

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DEL TIPO Y ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE
CAFÉ (*Coffea canephora* Pierre) Y SU RELACIÓN CON EL
DESARROLLO DE PLANTONES EN VIVERO EN TINGO MARÍA**

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

JAIRO LOYER HONORIO VILLANUEVA

Tingo María – Perú

2019



"Año de la lucha de la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 001-2019-FA-UNAS

BACHILLER : Jairo Loyer HONORIO VILLANUEVA

TÍTULO : EFECTO DEL TIPO Y ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE CAFÉ Y SU RELACION CON EL DESARROLLO DE PLANTONES EN VIVERO DE TINGO MARIA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. Fausto SILVA CÁRDENAS

VOCAL : Ing. Jorge CERÓN CHÁVEZ

VOCAL : Ing. Carlos M. MIRANDA ARMAS

ASESOR : Ing. M.Sc. Jorge L. ADRIAZOLA DEL AGUILA

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 10 de enero del 2019

HORA DE SUSTENTACIÓN : 7:00 pm

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS: EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 10 de enero del 2019.

Ing. M.Sc. Fausto SILVA CÁRDENAS
PRESIDENTE



Ing. Jorge CERÓN CHÁVEZ
VOCAL

Ing. Carlos M. MIRANDA ARMAS
VOCAL

Ing. M.Sc. Jorge L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO,
INVESTIGACIÓN DOCENTE.

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Agronomía

Título de Tesis : Efecto del tipo y escarificación de la semilla de café (*Coffea canephora* Pierre.) y su relación con el desarrollo de plántones en vivero en Tingo María.

Autor : Jairo Loyer Honorio Villanueva

Asesor de Tesis : Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola del Águila

Escuela Profesional : Escuela Profesional de Agronomía

Programa de Investigación : Cultivos Tropicales

Línea (s) de Investigación : Propagación de plantas

Eje temático de investigación : Sistemas Agrícolas de Producción

Lugar de Ejecución : Tingo - Maria

Duración : Fecha de Inicio :
Término:

Financiamiento : S/. 2724.00
FEDU : No
Propio : Si
Otros : No

DEDICATORIA

A Dios:

Divino creador por darme la vida y todo lo que existe, por guiar, darme las fuerzas necesarias en los momentos más difíciles para poder conseguir uno de mis mayores anhelos.

A mis queridos Padres:

Anselmo Honorio Juan Pedro y Marcelina Villanueva Zegarra; seres a quien debo la vida, por sus sabios consejos y confianza plena en creer en mí, que con gran sacrificio me educaron y me entregaron más de lo que ellos poseen. Gracias; todo lo que soy, se los debo infinitamente a ustedes.

A mis hermanos:

Marilda Matilde, Honorio Villanueva, Belinda Honorio Villanueva; Lesly Judith, Honorio Villanueva, Witman Emersón, Honorio Villanueva y Lisbeth Honorio Villanueva por su invaluable apoyo desde la distancia, demostrándome que no se dan por rendidos a pesar de los problemas que se enfrenta en la vida, por ser mi espada, mi escudo para seguir luchando.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal docente de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en la formación de mi carrera profesional, profesión de mis grandes anhelos, y hacer de esta etapa de mi vida, inolvidable recuerdo.
- A miembros de jurado de tesis: Ing. M.Sc. Fausto, Silva Cárdenas, al Ing. Carlos Miguel, Miranda Armas y al Ing. Jorge Cerón Chávez, por sus orientaciones durante la evaluación y redacción de mi tesis.
- Al Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola del Águila, asesor de la presente tesis por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- A mis amigos, Nilton Rueda Liberato, Marco Antonio Lavado Ferrer, Jhon Erick Montañez Ponce y a todas aquellas personas, que de una u otra forma hayan contribuido en la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Generalidades del café.....	16
2.2. Clasificación taxonómica del café “robusta”	17
2.3. Propagación del café	18
2.3.1. Propagación por injerto	18
2.3.2. Propagación por semilla.....	19
2.4. Energía germinativa.....	19
2.5. Importancia de la semilla del café	20
2.6. Tratamientos pre - germinativos de las semillas de café	23
2.7. La semilla y su proceso germinativo del café.....	25
2.8. Aspectos de la germinación	27
2.9. Factores que afectan la germinación de la semilla el café.....	28
2.10. Factores que afectan al desarrollo del café en la etapa de almácigos.....	30
2.11. Características botánicas del café “robusta”	31
2.12. Factores que afectan las características agronómicas del café ..	34
2.13. Antecedentes de otros trabajos	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Ubicación del campo experimental.....	36
3.2. Componente en estudio	37
3.2.1. Factor A: Semilla de Coffea canephora Pierre.	37

