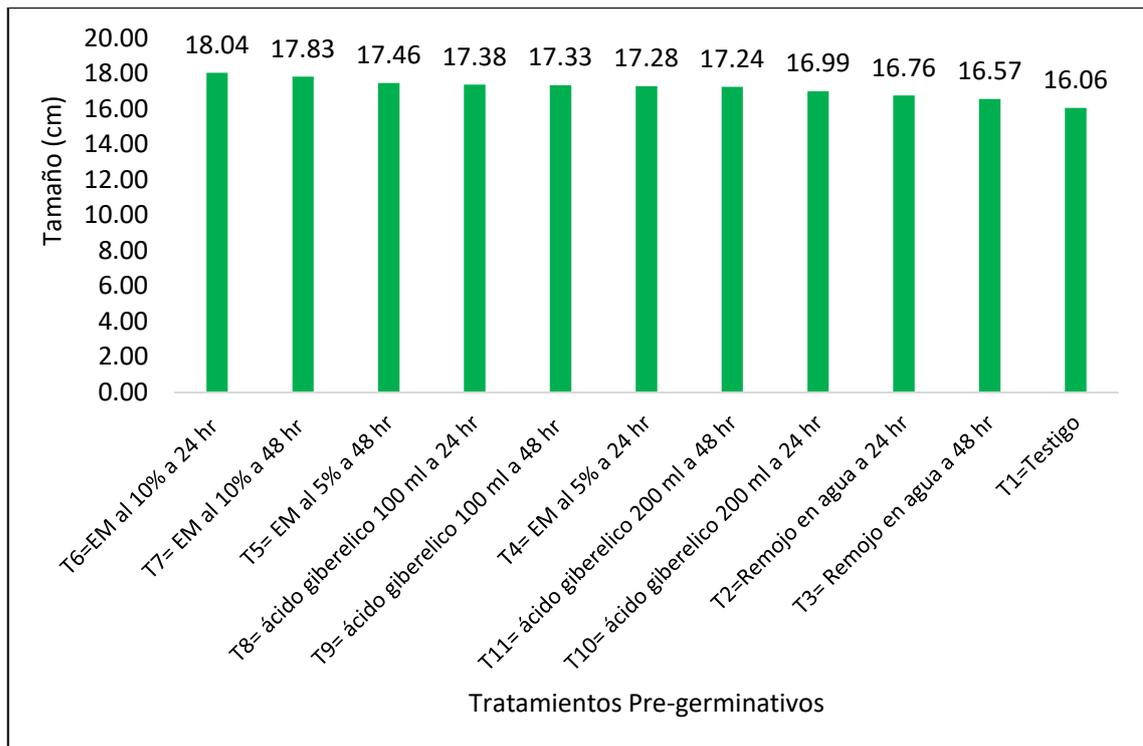


Figura 14. Tamaño de raíz de plantas de café por tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación

En la Figura 14, se observa diferentes tamaños de raíz por el efecto de los tratamientos aplicados diferenciándose en la dosis de aplicación, estos efectos en el tamaño de raíz también se tienen al aplicar abonos orgánicos, lo cual se corrobora con lo manifestado por Gonzáles (2014) quien al usar en plántones de cacao, con el producto comercial de micorriza *Micobacter* tuvo mayor tamaño con 22.07 cm, seguido del producto *Ecofungi* con 22.03 cm, mientras que el testigo tuvo menor tamaño de raíz con 20.16 cm; estos resultados demuestran que la aplicación de un tratamiento como el abono orgánico tendrá efectos en el tamaño de las raíces de las plantas.

En la Figura 15, se visualiza que, en la variedad Bourbon, con el tratamiento pre-germinativo EM al 10% a 24 hr con 17.63 cm, tuvo mayor tamaño de raíz, seguido de EM al 10% a 48 hr con 17.33 cm, ácido giberélico a 100 ml bajo 48 hr con 17.00 cm, EM al 5% a 24 hr con 16.69 cm. El testigo tuvo el más bajo tamaño de raíz con 15.44 cm. En la variedad Caturra, con el tratamiento pre-germinativo EM al 10% a 24 hr con 18.46 cm,

tuvo mayor tamaño de raíz, seguido de EM al 10% a 48 hr con 18.32 cm, EM al 5% a 48 hr con 18.10 cm, ácido giberélico a 100 ml bajo 24 hr con 18.03 cm.; el testigo tuvo 16.67 cm en promedio.

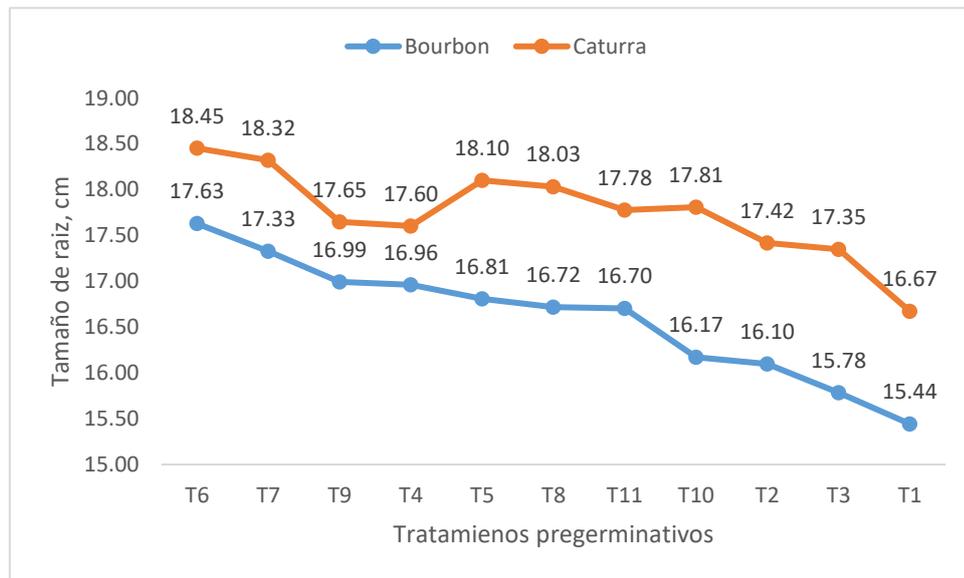


Figura 15. Tamaño de raíz en plantas de café por variedades de café con tratamientos pre-germinativos a los 50 días de evaluación.

4.2.2.3. Número de hojas

En la tabla 7, se observa el análisis de varianza para el número de hojas por planta de café a los 140 días de evaluación, en donde para los bloques no existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que el número de hojas fue similar entre bloques; para las variedades (V) no existen diferencias estadísticas significativas, indicando que entre las variedades no existen diferencias en el número de hojas por planta de café; para los tratamientos pre-germinativos, también se muestra que hay diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que entre los tratamientos pre-germinativos existen diferencias en el número de hojas por planta de café; además para la interacción de Variedades (V) por Tratamientos pre-germinativos (T), no hubo

diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que ambos factores en estudio actúan de forma independiente sobre número de hojas por planta de café. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.89% indica que los datos evaluados a nivel de vivero son confiables.