3.2.2. Factor B: Tipos de semilla	37
3.3. Tratamientos en estudio	37
3.4. Diseño experimental	38
3.4.1. Modelo aditivo lineal	38
3.5. Características del campo experimental.....	39
3.6. Metodología	40
3.6.1. Ejecución del experimento	40
3.7. Características a evaluar	43
3.7.1. Energía germinativa	43
3.7.2. Porcentaje de germinación.....	43
3.7.3. Altura de la planta	44
3.7.4. Diámetro de la planta	44
3.7.5. Número de hojas	44
3.7.6. Volumen de raíces	44
3.7.7. Longitud de raíces	45
3.7.8. Área foliar	45
3.7.9. Materia seca (%).....	45
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	46
4.1. Energía y porcentaje de germinación de las semillas de café “robusta” escarificada y sin escarificación	46
4.1.1. Energía germinativa	46
4.1.2. Porcentaje de germinación.....	51
4.2. Evaluar la interacción entre los tipos de semilla y características de la semilla de café en vivero	53

4.2.1. Altura de planta	53
4.2.2. Diámetro del tallo de la planta	56
4.2.3. Número de hojas /planta	58
4.2.4. Volumen de raíz	61
4.2.5. Longitud de raíz.....	63
4.2.6. Área foliar	65
4.2.7. Materia seca.....	67
V. CONCLUSIONES.....	71
VI. RECOMENDACIONES.....	72
VII. RESUMEN.....	73
ABSTRACT	74
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	75
IX. ANEXO	80

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos durante el experimento.....	36
2. Descripción de los tratamientos en estudio.	37
3. Esquema de análisis de variancia.	38
4. Análisis de varianza para el tiempo medio de germinación (TMG) de la energía germinativa con y sin escarificación y del tipo de la semilla del café en vivero.....	46
5. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el tiempo medio de germinación.....	47
6. Energía germinativa de los tratamientos en estudio.	50
7. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de la semilla del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	51
8. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el porcentaje de germinación.....	52
9. Análisis de varianza para la altura de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	54
10. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para la altura de planta de café.	55
11. Análisis de varianza para el diámetro de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	57
12. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el diámetro de planta de café.....	57

13. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de las semillas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.	59
14. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el número de hojas por planta de café.	60
15. Análisis de varianza para el volumen de raíz de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.	61
16. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el volumen de raíz de la planta de café.	62
17. Análisis de varianza para la longitud de raíz de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.	64
18. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para la longitud de raíz de café.	64
19. Análisis de varianza para el área foliar de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.	66
20. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el área foliar de la planta de café.	66
21. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.	68
22. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el porcentaje (%) de materia seca de la planta de café.	69
23. Costo económico del trabajo de investigación.	81
24. Datos para hallar ANVA de la energía germinativa.	82
25. Datos para hallar el porcentaje de germinación.	83
26. Datos para determinar la energía germinativa.	84

27. Datos para hallar la energía germinativa comparativa.....	85
28. Datos de altura de la planta última evaluación.	86
29. Datos del diámetro de la planta a los 228 días.....	87
30. Datos del número de hojas por planta a los 228 días.....	88
31. Datos del volumen de raíz (cm ³) a los 228 días.	89
32. Datos de la longitud de raíz (cm) a los 228 días.....	90
33. Datos del área foliar (dm ²) a los 228 días.....	91
34. Datos de la materia seca de la planta de café (%) a los 228 días.	92
35. Análisis del suelo al final del trabajo de investigación.	93
36. Promedio de las Medidas y peso de los tipos de semillas.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Promedio del tiempo medio de germinación (días) de las semillas de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.....	48
2. Interacción de los factores A x B en el tiempo medio de germinación (días) con y sin escarificación y tipos de la semilla de café en vivero. .	49
3. Comportamiento de los tratamientos en relación a la energía germinativa de la semilla de café en vivero.	50
4. Promedio del porcentaje de germinación de las semillas de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.....	53
5. Promedio de la altura de planta (cm) del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.	56
6. Promedio del diámetro de planta (mm) del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.	58
7. Promedio del número de hojas/planta del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.	60
8. Promedio del volumen de raíz (cm ³) del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	62
9. Promedio de la longitud de raíz (cm ³) de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.	65
10. Área foliar (dm ²) promedio de las plantas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	67
11. Promedio de la materia seca (%) de las plantas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.....	70

12. Clasificación y evaluación de las semillas de café robusta.....	94
13. Secado de las semillas de café robusta.	94
14. Llenado del sustrato en las bolsas de polietileno.....	95
15. Repique de las plántulas de café a los 68 días después de la germinación.	95
16. Evaluación de los parámetros biométricos de las plantas de café robusta: altura, diámetro y número de hojas/planta.....	96
17. Evaluación de la longitud de raíz y volumen radicular al final del experimento.	97
18. Determinación del peso fresco de las plantas de café robusta al final del experimento.	98
19. Determinación del área foliar por el método de la silueta.	98
20. Croquis de un tratamiento para altura, diámetro y número de hojas ...	100
21. Croquis de un tratamiento para longitud, volumen de raíces, área foliar y materia seca.....	100

I. INTRODUCCIÓN

Según la ICCO (2015), en la campaña cafetalera 2014 a nivel mundial se produjeron 68 440,000 sacos de café arábica (*Coffea arabica* L.) y 41,860,000 sacos de *Coffea canephora* Pierre “robusta”, este último café es el 36.4 % de la producción mundial comercial de café. Se estima que por la mayor incidencia de la enfermedad “roya del café” (*Hemileia vastratix*), acentuada por el cambio climático, una de las estrategias para producir rentablemente café, será incrementando las áreas de producción de café robusta, que es resistente a la “roya del café”.

La producción comercial total de café en el Perú es en casi en un 100 % dedicada a *Coffea arabica* L. y desconocemos las técnicas del cultivo de *Coffea canephora* Pierre “robusta”, es por esto aconsejable iniciar el trabajo sistemático de conocer el proceso de su producción. A diferencia de los arábica, el “robusta” es una planta alógama, característica que le confiere mucha variabilidad a su descendencia de origen sexual. La producción comercial de los cafés “robusta” recomienda la multiplicación de plantas selectas de origen asexual, sin embargo, en el Perú no existe un plantel vegetativo al cual podamos acceder con fines de instalar plantaciones comerciales, que nos permitan obtener mayor rendimiento y calidad.

En el área de Tingo María existen algunas plantas de “robusta” sembradas en huertas, resultados de la diseminación de sus semillas provenientes de la ex Estación Agrícola Tingo María y la EEA Tulumayo, sin embargo, nunca se estableció una plantación comercial. Su existencia nos permite afirmar que es una especie que se adapta a nuestras condiciones edafoclimáticas, especialmente a

las zonas bajas de nuestra Amazonía; pero carecemos de los conocimientos básicos que nos aseguren la conducción exitosa de su cultivo.

Por su polinización cruzada en las semillas de “robusta”, se encuentran muchos defectos, como semillas muy pequeñas, ovoides, gigantes y a veces triangulares; su porcentaje es muy variable e implica una rigurosa selección de semillas normales con la finalidad de sembrarlas y minimizar la variabilidad entre las plantas, para ello es necesario realizar pruebas estándar de germinación. Se define la germinación de la semilla como, la emergencia y desarrollo del embrión, que es un indicador de la habilidad para producir plántulas y la finalidad de realizar pruebas de germinación, es la de establecer el número de semillas que pueden germinar bajo determinadas condiciones de luz, temperatura y humedad. Con la finalidad de sistematizar la información sobre el café “robusta” y asegurar la producción de plantones que servirán para proseguir la investigación agronómica nos hacemos la siguiente interrogante (CONTRERAS, 2012).

El tipo y la escarificación de semillas, serán determinantes en la obtención de plantas vigorosos de *Coffea canephora* Pierre?. Por tanto, planteamos la hipótesis siguiente: Que al menos un tipo de semilla con o sin pergamino presenta un mejor efecto en el porcentaje de germinación y desarrollo de la planta en comparación de los demás tratamientos en estudio.

Objetivo general:

Determinar el mejor efecto del tipo y escarificación de la semilla de café (*Coffea canephora* Pierre) y su relación con el desarrollo de plantones en vivero en Tingo María.

Objetivos específicos:

1. Determinar la energía germinativa y el porcentaje de germinación de las semillas de café “robusta” escarificadas y sin escarificar, utilizando cuatro tipos diferentes de semilla: grande, mediano, pequeño y caracolillo.
2. Evaluar el efecto de las características de los plantones de café “robusta” escarificadas y sin escarificar; en el número de hojas, altura de planta, diámetro, volumen y longitud de raíz, área foliar, y materia seca de los plantones de café “robusta” de los cuatro tipos diferentes de semilla.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del café

Cerca del 75 % del café sembrado en el mundo es arábico, esta especie se conoce en el mundo por sus exquisitos sabores los cuales lo hacen muy popular, pero es más propenso a una gran variedad de enfermedades, en especial la roya. El café “robusta” tiene un poco más de contenido de cafeína; en Guatemala el 95 % del café sembrado es arábigo y en Vietnam el 97 % del café es “robusta” siendo productores grandes del mundo (DAGGETT, 2010).

2.1.1. Características del café “robusta”

SIBONEY (2010) indica que los árboles de la especie “robusta” pueden llegar a medir entre 8 a 12 metros, con hojas mucho más largas y corrugadas que las del Arábica; se cultivan entre 100 - 700 msnm y una temperatura ambiente 24 – 30 °C., asimismo su fruto madura entre 9 - 11 meses después de la floración y son plantas más resistentes a enfermedades, plagas y condiciones climatológicas adversas.

2.1.2. Necesidades nutritivas del café

El café es una planta que exige determinadas características de suelo; no tolera los pesados y arcillosos muy plásticos, ya que estos son pocos porosos y no permiten la circulación del aire, lo cual impide el suministro indispensable de oxígeno para que la planta realice la función de respiración a través de las raíces (TÉLLEZ y FERRER, 1987).