Se observa que entre las variedades de café existe similitud en número de hojas por planta de café, pero la variedad de café “Bourbon” supera con 3.58 hojas en promedio a la variedad “Caturra”, que tuvo menor número de hojas por planta con 3.51 cm en promedio.

En la Figura 16, se observa el número de hojas de café a los 140 días de evaluación según Tratamientos Pre-germinativos (T), los cuales estadísticamente son iguales, además el testigo tuvo la menor cantidad de hojas por planta con 2.89 hojas y esta es diferente a los tratamientos pre-germinativos.

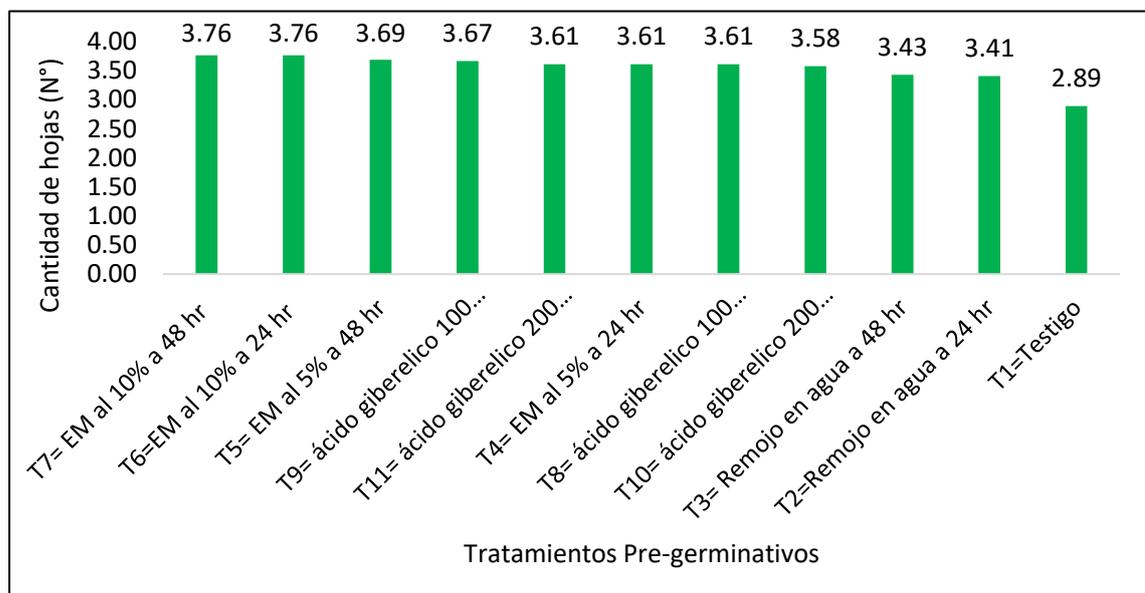


Figura 16. Número de hojas en plantas de café por tratamientos pre-germinativos a los 140 días de evaluación.



Conde (2019) reporta los beneficios del EM en semillas de palto, donde la dosis de 2 l EM/ 2 l agua tuvo mayor cantidad con 14.75 hojas a comparación de semillas sin tratamiento con EM que tuvo 13.50 hojas. La dosis de 3 l EM / 2 l agua tuvo 15.00 hojas.

Por otro lado, Gonzáles (2014), indica que, al usar micorrizas como abono en plántones de cacao, la mayor cantidad se tuvo con producto comercial de micorriza Ecoflora con 8.7 hojas, Mycobacter, Ecofungi y Mykorrisa tuvieron 8.5 hojas, los cuales fueron superiores al testigo con 8.4 hojas; estos resultados demuestran que la aplicación de un tratamiento como el abono siempre tendrá efectos positivos en las plantas.

4.2.3. Análisis de rentabilidad

En la Tabla 9 se muestra el análisis de costos de producción de plantas de café aplicando los tratamientos pre-germinativos, en donde se observa que el testigo tiene una mayor rentabilidad pero sin eficiencia en la aceleración de la germinación y crecimiento con una rentabilidad del 59.26 %, seguido por la aplicación de ácido giberélico a 100 ml en 48 hr con una rentabilidad del 56.07 % y una eficiencia de -5 días, con una altura de 13.76 cm con una eficiencia de 40 días en el crecimiento. La aplicación de microorganismos eficaces al 5 % en 48 hr, con una rentabilidad del 56.07 %, con una eficiencia de -5.00 a la germinación y un tamaño de planta de 11.47 cm en crecimiento de plántones, vemos que las rentabilidades son más o menos similares, pero si añade el criterio del tiempo de germinación lo más favorable es que sea corto lo cual en la Variedad Caturra resulta con 28.67 Días y en la variedad Bourbon con 34 días.

Tabla 9. Resumen del análisis económico en la producción de plantas de café según tratamiento Pre-germinativo para 5000 plantulas.

Tratamientos	Costos			Beneficio costo, S/.	Días germinación	Eficiencia	Numero de hojas a los 140 días	Tamaño de tallo, cm
	Costos Directos S/.	Costo indirectos (1% CD), S/.	Costo total, S/.					
T1	2016.70	20.17	2036.87	2.455	37.33	0.00	3	8.98 e
T2	2016.70	20.17	2036.87	2.455	34.00	-3.33	3	9.47 e
T3	2016.70	20.17	2036.87	2.455	33.67	-3.66	3	10.01 de
T4	2171.70	21.72	2193.42	2.280	33.67	-3.66	4	12.30 bcd
T5	2171.70	21.72	2193.42	2.280	32.17	-5.16	4	11.47 cde
T6	2176.70	21.77	2198.47	2.274	32.33	-5.00	4	12.66 abc
T7	2176.70	21.77	2198.47	2.274	31.83	-5.5	4	13.62 abc
T8	2174.70	21.75	2196.45	2.276	32.00	-5.33	4	13.89 abc
T9	2174.70	21.75	2196.45	2.276	31.50	-5.83	4	13.76 abc
T10	2182.70	21.83	2204.53	2.268	33.00	-4.33	4	14.51 ab
T11	2182.70	21.83	2204.53	2.268	33.00	-4.33	4	15.26 a



V. CONCLUSIONES

La aplicación de ácido giberélico 100 ml y EM al 10% ambos durante 48 horas de remojo aceleran la germinación en 7 días frente al testigo.

Los aplicación de ácido giberélico 100 ml y EM al 10% con 48 horas de remojo logran los mejores crecimientos de los plántones con una diferencia promedio 2.81 cm en la variedad caturra y de 6.61 cm en la variedad bourbon frente al testigo. Respecto a la formación de hojas los tratamientos intensifican la formación de hojas, teniendo la misma tendencia para ambas variedades y tratamientos.



VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se recomienda usar ácido giberélico a una dosis de 100 ml en 48 horas de remojo.

Se recomienda realizar estudios de la aplicación ácido giberélico 100 ml y microorganismos eficaces 10 % teniendo en cuenta la calidad de plantones.

Se recomienda estudiar los efectos de los tratamientos evaluando la productividad en campo definitivo.



VII. REFERENCIAS

- Intriago, L. (2012). *Efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero*. Tesis (Pregrado). Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 89 p. disponible en:
<http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/3420/1/EFFECTOS%20DE%20DIFERENTES%20TIPOS%20Y%20VOLUMENES%20DE%20SUBSTRATOS%20EN%20EL%20DESARROLLO%20VEGETATIVO%20DE%20PLANTULAS%20DE%20CAFE%20ARABIGO%20A%20NIVEL%20DE%20VIVERO.pdf>
- Alvarado, M., y Rojas, G. (2007). El cultivo y beneficio del café. Costa Rica. Segunda reimpresión. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/757/75726134008.pdf>
- Álvarez G. (2006). Propagación de plantas y manejo de viveros. Loja – Ecu. 52 p.
- ANACAFÉ. (2006). Semilleros y Almacigos. Disponible en:
https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_SemillerosyAlmacigos
- ANACAFE. (2012). Caficultura, semilleros y almacigos. Asociación Nacional del café, Guatemala, Centro América.
- ANACAFE. (1998). *Manual de caficultura. Guatemala*. 159 p.
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, B., Salazar, L. y Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. p 309. Disponible en:
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/1/Sistemas%20producci%C3%B3n%20caf%C3%A9%20Colombia.pdf>
- Arcila-Pulgarin, J., Buhr, L., Bleiholder, H., Hack, H. y Wicke, H. (2001). Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del



desarrollo de la planta de café *Coffea* sp. Boletín Técnico CENICAFÉ.

Disponible en:

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/578/3/bot0023.pdf>

Arias, N. (2012). Taxonomía del café. Disponible en:

<http://cafecooludec.blogspot.com/2012/10/taxonomia-del-cafe.html>

BID. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Disponible en:

www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf.

Bello L., Daza, D., Forero, J., Linares, M. y Lesmes, R. (2016). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo. Revista SENNOVA (Colombia). Vol. 2 No. 1. 26 p. Disponible en:

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/542>

Benites, J. (2015). Entrevista al diario GESTIÓN. Disponible en:

<http://gestion.pe/economia/minagri-peru-segundo-productor-y-exportador-mundial-cafe-organico-2129235>

Blandón, J. (2008). Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria: Zamorano. Honduras. 26 p. Disponible en:

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf>

Borner, F. (1985). Glosario de términos sobre germinación de semillas para especialistas en arboles semilleros. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

New Orleans, Louisiana. 8 p. Disponible en: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?request_locale=es&recordID=US201300070640&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=



- Brock, D. y Madigan, M. (1993). Microbiología. 6ta. Ed. Naulcalpan de Juarez: Prentice Hall. Hispanoamericana. Disponible en:
https://www.academia.edu/38755861/Microbiolog%C3%ADa_m%C3%A9dica_Murray_6ta_edici%C3%B3n
- Camacho, Z. (1991). Efectos de los bioestimulantes en semilleros y viveros del café *Coffea arabica* L. variedad Caturra en la zona de Ventanas. Pregrado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Técnica de Babahoyo, 36 pp.
- Campo, M., Acosta, S., Morales, V. y Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de Montaña (MM) en la producción de Acelga en la meseta de Popayán-Colombia. Rev. Bio. Agro vol.12 No.1 Popayán Jan./June 2014. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a10.pdf>
- Cartagena, J., y Barreto, J. (2000). Efecto del ácido giberélico y el método de siembra en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de Anona Colorada (*Annona reticulata* L.). Medellín: Rev. Fac. Nac. Agr. 51(2), pp. 235-244. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/40102>
- Castro, A., Rivillas, C., Serna, C. y Mejía, C. (2008). Germinadores de café, construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costo. CENICAFÉ, boletín informativo, 12 p. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0368.pdf>
- CENICAFE. (2011). Almacigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Edición Sandra Milena. Colombia. 8 p. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/documents/AVT0404.pdf>



- Chilon, E. y Chilon, H. (2014). Compost altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos. CienciAgro, Bolivia. Disponible en: https://www.buscagro.com/detalles/Compost-altoandino-e-interaccion-con-harina-de-rocas-y-su-ef---72157.html?_cf_chl_managed_tk__=pmd_StZUYOYLYuG9yI1gDBH7RIGZt7KNCzf3N0RYzUPuLvU-1634330054-0-gqNtZGzNAzujcnBszRIR
- CICAFE (Centro de Investigaciones en Café). (2011). Guía técnica para el cultivo del café. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de investigaciones en Café CICAFE. 72 p. Disponible en: <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>
- Coa, M., Méndez, J., Silva, R. y Mundarain, 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. Volumen 32(1). pp 43-53. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292014000100006&script=sci_abstract
- Coelho, R. (2008). *Colonização micorrízica, nutrição e morfologia do cafeeiro em monocultivo e sistemas agroflorestais*. Tesis (Maestría) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista. Disponible en: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2020/10/renato-alves-coelho.pdf>
- COFENAC (2012). Consejo Cafetalero Nacional - El Sector Cafetalero del Ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo- Ecuador. 60 p. Disponible en:



<https://www.yumpu.com/es/document/read/50537034/d-i-a-g-n-a-s-t-i-c-o-consejo-cafetalero-nacional-cofenac>

COFENAC. (2012). Consejo Cafetalero Nacional, Informe técnico 2010. Disponible en:

http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf

Conde, P. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (Persea americana Mill.)*. Tesis (pregrado), Ayacucho. Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 119 p. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3553>

CORCASAN RL (2019). Cooperativa Agropecuaria de Crédito y Servicio Regional de Cafetaleros de San Juan del Río Coco, Plagas y enfermedades que afectan el cultivo del café, (1), 2-20.

Cuba, N. (2010). Manual para el cultivo de café en Yungas. La Paz, Bolivia. Disponible en: <http://www.bibvirtual.ucb.edu.bo:8000/opac/Record/186510>

DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo). (2012). Producción de cafés especiales. Lima, Perú. Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C. Disponible en: https://issuu.com/revistaelcafetalero/docs/produccion_de_cafes_especiales.

Duicela, L. (2011). Manejo Sostenible de fincas cafetaleras: Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de calidad en las organizaciones de productores. 1 Ed. Consejo Cafetalero Nacional. Manta-Ecuador. CGRAF. 33,34, 60 p.