2.1.3. Calidad y rendimiento del café robusta

La calidad del café robusta está determinada por sus propiedades

físicas y organolépticas. Los principales factores que determinan la calidad del café son los siguientes: altitud de la zona de cultivo, composición del suelo y fertilidad, cantidad de lluvia y distribución, temperatura ambiental, manejo agronómico, cosecha, proceso post-cosecha, secamiento y almacenamiento (DUICELA *et al.*, 2004).

2.1.4. Importancia de las condiciones edafoclimáticas

DUICELA *et al.* (2004), indica que la humedad adecuada para almacenar el grano debe estar comprendida entre el 11.0 al 12.0 %; los granos de café robusta deben tener un contenido de humedad inferior al 12.5 % y estar libres de materias extrañas, mohos y micotoxinas. Para la medición del porcentaje de humedad del café del grano se usa un equipo denominado “determinador de humedad”.

2.2. Clasificación taxonómica del café “robusta”

Según ANACAFÉ (2013), el café taxonómicamente se clasifica en:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Rubiaceae
Subfamilia:	Ixoroideae
Tribu:	Coffeae
Género:	<i>Coffea</i>
Especie (s):	<i>C. canephora</i>
Nombre binomial:	<i>Coffea canephora</i> Pierre

2.3. Propagación del café

2.3.1 Propagación por injerto

El injerto es una técnica de propagación asexual en el que se unen dos partes de las plantas, provenientes de dos individuos diferentes. La parte superior se llama púa o injerto y la parte inferior toma el nombre de patrón o porta-injerto (HARTMANN y KESTER, 1982). Esta técnica ofrece diversas ventajas comerciales para el agricultor, las cuales se derivan de una buena elección tanto de la púa como también del patrón. Por ejemplo, la elección de un patrón adecuado puede permitir mayor adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima, mayor estabilidad en calidad de fruto y época de producción, plantas más pequeñas y con producción más rápida que aquellas no injertadas además de resistencia o tolerancia a enfermedades fungosas, nemátodos y la posibilidad de utilizar material de propagación certificado libre de virus. El patrón utilizado es 13 determinantes en la manifestación de las características que presentan la combinación resultante, por ejemplo, en cítricos, el patrón influye en el vigor y crecimiento alcanzado por la planta injertada, en sus frutos color de la cáscara, volumen del jugo, porcentaje de ácido ascórbico (VILLACHICA y ENCISO, 1993).

Además, las plantas injertadas permiten conservar las características varietales deseadas (ENCISO, 1992). Pero tener un “patrón ideal” siempre es difícil, un patrón determinado tendrá mayores ventajas que otro, pero nunca será el “patrón ideal” porque siempre tendrá alguna característica no deseada (VILLACHICA y ENCISO, 1993) por el técnico o el agricultor.

2.3.2 Propagación por semilla

La madurez fisiológica de la semilla de café se alcanza entre los 200 y los 220 días después de la antesis. La semilla carece de un periodo de latencia, debido a que las semillas húmedas (40 - 45 % humedad) o secas (11-13 % de humedad) alcanzan un porcentaje de germinación alrededor del 90% además posee características morfológicas especiales que afectan la germinación como son: la presencia del endocarpio (pergamino) y la ubicación casi superficial del embrión dentro de la semilla (ARCILA, 2007).

2.4. Energía germinativa

Hay varias formas de definir la energía de germinación. (1) El porcentaje de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un periodo determinado (se denomina periodo de energía), por ejemplo, en 7 o 14 días, en óptimas condiciones y (2) el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación máxima en 24 horas. En todo caso, la energía germinativa es un cálculo de *velocidad de germinación*, y se dice que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (TEODORO, 2011).

GOMEZ (2004), refiere que, siguiendo a la mayoría, no deja de tener un fondo un tanto inestable, preferimos acudir al procedimiento objetivo, que también hemos visto utilizar, de valorar esa energía sirviéndonos del número

medio de días que ha empleado la semilla en germinar. La energía germinativa calcula el tiempo medio (T) empleado en la germinación. Este tiempo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{S_1 + S_2 X_2 + S_3 X_3 + \dots + S_n X_1 + S_f X_{final}}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n + S_f}$$

Naturalmente que la energía es tanto mayor cuanto menor es el valor de T, también podemos comprender ahora la finalidad totalmente distinta que en el conocimiento de una semilla supone la facultad germinativa y la velocidad o energía germinativa; aquélla viene a darnos la cantidad de semilla germinada, y ésta, la calidad de la germinación.

Para darle valor exacto a las semillas es a energía germinativa que relaciona el número de semillas y el tiempo. Se dice que la energía germinativa es buena, cuando las 2/3 partes de las semillas germinan en un 1/3 del total de días que dura la germinación. Los días se cuentan a partir de la fecha en que germina la primera semilla (fecha y cantidades de semillas germinadas deben de anotarse cuidadosamente) y se da por finalizada la germinación cuando durante 2 días consecutivos no germina más semillas (CUCULIZA, 1956).