- Duicela, L. Corral, R. y Fernández, F. (2001). Producción de café arábigo, Guía para el Caficultor Ecuatoriano. 1 era ed. Impresión artes Grafica Silva. COFENAC, Manabí – Ecuador. 83 p.
- Duran, F. (2010). Cultivo del Café. Grupo Latino Editores S.A.S. Colombia. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-574132229-libro-cultivo-del-cafe- JM>
- Echevarria, I. (2012). *Comparativo en vivero de cinco variedades de Café (Coffea arabica L.)* en San Ramón, Chanchamayo. Tesis (pregrado), Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- El Comercio. (2015). Café: producción histórica local se recuperará a partir de 2017. El Comercio. Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/peru>
- EM Producción y Tecnología S, A. (2007). Guía de la Tecnología EM. Disponible en: www.infoagro.go.cr/Inforegiones/.../Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf
- FAO (2004). Organización para la Agricultura y la Alimentación, Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas. Cultivo de café. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0v.htm>
- FAPECAFES. (2009). Café Orgánico, Café Arábigo con Enfoque Agroecológico. Primera edición, PRODEL. Loja – Ecu. 57 p.
- Fischersworrin, B. y Robkamp, R. (2001). Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Editorial López. 152 p.
- Forero, C. (2009). Monografías sobre el galactomanano del grano del café y su importancia en el procesamiento para la obtención de cafe soluble. Disponible en: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/89.pdf>



- Garzón, V. (2013). Almácigos de café. Obtenido de Producción de chapolas y Almácigos de café Variedad Castillo siguiendo los criterios de calidad. Disponible en: <http://viverogarzon.blogspot.com/2013/08/produccion-de-chapolas-y-almacigos-de.html>
- Goigochea, D. (2014). *Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (Phaseolus vulgaris) 51 variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas. San Martín-Perú*. Tesis (pregrado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/551>
- Gómez, G. (2004). Cultivo y Beneficio del Café. Primera edición 1.894. Primera reedición, marzo de 1.998. México. 138 p. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/757/75726134008.pdf>
- Gonzales, C. (2014). *Aplicación de micorrizas y un mycobacter en viveros de cacao (Theobroma cacao L)*. Tesis (pregrado), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala. Ecuador. 65 p. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/933>
- González, D. (2001). *Comparación entre la bolsa y el "cono macetero" o "tubete" en la producción de plantas de café. Guatemala*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano. Honduras. 30 p. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/68743389/Bolsa-vs-Tubete-enCafe#download>.
- Guerrero, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. Disponible en:



<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=107573>

Gutiérrez, S. (2015). Semilleros y almácigos. Recuperado el 10 de noviembre de 2018,

Disponible en:

https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_SemillerosyAlmacigos

Hartmann, H. y Kester, D. (1995). Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad.

AM Ambrosio. 48 reimpressiones. México, Continental. 760 p. Disponible en:

<https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1510>

Herrera, S., y Duicela, G. (988). Manual práctico de semilleros y viveros de café. Manual

práctico de semilleros y viveros de café. Quevedo, Los Rios, Ecuador: INIAP.

Obtenido de Manual práctico de semilleros y viveros de café. Disponible en:

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf

IICA (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos filogenéticos. 1ra

ed. San Salvador. 80 p. Disponible en:

<http://repiica.iica.int/docs/B1154e/B1154e.pdf>

Illanes, C. (2014). *Ensayos de tratamientos pre germinativos en semillas de aguaje*

(*Mauritia Flexuosa* L.f.) en Tingo María, Perú. Tesis (Pregrado). Facultad De

Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María. 124 p. Disponible en:

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/623>

INATEC (2016). Instituto Nacional Tecnológico. Viveros y semilleros. Manual del

protagonista. Nicaragua. 84 p. Disponible en:



<https://es.readkong.com/page/viveros-y-semilleros-manual-del-protagonista-7907477>

INFOAGRO. (2011). Guía de la Tecnología de EM. Disponible en:
www.infoagro.go.cr/Inforegiones/.../Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf

INIAP (1993). Manual de cultivo de café. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. 256 p. Disponible en:
<file:///C:/Users/user/Downloads/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe.pdf>

INTA (2018). Manual del Vivero. Ministerio de Agrindustria. Buenos Aies, Argentina. 178 p. Recuperado de web:

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf

Jara, D. (2017). *Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántones de café (Coffea arabica) en el caserío Nuevo Amazonas, distrito yamón, provincia Utcubamba – Amazonas*. Tesis (Pregrado). Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional “Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas”. Chachapoyas, Perú. 90 p. Disponible en:

<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1266>

Jara, LF. (1996). Biología de semillas forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

JATHA–MUHU. (2009). *Pueblos Aymaras y Producción Agropecuaria–Ecológica. Influencia de la aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa*. (Tesis), Instituto Peruano de Investigación Quechua



Aymara JATHA–MUHU. Disponible en: <http://jatha-muhu.org/revista/percy.pdf>

MAGFOR (2005). Ministerio Agropecuario y Forestal, Nuevas tecnologías de viveros en Nicaragua. Obtenido de Primera edición. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://www.magfor.gob.ni/descargas/libros/NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20DE%20VIVEROS.pdf>

Márquez, K., Arévalo, L. y Gonzales, R. (2014). Efecto del abonamiento nitrogenado sobre la roya amarilla (*Hemileia vastratix* Berck et Br.) en dos variedades de *Coffea arabica* L. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica vol. 23. (1) 57-66. Disponible en: <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/8>

Medina, M., y Quezada, M. (2004). Efecto del periodo de maduración del estiércol bovino sobre el comportamiento productivo de lombrices rojas en la zona de Camoapa. Camoapa, Nicaragua. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2717/>

Monroig, M. (2012). Ecos del Café. Obtenido de Manual Propagación del Cafeto. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id48.htm>

Montecé, M. (2016). *Evaluación de almácigo de café (Coffea) bajo diferentes sistemas de siembra y sustratos en la zona de Vinces. Perfil de investigación. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias para el Desarrollo, tesis (pregrado), Universidad de Guayaquil. Vinces, Los Ríos, Ecuador. 73 p.* Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18966>

Moreno, G. (2000). La variedad Colombia: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. CENICAFE. Boletín Técnico N° 22. Caldas, Colombia. 32 p. Disponible en:



<https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/592>

Navarro, S. (2019). *Dosis y frecuencias de aplicación foliar de microorganismos eficaces (em) y su efecto en el rendimiento de los frutos del “ají habanero” (Capsicum chinense Jacq.) en el sector de Cieneguillo Sur, Sullana - Piura*. Tesis (Pregrado). Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 86 p. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1782>

Parra, G. (2006). Efecto del Ácido giberélico sobre la capacidad de germinación de semilla de Chilpetín (*Capsicum frutescens*). Huacho – Perú. Trabajo (pregrado). Instituto Tecnológico de Sonora, Biotecnología y Ciencias Alimentarias. México.

Peñafiel, B. y Donoso, M. (2004). “*Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus) híbrido atar ha-435*” tesis (pregrado). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/695/69530103/69530103.html>.

Peretti, A. (1994). Manual de Análisis de semillas. 1ra ed. Argentina.

Pino, R. (2014). *Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (Ferti EM) en el cultivo de un ecotipo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.), en el distrito de Lamas, Región San Martín*. Tesis (pregrado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Región San Martín, Perú. 59 págs. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/671>

Programa Pase (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú). (2007). Manual para la producción de compost con Microorganismos Eficaces. Lima, Perú.



- Quiminet. (2012). Usos y aplicaciones del hipoclorito de sodio. Disponible en:
<http://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-hipoclorito-de-sodio-2555821.htm>
- Quispe, J. (2014). Análisis de germinación de la semilla botánica de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth) utilizando cinco tratamientos pre germinativos. Tesis (pregrado). Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 88 p. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/394>
- Rodríguez, J. y Nieto, M. (1999). Investigación de semillas forestales nativas. INSEFOR. Ministerio de Agricultura. Colombia. 89 p. Disponible en:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005027/SEMILLASforestales.pdf>
- Rodríguez, M. (2009). Manejo de viveros. Programa de Cafés especiales de CAFÉ MONTE VERDE. Amazonas, Perú.
- Salamanca, J. y Sadeghian, K. (2008). Almácigos de café con distintas porciones de lombrínaza en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica. CENICAFE 59. 12 p. Disponible en:
[http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/217/1/arc059\(02\)91-102.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/217/1/arc059(02)91-102.pdf)
- Saldivar, P., Laguna, A. y Gutierrez, F. (2010). Ácido giberélico en la Germinación de semillas de Jaltomata procumbes (CAV.) J.L. GENTRY. Revista Agronomía Mesoamericana 21 (2), pp. 327-331. Disponible en:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200012



- Salinas, B. y Saritama, S. (2013). *Influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, en Yantzaza y Chaguarpamba*. Tesis (pregrado), Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica.. Loja – Ecuador. 98 p.
- Sánchez, E. (2002). Guía técnica del cultivo de café, germinadero, vivero y fertilización. El ABC del café. Perú.
- Sosa, J. (2014). Proceso de selección de semilla de café. Lima: Agencia de Extensión Agraria de Gáldar. Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/9935-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11457-1-10-20170306.pdf>
- Sotomayor, H., y Duicela, G. (1988). Manual práctico de semilleros y viveros de café. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Estación Experimental Tropical Pichilingue. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1633>
- Srivastava, M. (2002). Gibberellins. Plant Growth and Development: Hormones and Environment (en inglés). San Diego, California: Associated Press. pp. 171-190. ISBN 978-0-12-660570-9.
- Teruo, H. (1993). Una revolución para salvar la Tierra. Japon: primera edición. Disponible en: <https://www.terra.org/categorias/libros/una-revolucion-para-salvar-la-tierra>
- Trujillo, E. (1996). Recolección y Procesamiento de semillas forestales- INSEFOR CONIF. Cajamarca - Perú. 150 p.
- Tulio, M. (2008). Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. INIAP.



- Tut, O. (2014). Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* rose); Santa Catalina LA tinta, Alta Verapaz. San Juan Chamelco, Alta Verapaz, Guatemala.
- UNICAFE (Unión Nicaraguense de Cafetaleros). (1996). Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Ureña, J. (2009). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en los cultivos de café en asocio con aguacate: Para los productores de la Asociación de Frutales de Llano Bonito. 53 p. Disponible en:
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00190.pdf>
- Valdez, M. (2017). *Caracterización morfológica y germinación de la semilla de valeriana (Valeriana pilosa Ruiz & Pav.)*. Tesis (Pregrado). Escuela Académico Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 69 p.
- Valla, J. (1979). Botánica: morfología de las plantas superiores. ed. Argentina, Edit. Hemisferio sur S.A. 332p.
- Varese, E. y Rojas, J. (2012). Caficultura Sustentable I (Stichting Interkerkelijke Aktie Voor Latijns Amerika 'Solidaridad') 102 pp.
- Vargas, R. (2018). *Aplicación de Microorganismos Eficientes EM en la producción de plantones de Theobroma cacao L. "cacao" en condiciones de vivero*. Tesis de Pregrado. Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga. Ayacucho, Perú. 70 p.
- Velásquez, J., Melgarejo, L. y Magnitskiy, S. (2011). Tratamientos pre-germinativos en semilla de Gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Revista La Granja 12(2), pp.28-31.



- Villacis, P. y Aguilar, T. (2016). *Comportamiento agronómico de cinco variedades de café (Coffea arábica L.), sometido a diferentes aplicaciones foliares de biol.* Tesis (Pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo de los Tsáchilas. 51 p
- Villarreyna, E. (2020). *Manejo agronómico del cultivo de café (Coffea arabica L.) en etapa de vivero, variedad Parainema, San Juan Del Rio Coco, Madriz, Nicaragua, 2019*, Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 p. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01v721.pdf>
- Wilson, C., Loomis, W. (1992). *Botánica*. Trad IL de Coll. México, D.F., México, Limusa. 682 p.

ANEXOS

Tabla 10. Datos de inicio de germinación de semillas de café en días

Bloque	Variedad	Tratamiento	Trat	Hora	Inicio De Germinación	Porcentaje De Germinación	Raíz		Tallo		Raíz		Tallo		Hojas	
							Inicio	Final								
I	Bourbon	T1	TEST	0	40	78	9.78	3.66	15.46	8.59	2.67					
I	Bourbon	T2	TEST	24	36	78	11.82	4.73	14.57	11.03	3.44					
I	Bourbon	T3	TEST	48	36	78	11.10	4.29	15.06	11.13	3.33					
I	Bourbon	T4	EM5	24	36	80	12.30	4.02	16.89	13.39	3.56					
I	Bourbon	T5	EM5	48	35	84	13.68	4.09	16.76	14.44	4.11					
I	Bourbon	T6	EM10	24	35	80	13.28	3.88	16.18	14.33	3.56					
I	Bourbon	T7	EM10	48	35	82	13.73	4.70	17.94	15.52	3.67					
I	Bourbon	T8	AG10	24	35	76	13.18	4.16	16.29	14.42	3.89					
I	Bourbon	T9	AG10	48	34	91	11.93	4.03	16.09	15.66	3.11					
I	Bourbon	T10	AG20	24	35	89	11.90	4.04	17.63	17.90	3.78					
I	Bourbon	T11	AG20	48	35	91	10.93	4.13	16.94	16.71	3.44					
I	CATURA	T1	TEST	0	35	86	11.88	3.58	18.77	8.16	2.67					
I	CATURA	T2	TEST	24	32	86	11.17	3.63	18.27	9.50	3.33					
I	CATURA	T3	TEST	48	32	83	12.18	4.10	16.37	8.47	3.11					
I	CATURA	T4	EM5	24	33	63	11.74	3.82	16.77	9.10	3.22					
I	CATURA	T5	EM5	48	29	81	13.00	4.17	18.34	9.64	3.89					
I	CATURA	T6	EM10	24	30	90	13.12	3.78	18.43	9.71	3.67					
I	CATURA	T7	EM10	48	28	86	13.40	4.32	18.80	11.90	3.67					
I	CATURA	T8	AG10	24	29	79	13.73	4.61	18.80	11.66	3.44					
I	CATURA	T9	AG10	48	28	89	11.23	4.41	19.40	12.63	3.11					
I	CATURA	T10	AG20	24	31	87	13.14	5.33	17.13	11.58	3.78					
I	CATURA	T11	AG20	48	31	75	13.07	4.01	17.04	11.21	3.89					
II	Bourbon	T1	TEST	0	39	74	13.26	4.09	16.60	8.30	3.00					