2.5. Importancia de la semilla del café

RINCÓN (1982), hace mención que la semilla de café está formada por la almendra o la semilla sin pergamino, dura, de color verdoso y en un extremo se encuentra un embrión de raicilla cónica y con cotiledones cordiformes comprendidas entre 8.5 y 12.17 mm. Por otro lado, ARCILA *et al.* (2007), indica que los granos de café despulpado deben fermentarse y lavarse con agua limpia;

sin el uso del desmucilagador mecánico, pues éste puede ocasionar daños al embrión de la semilla que está ubicado muy superficialmente, y puede verse afectada notoriamente la germinación.

ALVARADO y ROJAS (1994), refieren como requisito y el más importante, cuando va a establecerse un almácigo de café o cualquier cultivo, es disponer de semilla bien seleccionada, especialmente en lo relativo a la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra.

2.5.1. Características fenotípicas de la semilla del café robusta

Las semillas son menos susceptibles a plagas, enfermedades y hongos (*Hemileia vastatrix*); alta producción y un café mucho más amargo. Tienen el doble de concentración de cafeína; son de grano amarillento y con olor a paja seca. Las plantas generadas alcanzan una altura de 10 m; las hojas anchas a veces con una apariencia corrugada u ondulante, cortas, acuminadas, redondeadas o ampliamente acuñaadas en su base, de 15 - 30 cm de largo y 5 - 15 cm de ancho; la nervadura media es plana por arriba, prominente por debajo, las laterales son de 8 - 13 pares; peciolo fuerte de 8-20 mm de largo; las estípulas interpeciolares son ampliamente triangulares, largas puntiagudas, florece irregularmente tomándole hasta 11 meses. La planta es muy variable en su estado silvestre (LÓPEZ, 2010).

Por su lado CCI (2012), indica que las variedades híbridas del café robusta son difíciles de identificar, pero se reconocen en general dos tipos principales: erecta, formas rectas, o formas esparcidas; además es una especie diploide. Raíces poco profundo, hojas color verde pálido; flores blancas y

fragantes, y forman racimos mayores que los de arábica. Las flores se abren al séptimo u octavo día; la robusta es autoestéril, es decir que su óvulo no puede ser fertilizado con su propio polen por lo que necesita una polinización cruzada.; cerezas pequeñas, pero más numerosas en cada nudo, variando de 40 a 60 o más. Según sea la variedad, la forma del grano es redonda, ovalada o elíptica con puntas pronunciadas. El color de los granos depende del método de procesamiento: son grises cuando se lavan y de color marrón dorado cuando se preparan con la cereza seca o un método natural de preparación.

Los cafés deben poseer un tamaño y forma uniforme; los granos caracoles, triángulos y elefantes son considerados con defectos. Los granos normales tienen forma plana convexa; el color está relacionada con las zonas de cultivo, la fertilidad del suelo, estado sanitario de los frutos, proceso de beneficio y tiempo de almacenamiento (VILLAFLORES, 1987). Para efectos de propagación es conveniente utilizar las semillas de mayor tamaño, aunque el tamaño no afecta el porcentaje de germinación, pero puede tener influencia sobre el desarrollo posterior de la planta. La forma de la semilla, por ejemplo, grano caracol o triángulo no afecta la germinación en resumen deben seleccionarse las semillas de mayor tamaño, pues éstas producirán plantas más vigorosas (CASTILLO, 1970).

2.5.2. Defectos físicos de la semilla de café “robusta”

La calidad física del café está determinada por los defectos en el color y forma de los granos; así como, por la presencia de compuestos defectuosos propios del café y componentes extraños. Los principales defectos

físicos de granos son: brocado, cristalizado anormal, fermentado, inmaduro, manchado, mohoso, negro, opaco, partido, pequeño, quebrado, vano y veteado (DUICELA *et al.* (2004).

El tamaño del grano no es importante salvo cuando se aleja demasiado del tamaño normal de la variedad a propagarse. Nunca deben propagarse semillas pequeñas. Toda semilla con defectos; triángulos, caracolillos, monstruos o elefantes, granos pequeños; partidas, manchadas y formas dañadas deben eliminarse (MONROIG, 2011).

2.6. Tratamientos pre - germinativos de las semillas de café

Los tratamientos pre - germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (DONOSO, 1993).

Los métodos pre - germinativos más comunes son los siguientes:

2.6.1. Estratificación

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor (HARTMANN y KESTER, 1988).

2.6.2. Escarificación

La escarificación es un proceso de raspar el epispermo (físicamente con una herramienta o químicamente con un ácido) antes de la siembra induce a estas semillas a germinar (SALOMÓN *et al.*, 2001). Numerosas técnicas de escarificación han demostrado su efectividad para así disminuir la dureza de las

semillas y acelerar el proceso de germinación (FARIÑAS *et al.*, 1997). Entre 10 y 15 días se evidencia la verticalidad del hipocotilo (fosforito) más tarde dos hojas cotiledónicas se expanden en un periodo de 19 a 30 días para un tiempo estimado del proceso entre 50 y 75 días (RINCÓN, 1982).