II	Bourbon	T2	TEST	24	36	85	11.29	3.33	17.74	7.98	3.44
II	Bourbon	T3	TEST	48	35	82	12.45	3.93	16.77	8.60	3.33
II	Bourbon	T4	EM5	24	36	83	12.19	4.13	17.12	13.40	4.22
II	Bourbon	T5	EM5	48	36	84	11.83	4.44	15.66	12.47	3.78
II	Bourbon	T6	EM10	24	36	81	12.49	4.56	18.80	16.53	4.11
II	Bourbon	T7	EM10	48	34	90	13.94	4.12	16.78	16.24	3.89
II	Bourbon	T8	AG10	24	35	90	13.26	4.48	17.07	14.08	3.44
II	Bourbon	T9	AG10	48	35	89	12.77	4.77	18.70	16.31	4.11
II	Bourbon	T10	AG20	24	35	92	12.26	4.53	15.11	18.00	3.22
II	Bourbon	T11	AG20	48	34	82	12.62	4.47	15.30	17.50	3.89
II	CATURA	T1	TEST	0	35	74	11.72	3.94	15.44	8.44	3.00
II	CATURA	T2	TEST	24	32	80	13.11	4.28	16.19	8.94	3.78
II	CATURA	T3	TEST	48	31	73	12.72	4.02	18.30	11.21	3.56
II	CATURA	T4	EM5	24	32	92	12.44	4.44	17.87	11.46	3.44
II	CATURA	T5	EM5	48	30	78	13.11	4.21	16.51	8.79	3.44
II	CATURA	T6	EM10	24	29	79	13.21	4.31	17.71	11.44	3.78
II	CATURA	T7	EM10	48	30	79	13.01	4.09	18.29	11.70	3.89
II	CATURA	T8	AG10	24	30	88	11.27	4.11	16.82	12.63	3.78
II	CATURA	T9	AG10	48	29	97	13.38	4.08	16.81	11.23	4.00
II	CATURA	T10	AG20	24	32	88	11.57	4.06	16.23	13.86	3.56
II	CATURA	T11	AG20	48	32	90	11.82	4.51	16.82	14.94	3.22
III	Bourbon	T1	TEST	0	40	89	11.47	4.32	14.27	10.57	3.11
III	Bourbon	T2	TEST	24	36	83	12.03	4.30	15.98	9.94	3.33
III	Bourbon	T3	TEST	48	36	90	11.61	4.17	15.52	11.14	3.67
III	Bourbon	T4	EM5	24	35	88	12.72	4.36	16.88	15.12	3.44
III	Bourbon	T5	EM5	48	35	88	11.64	4.04	18.01	12.13	3.22
III	Bourbon	T6	EM10	24	35	92	13.12	4.14	17.91	14.02	3.78
III	Bourbon	T7	EM10	48	35	90	12.50	4.21	17.27	15.23	3.78
III	Bourbon	T8	AG10	24	35	96	11.70	4.28	16.80	19.71	3.78
III	Bourbon	T9	AG10	48	34	88	12.67	4.28	16.19	15.62	3.78



III	Bourbon	T10	AG20	24	34	90	11.24	4.73	15.77	14.86	3.56
III	Bourbon	T11	AG20	48	35	90	11.72	5.09	17.87	17.94	3.67
III	CATURA	T1	TEST	0	35	81	12.31	4.04	15.81	9.83	2.89
III	CATURA	T2	TEST	24	32	75	12.14	4.02	17.80	9.44	3.11
III	CATURA	T3	TEST	48	32	90	12.00	3.83	17.38	9.48	3.56
III	CATURA	T4	EM5	24	30	93	13.12	3.90	18.17	11.34	3.78
III	CATURA	T5	EM5	48	28	82	12.00	3.69	19.46	11.34	3.67
III	CATURA	T6	EM10	24	29	81	12.42	4.31	19.22	9.91	3.67
III	CATURA	T7	EM10	48	29	85	13.26	4.31	17.87	11.13	3.67
III	CATURA	T8	AG10	24	28	90	12.39	4.24	18.48	10.84	3.33
III	CATURA	T9	AG10	48	29	95	12.88	4.03	16.74	11.13	3.89
III	CATURA	T10	AG20	24	31	88	13.23	3.74	20.07	10.84	3.56
III	CATURA	T11	AG20	48	31	89	13.03	4.59	19.47	13.28	3.56

Tabla 11. Análisis de la varianza para el Tiempo de prendimiento

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig.
					0.05	0.01		
Bloque	2	1.9090909	0.9545455	2.22	3.22	5.15	0.1216	**
Variedad	1	383.0454545	383.045455	889.28	4.07	7.28	<.0001	**
Tratamiento	10	157.2727273	15.7272727	36.51	2.06	2.78	<.0001	**
Variedad*Trat	10	19.4545455	1.9454545	4.52	2.06	2.78	0.0002	**
Error	42	18.0909091	0.4307359					
Total corregido	65	579.7727273						

Tabla 12. Análisis de la varianza para el Porcentaje de germinación

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
Bloque	2	348.090909	174.045455	4.79	3.22	5.15	0.0134	ns
Variedad	1	39.4090909	39.4090909	1.08	4.07	7.28	0.3038	ns
Tratamiento	10	676.424242	67.6424242	1.86	2.06	2.78	0.0792	ns
Variedad*Trat	10	88.4242424	8.8424242	0.24	2.06	2.78	0.9896	ns
Error	42	1527.24242	36.362915					
Total corregido	65	2679.59091						

Tabla 13. Análisis de la varianza para el Tallo inicial

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
REP	2	0.05065758	0.02532879	0.19	3.22	5.15	0.83	ns
Variedad	1	0.24121364	0.24121364	1.77	4.07	7.28	0.19	ns
Trat1	10	1.6116697	0.16116697	1.18	2.06	2.78	0.33	ns
Variedad*Trat1	10	0.06213636	0.00621364	0.05	2.06	2.78	1.00	ns
Error	42	5.73427576	0.13653038					
Total corregido	65	7.69995303						

Tabla 14. Análisis de la varianza para Raíz inicial

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
rep	2	0.60702121	0.30351061	0.46	3.22	5.15	0.634	ns
variedad	1	1.33594091	1.33594091	2.03	4.07	7.28	0.1619	ns
trat1	10	12.382903	1.2382903	1.88	2.06	2.78	0.0759	ns
variedad*trat1	10	2.31010909	0.23101091	0.35	2.06	2.78	0.9607	ns
error	42	27.6745788	0.65891854					
Total corregido	65	44.310553						

Tabla 15. Análisis de la varianza para Raíz final

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig.
					0.05	0.01		
Rep	2	2.4117303	1.20586515	0.81	3.22	5.15	0.4526	ns
Variedad	1	21.4776136	21.4776136	14.39	4.07	7.28	0.0005	**
Trat1	10	18.9356091	1.89356091	1.27	2.06	2.78	0.2787	ns
Variedad*Trat1	10	1.70720303	0.1707203	0.11	2.06	2.78	0.9996	ns
Error	42	62.6834697	1.4924636					
Total corregido	65	107.215626						

Tabla 16. Análisis de la varianza para Tallo final

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
Rep	2	1.8413121	0.9206561	0.5	3.22	5.15	0.6074	ns
Variedad	1	157.790947	157.790947	86.48	4.07	7.28	<.0001	**
Trat1	10	270.740336	27.0740336	14.84	2.06	2.78	<.0001	**
Variedad*Trat1	10	47.855403	4.7855403	2.62	2.06	2.78	0.0141	*
Error	42	76.6307545	1.8245418					
Total Corregido	65	554.858753						



Tabla 17. Análisis de la varianza para número de hojas/planta

Fuente	Grados de libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado De La Media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
REP	2	0.28753636	0.14376818	1.84	3.22	5.15	0.1722	Ns
VARIEDAD	1	0.07266818	0.07266818	0.93	4.07	7.28	0.341	Ns
TRAT1	10	3.62884545	0.36288455	4.63	2.06	2.78	0.0002	**
VARIEDAD*TRAT1	10	0.15034848	0.01503485	0.19	2.06	2.78	0.9959	Ns
Error	42	3.29059697	0.07834755					
Total Corregido	65	7.42999545						

Tabla 18. Análisis de la varianza de Efectos simples para tiempo germinación

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig.
					0.05	0.01		
T1	1	32.6667	32.6667	75.8400	4.07	7.28	<.0001	**
T10	1	16.6667	16.6667	38.6900	4.07	7.28	<.0001	**
T11	1	16.6667	16.6667	38.6900	4.07	7.28	<.0001	**
T2	1	24.0000	24.0000	55.7200	4.07	7.28	<.0001	**
T3	1	24.0000	24.0000	55.7200	4.07	7.28	<.0001	**
T4	1	24.0000	24.0000	55.7200	4.07	7.28	<.0001	**
T5	1	60.1667	60.1667	139.6800	4.07	7.28	<.0001	**
T6	1	54.0000	54.0000	125.3700	4.07	7.28	<.0001	**
T7	1	48.1667	48.1667	111.8200	4.07	7.28	<.0001	**
T8	1	54.0000	54.0000	125.3700	4.07	7.28	<.0001	**
T9	1	48.1667	48.1667	111.8200	4.07	7.28	<.0001	**
Bourbon	10	64.1818	6.4182	14.9000	2.06	2.78	<.0001	**
CATURA	10	112.5455	11.2545	26.1300	2.06	2.78	<.0001	**
Error	42	18.0909	0.4307359					
Total corregido	65	579.772						

Tabla 19. Análisis de la varianza de Efectos simples para tallo final

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Ft		Pr > F	Sig
					0.05	0.01		
T1	1	0.176817	0.176817	0.1	4.07	7.28	0.7571	ns
T10	1	34.945067	34.945067	19.15	4.07	7.28	<.0001	**
T11	1	26.9664	26.9664	14.78	4.07	7.28	0.0004	**
T2	1	0.190817	0.190817	0.1	4.07	7.28	0.748	ns
T3	1	0.48735	0.48735	0.27	4.07	7.28	0.608	ns
T4	1	16.700017	16.700017	9.15	4.07	7.28	0.0042	**
T5	1	14.32215	14.32215	7.85	4.07	7.28	0.0077	**
T6	1	31.832067	31.832067	17.45	4.07	7.28	0.0001	**
T7	1	25.051267	25.051267	13.73	4.07	7.28	0.0006	**
T8	1	28.5144	28.5144	15.63	4.07	7.28	0.0003	**
T9	1	26.46	26.46	14.5	4.07	7.28	0.0004	**
Bourbon	10	265.4008	26.54008	14.55	2.06	2.78	<.0001	**
CATURA	10	53.194939	5.319494	2.92	2.06	2.78	0.0073	**
Error	42	62.6834697	1.4924636					
Total corregido	65	107.215626						

Tabla 20. Datos de temperatura (Max y Min), Humedad relativa y Precipitación pluvial, mes de mayo -2020.

Mes	Temperatura, °C		Humedad relativa, %		Precipitación, mm	
	2014-2020	2020	2014-2020	2020	2014-2020	2020
enero	20.20	23.29	96.18	97.94	198.10	87.3
febrero	19.03	22.37	95.87	98.31	226.13	338.4
marzo	18.28	22.85	93.39	98.25	113.73	17.6
abril	19.79	21.94*	95.41	-	139.77	20.0*
mayo	18.75	21.94*	95.47	-	80.30	24.0*
junio	18.58	21.04	96.69	98.10	38.83	31.5
julio	17.86	20.82	97.33	98.14	37.54	15.9
agosto	18.36	21.33	97.18	98.14	35.24	26.8
septiembre	19.34	22.41	97.19	98.22	70.54	42.4
octubre	19.88	23.74	97.06	98.25	91.84	67.9
noviembre	19.72	25.58	97.21	98.24	129.08	113.6
diciembre	19.51	22.68	97.18	97.65	158.98	148.4
Total general	19.13	22.64	96.50	98.12	963.58	889.8

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 17. Ubicación y limpieza del lugar



Figura 18. Armado del germinador, tinglado y desinfección del piso.



Figura 19. Llenado de la arena de río en el germinador



Figura 20. Medición del porcentaje de humedad y pesado de la semilla de café.



Figura 21. Inoculación de EM y ácido giberélico.



Figura 22. Almacigado de las semillas de café.



Figura 23. Riego de plántulas de café.



Figura 24. Preparación de sustrato.



Figura 25. Proceso de embolsado.



Figura 26. Repique de plántulas de café



Figura 27. Preparación de ácido giberélico, EM y aplicación.



Figura 28. Evaluación de plantones de café.

Tabla 21. Tratamientos pre-germinativos en estudio.

V = VARIEDAD	AI = APLICACIÓN DE INSUMOS NATURALES Y COMERCIALES			TRATAMIENTOS	
	INSUMOS	DOSIS	TIEMPO		
V1 = VARIEDAD BOURBON	AI1 =	R.A.	testigo	00 hrs	T1 = V1+AI1
	AI2 =		C.A.	24 hrs	T2 = V1+AI2
	AI3 =		C.A.	48hrs	T3 = V1+AI3
	AI4 =	E.M.	5%	24 hrs	T4 = V1+AI4
	AI5 =		5%	48hrs	T5 = V1+AI5
	AI6 =		10%	24 hrs	T6 = V1+AI6
	AI7 =		10%	48hrs	T7 = V1+AI7
	AI8 =	A.G.	100 ml	24 hrs	T8 = V1+AI8
	AI9 =		100 ml	48hrs	T9 = V1+AI9
	AI10 =		200 ml	24 hrs	T10 = V1+AI10
	AI11 =		200 ml	48hrs	T11 = V1+AI11
V2 = VARIEDAD CATURRA	AI1 =	R.A.	testigo	00 hrs	T1 = V2+AI1
	AI2 =		C.A.	24 hrs	T2 = V2+AI2
	AI3 =		C.A.	48hrs	T3 = V2+AI3
	AI4 =	E.M.	5%	24 hrs	T4 = V2+AI4
	AI5 =		5%	48hrs	T5 = V2+AI5
	AI6 =		10%	24 hrs	T6 = V2+AI6
	AI7 =		10%	48hrs	T7 = V2+AI7
	AI8 =	A.G.	100 ml	24 hrs	T8 = V2+AI8
	AI9 =		100 ml	48hrs	T9 = V2+AI9
	AI10 =		200 ml	24 hrs	T10 = V2+AI10
	AI11 =		200 ml	48hrs	T11 = V2+AI11