Muchas semillas viables son incapaces de germinar inmediatamente después de madura, aunque se les coloque en condiciones favorables para la germinación. Esta característica es denominada latencia, causa la impermeabilidad del tegumento (SANABRIA *et al.*, 2004), cuando la latencia se debe a condiciones de la testa, el letargo termina en el momento en que esta se agrieta o debilita por acciones mecánicas o químicas o por efecto del ambiente o acción química.

El pergamino no influye en la imbibición de agua, pero posiblemente constituye una barrera a la difusión del oxígeno, provocando un retardo y una disminución de la germinación total y que los más altos porcentajes de germinación estuvieron asociados a los tratamientos de escarificación total del pergamino con el escarificador eléctrico y a la atmósfera de 60 % de oxígeno, mientras que la escarificación mecánica con el despulpador Bentall removió efectivamente el pergamino de la semilla, pero causa daño al embrión y la inmersión de las semillas en agua hirviendo afectó al embrión causando la pérdida total de la germinación (FONTANIBE, 1987).

Escarificación mecánica

La escarificación mecánica puede hacerse por medio de un escarificador eléctrico o cualquier elemento abrasivo que corte, perforo o raspe el

tegumento; sin embargo, no es práctico utilizar para grandes cantidades de semillas (SANABRIA *et al.*, 2004). La escarificación mecánica se reduce a dañar la corteza de la semilla para permitir la entrada de humedad una vez que se haya sembrado, mientras que la escarificación es la ruptura de los tegumentos. La escarificación mecánica es modificar cubiertas duras e impermeables de las semillas (HARTMANN y KESTER, 1982).

Escarificación química

El método de escarificación química se realiza por inmersión de las semillas en ácido sulfúrico concentrado por un tiempo, el cual depende de cada especie; otro ácido, el clorhídrico industrial, conocido en forma bruta como ácido muriático, podría constituirse potencialmente en una herramienta válida para el proceso de escarificación química así refiere (SANABRIA *et al.*, 2004).

2.7. La semilla y su proceso germinativo del café

La obtención de la semilla es una actividad de suma importancia, de ella depende en gran parte el futuro de una nueva plantación de cafeto (SOTOMAYOR y DUICELA, 1993). Una de las etapas más importantes del cultivo del café es la referente a la semilla, el germinador y el almácigo, aunque esta fase tiene una duración de ocho meses, es la base del éxito de una inversión a largo plazo: hasta 20 años o un poco más. Todo comienza con definir, cuál variedad de café va a sembrarse y cómo obtener la semilla (ARCILA *et al.*, 2007).

HARTMANN y KESTER (1982), mencionan los siguientes estadios de la germinación de la semilla: Primer estadio de la germinación, activación o despertar puede completarse en un periodo de minutos o de horas. Segundo estadio,

significa digestión y translocación y tercer estadio, consiste en la división celular en los puntos de crecimiento del eje embrionario seguida de la expansión de las estructuras de la planta.

Muchas semillas viables son incapaces de germinar inmediatamente después de madurar, aunque se le da condiciones favorables para la germinación; esta característica se denominada latencia, causa la impermeabilidad del tegumento (SANABRIA *et al.*, 2004). Por otro lado, SALOMÓN *et al.* (2001) expresan que se desconocen las causas exactas del fenómeno de latencia.

Así también HARTMANN y KESTER (1982), menciona también la iniciación de la geminación requiere que se llenen tres condiciones: Primera: La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar. Segundo: La semilla debe. quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación. Tercera: La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz.

2.7.1. Tipo de germinación

HARTMANN y KESTER (1982), indican que el crecimiento inicial de la plántula sigue uno de dos patrones. En un tipo, de germinación epigea, el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo. En el otro tipo de germinación hipógea, la elongación del hipocótilo no eleva a los cotiledones sobre la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo.

2.8. Aspectos de la germinación

La germinación de las semillas se define como la emergencia y desarrollo del embrión, que es un indicador de la capacidad para producir plántulas, la primera etapa se conoce como “palito de fósforo” y la segunda como “mariposa”, es cuando aparecen las hojas cotiledonales por un periodo que dura de 45 a 60 días listas para ir al vivero (COLUMBUS y PULGARIN, 2002). Para RINCÓN (1982) entre 10 y 15 días se evidencia la verticalidad del hipocotilo (fosforito) y dos hojas cotiledónicas se expanden en un periodo de 19 a 30 días para un tiempo estimado del proceso entre 50 y 75 días.

2.8.1. Características de la semilla a germinar

La semilla carece de un período de latencia, debido a que las semillas húmedas (40 a 45 % humedad) o secas (11 a 13 % de humedad) que alcanzan un porcentaje de germinación alrededor de 90 %, posee características morfológicas especiales que afectan la germinación como son: La presencia del endocarpio (pergamino) y la ubicación casi superficial del embrión dentro de la semilla. Una semilla con endocarpio (pergamino) presente, germina entre los 50 y 70 días y la remoción del mismo acelera la germinación en 20 días aproximadamente (VALIO, 1980; ARCILA *et al.*, 2007).

El endospermo está cubierto por una fina membrana denominada película plateada, ésta a su vez está cubierta por el pergamino que este cubierto por una sustancia gelatinosa y azucarada llamada mucílago, el embrión es bastante pequeño color blanquecino, durante la fase de germinación de la semilla brota la radícula que se curva luego hacia la tierra o arena para producir raicillas laterales. Otra característica de la semilla de café es

la pérdida rápida de su viabilidad cuando se almacena con contenido muy alto (35 a 40 %) o bajo (12 a 15 %) de humedad en una atmósfera no controlada, ya que después de cinco meses en estas condiciones, el poder germinativo llega a ser menor del 60 % (SOTOMAYOR y DUICELA, 1993; VALENCIA, 1999).

2.8.2. Indicadores tempranos de la germinación

ARCILA y BOTERO (1985), señalan que en la germinación de la semilla de café ocurren cambios específicos en su apariencia física que son muy útiles para establecer en forma temprana su viabilidad y vigor. En estudios de germinación de café donde se emplearon semillas a las cuales se les retiró previamente el endocarpio (pergamino), y que se dispusieron en cajas plásticas con toallas de papel húmedo, en oscuridad y en condiciones de laboratorio de 70 % humedad y 25 °C temperatura media, se observaron cambios.

2.9. Factores que afectan la germinación de la semilla el café

Las subestaciones experimentales destinadas a la producción de la semilla, muestran que cuando el proceso de beneficio tradicional se hace de acuerdo a normas establecidas y con los ajustes necesarios no afecta la germinación (ALVARADO, 2004). En condiciones de campo, la germinación de la semilla de café es afectada por las condiciones de su manejo durante el proceso de cosecha y postcosecha, así como por los factores ambientales (ARCILA *et al.*, 2007).

2.9.1. Semilla y su secado

SEQUEIRA *et al.* (1981), investigó reducir el tiempo de germinación, posibilitando así la obtención de plántulas precoces destinadas a

plantíos al inicio de época lluviosa, utilizó semilla con y sin pergamino y evaluó tres métodos de siembra, en cada uno de estos se evaluó la influencia de ácido ascórbico, Ethrel, agua desmineralizada y cámara de envejecimiento en la germinación. Concluyó que las semillas sin pergamino requieren menos días para germinar y produjeron plantas con mejor tasa de crecimiento igual que las semillas inhibidas en Ac. Ascórbico y Ethrel. Las semillas en cámara de envejecimiento tuvieron efecto depresivo.

2.9.2. Requerimiento de luz

Según VALIO (1980), la semilla germina bien en condiciones de luz difusa; pero otros han observado una mayor germinación en condiciones de la oscuridad. Por su lado ARCILA *et al.* (2007), observó un efecto inhibitorio de la luz en la morfogénesis de la raíz, que no afecta la emisión de la radícula, ya que en las semillas germinadas en la oscuridad la radícula presento mayor desarrollo de raíces absorbentes, pero igual porcentaje de germinación que las semillas expuestas a luz.

2.9.3. Temperatura y humedad

La temperatura óptima para que germine la semilla de café es de 28 a 30 °C; en Cenicafé se ha observado que las semillas germinan bien a temperaturas de 20 – 25 °C; asimismo es importante mantener la saturación de humedad en el medio para que la semilla se embeba y se inicien procesos metabólicos característicos de la germinación (ARCILA *et al.*, 2007).

2.9.4. Número de semillas por m² de germinador

Se recomienda sembrar como máximo 1 kg de semilla por m² de germinador (ARCILA y BOTERO, 1985). El número de semillas en un kilogramo depende de su contenido de humedad y de su tamaño promedio; como norma general se asume que en un kilogramo de semillas con 11.5 % de humedad y una granulometría por encima de la malla 14, contiene aproximadamente 4000 semillas (ALVARADO, 2004).

2.10. Factores que afectan al desarrollo del café en la etapa de almácigos

2.10.1.Estados de la planta que se obtiene de un germinador

ARCILA y BOTERO (1985), indican que en un metro cuadrado de germinador se obtienen a los 75 días los tipos de materiales que se muestran. Deben descartarse para el trasplante las bolsas de almácigo las chapolas débiles, cloróticas, con mal formaciones radicales y los fósforos atrasados.