Dónde: R.A.= Remojo en agua; E.M. = Microorganismos eficaces; A.G = ácido giberélico; V1= Variedad Bourbon; V2= Variedad Caturra; AI=aplicación de insumos

Tabla 22. Costos de producción para el Testigo

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.00	80.00
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.00	0.00
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.00	0.00
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100.00
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.20
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15.00
Arena	Volquete	400.00	0.50	200.00
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200.00
2. MANO DE OBRA				
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	0	0
Almacigado	Peón	60.00	1.00	60.00
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120.00
Repique	peón	60.00	2.00	120.00
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600.00
3. MATERIALES				
Bolsa	paquete	2.50	25.00	62.50
Saco de yute	unid	2.5	2	5.00
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20.00
Martillo	unid	1	1	1.00
Clavos 2"	kg	8	0.25	2.00
Valdes 6 l	unid	12	1	12.00
Regadora	unid	12	1	12.00
4. OTROS				
Riego	Peón / mes	200	2	400.00
COSTOS DIRECTOS		107.30	77.25	2016.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.7725	20.17
Costo total				2036.87
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.41
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2963.13
Rentabilidad				59.26
Beneficio costo				2.45

Tabla 23. Costos de producción para el Tratamiento 2

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.00	80.00
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.00	0.00
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.00	0.00
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100.00
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.20
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15.00
Arena	Volquete	400.00	0.50	200.00
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200.00
2. MANO DE OBRA				0.00
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00		
Almacigado	Peón	60.00	1.00	60.00
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120.00
Repique	peón	60.00	2.00	120.00
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600.00
3. MATERIALES				0.00
Bolsa	paquete	2.50	25.00	62.50
Saco de yute	unid	2.5	2	5.00
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20.00
Martillo	unid	1	1	1.00
Clavos 2"	kg	8	0.25	2.00
Valdes 6 l	unid	12	1	12.00
Regadora	unid	12	1	12.00
4. OTROS				0.00
Riego	Peón / mes	200	2	400.00
COSTOS DIRECTOS		107.30	77.25	2016.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.77	20.17
Costo total				2036.87
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.41
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2963.13
Rentabilidad				59.26
Beneficio costo				2.45

Tabla 24. Costos de producción para el Tratamiento 3

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.00	80.00
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.00	0.00
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.00	0.00
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100.00
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.20
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15.00
Arena	Volquete	400.00	0.50	200.00
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200.00
2. MANO DE OBRA				0.00
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00		
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60.00
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120.00
Repique	peón	60.00	2.00	120.00
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600.00
3. MATERIALES				0.00
Bolsa	paquete	2.50	25.00	62.50
Saco de yute	unid	2.5	2	5.00
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20.00
Martillo	unid	1	1	1.00
Clavos 2"	kg	8	0.25	2.00
Valdes 6 l	unid	12	1	12.00
Regadora	unid	12	1	12.00
4. OTROS				0.00
Riego	Peón / mes	200	2	400.00
COSTOS DIRECTOS		107.30	77.25	2016.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.77	20.17
Costo total				2036.87
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.41
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2963.13
Rentabilidad				59.26
Beneficio costo				2.45

Tabla 25. Costos de producción para el Tratamiento 4

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.0	80.0
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.0	0.0
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.25	5.0
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100.0
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15.0
Arena	Volquete	400.00	0.50	200.0
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200.0
2. MANO DE OBRA				0.0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60.0
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120.0
Repique	peón	60.00	2.00	120.0
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600.0
3. MATERIALES				0.0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5.0
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20.0
Martillo	unid	1	1	1.0
Clavos 2"	kg	8	0.25	2.0
Valdes 6 l	unid	12	1	12.0
Regadora	unid	12	1	12.0
4. OTROS				0.0
Riego	Peón / mes	200	2	400.0
COSTOS DIRECTOS		107.30	80.50	2171.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.81	21.72
Costo total				2193.42
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2806.58
Rentabilidad				56.13
Beneficio costo				2.28

Tabla 26. Costos de producción para el Tratamiento 5

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.0	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.0	0
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.25	5
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	80.50	2171.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.81	21.72
Costo total				2193.42
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2806.58
Rentabilidad				56.13
Beneficio costo				2.28

Tabla 27. Costos de producción para el Tratamiento 6

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.0	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.0	0
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.50	10
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	80.75	2176.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.81	21.77
Costo total				2198.47
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2801.53
Rentabilidad				56.03
Beneficio costo				2.27

Tabla 28. Costos de producción para el Tratamiento 7

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2.0	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	0.0	0
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0.50	10
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	80.75	2176.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.81	21.77
Costo total				2198.47
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2801.53
Rentabilidad				56.03
Beneficio costo				2.27

Tabla 29. Costos de producción para el Tratamiento 8

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	2.5	8
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0	0
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	82.75	2174.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.83	21.75
Costo total				2196.45
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2803.55
Rentabilidad				56.07
Beneficio costo				2.28

Tabla 30. Costos de producción para el Tratamiento 9

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	2.5	8
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0	0
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	82.75	2174.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.83	21.75
Costo total				2196.45
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2803.55
Rentabilidad				56.07
Beneficio costo				2.28

Tabla 31. Costos de producción para el Tratamiento 10

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	5	16
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0	0
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	85.25	2182.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.85	21.83
Costo total				2204.53
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2795.47
Rentabilidad				55.91
Beneficio costo				2.27

Tabla 32. Costos de producción para el Tratamiento 11

Rubros por actividad	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad, 5000 plantas	costo total, 5000 plantas
1. INSUMOS				
semilla	Kg	40.00	2	80
Ácido giberelico frasco de 25 ml	ml	3.20	5	16
Microorganismos eficaces (activado)	l	20.00	0	0
Estiércol de ovino	Saco	25.00	4.00	100
Abono guano de isla	kg	1.20	6.00	7.2
Roca fosfórica	kg	1.00	15.00	15
Arena	Volquete	400.00	0.50	200
Tierra	Volquete	400.00	0.50	200
2. MANO DE OBRA				0
aplicación de ag o em 50 /mes	Peón	50.00	3.0	150.0
Almacenado	Peón	60.00	1.00	60
Preparación de sustrato	Peón	60.00	2.00	120
Repique	peón	60.00	2.00	120
Embolsado	Peón	60.00	10.00	600
3. MATERIALES				0
Bolsa	paquete	2.50	25.0	62.5
Saco de yute	unid	2.5	2	5
Madera 3 m*25 cm	unid	10	2	20
Martillo	unid	1	1	1
Clavos 2"	kg	8	0.25	2
Valdes 6 l	unid	12	1	12
Regadora	unid	12	1	12
4. OTROS				0
Riego	Peón / mes	200	2	400
COSTOS DIRECTOS		107.30	85.25	2182.70
Costos indirectos (1% CD)		1.073	0.85	21.83
Costo total				2204.53
Producción total (rendimiento) 5000				5000.00
Costo unitario				0.44
Precio unitario de venta				1.00
Ingreso total				5000.00
Ingreso neto				2795.47
Rentabilidad				55.91
Beneficio costo				2.27