2.10.2.Material a trasplantar e importancia de los cotiledones

Se recomienda trasplantar solamente el material de mejor calidad y desarrollo uniforme, y las chapolas, es decir cuando la plántula presenta las hojas cotiledonales completamente expandidas. Desde la siembra de la semilla hasta el estado de chapola transcurren entre 65 y 75 días. No es recomendable llevar al almácigo plantas en estado de fósforo, debido a que éstas todavía no han terminado el proceso de digestión del endospermo de la semilla y también porque en este estado de desarrollo no es posible caracterizar la calidad del material que se está trasplantando (ARCILA *et al.*, 2007). En Cenicafé se observó que las plantas a las que se les suprimió un cotiledón, tuvieron un crecimiento marcadamente inferior al de las plantas que tenían los dos cotiledones (CASTILLO, 1970).

2.11. Características botánicas del café “robusta”

Desde su germinación la semilla de café muestra tres partes fundamentales: la raíz, tallo y las hojas. Para establecer el manejo adecuado del cultivo de café se requiere un amplio conocimiento de la planta en lo que respecta a su crecimiento, desarrollo y producción, así como de los factores que los afectan (LUNA, 1982). El éxito del cultivo del café depende de la cantidad y la calidad de su crecimiento, de tal forma que, si éstos son óptimos, los rendimientos en producción serán buenos y excepto en situaciones económicas especiales se obtendrán ganancias, contrario a lo que ocurre cuando el crecimiento del cultivo es deficiente (ARCILA *et al.*, 2007).

2.11.1. Sistema radicular

El sistema radicular del café se desarrolla rápidamente durante las primeras semanas. A la edad de un año la raíz penetrante tiene por lo regular una raíz vigorosa, corta de 30 a 50 cm; las raíces secundarias que salen de la raíz penetrante o de base del tronco sentido vertical y horizontal; raicillas que generalmente son cortas y constituyen con sus pelos absorbentes de cabellera de las raíces que desarrollan principalmente en capas superficiales y en suelos ricos en humus (LUNA, 1982). En las raíces del cafeto en un suelo de el Salvador, y encontró que la raíz principal de plantas de un año no profundiza más de 20 cm plantas de dos años llega hasta los 30 cm y en cafetos de 7 años profundiza hasta 50 cm (ARCILA *et al.*, 2007).

Una de las principales causas de agotamiento prematuro, y muerte de plantas jóvenes en campo, es debido a la mala formación de raíces,

que puede provocarse durante el trasplante de semillero a bolsa. La recomendación es cortar la rodaja de la bolsa a una pulgada del fondo, o punzarlo con una espátula para cortar la raíz y evitar dicha deformación. Esta poda de raíces en bolsa, debe de hacerse un mes antes de la siembra en campo para estimular las raíces en el mismo sitio del almacigo por dos objetivos: provocar la proliferación y crecimiento acelerado de raíces y uniformar el largo de las raíces (ANACAFÉ, 2013).

2.11.2.El tallo

Es la armazón de la planta del café, conformada por el conjunto del tronco y ramas laterales, es decir el ramaje es todo dimórfico, con un tallo perpendicular el cual nacen ramas laterales. Estas ramas primarias son las que producen la mayor parte de la cosecha, además dan origen a ramas fructíferas que se conocen como secundarias y terciarias (bandolas). Las ramas primarias, no tienen poder de renovación, su función fructífera termina prácticamente después de dos o tres cosechas y permiten entonces a las ramas secundarias desarrollarse y asumir su función de productoras (LUNA, 1982).

El café pertenece a la familia Rubiáceae, género *Coffea*. Es una planta provista de un eje central que presenta en su extremo una parte meristemática en crecimiento activo permanente, que da lugar a la formación de nudos y entrenudos. Las ramas plagiotrópicas se alargan en forma permanente y las ramas ortotrópicas permiten el crecimiento vertical de la planta (SOTOMAYOR y DUICELA, 1993).

2.11.3. Hojas

A los dos meses después 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. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses. En el tallo, un par de hojas o nudo se origina cada 25 ó 30 días, en un año forman 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces; asimismo el número de hojas por árbol y el área foliar de las plantas varían según la edad y la densidad de población (ARCILA *et al.*, 2007).

En las hojas del cafeto se realizan tres procesos más importantes que soportan el crecimiento, desarrollo vegetativo y reproductivo: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. La fotosíntesis es el proceso fisiológico que permite la elaboración de la materia hidrocarbonada necesaria para la planta. La respiración; función en la cual la planta utiliza parte de los hidratos de carbono fotosintetizados para obtener energía necesaria para el crecimiento y desarrollo. La respiración ocurre en todos los tejidos de la planta particularmente intensa en hojas y tejidos jóvenes. La transpiración; función mediante la cual la planta elimina por las estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical. El café pertenece a la familia Rubiáceae, género *Coffea*. Es una planta provista de un eje central que presenta en su extremo una parte meristemática en crecimiento activo permanente, que da lugar a la formación de nudos y entrenudos. Las ramas plagiotrópicas se alargan en forma permanente y las ramas ortotrópicas permiten el crecimiento vertical de la planta (SOTOMAYOR y DUICELA, 1993; ARCILLA *et al.*, 2007).

2.11.4. Área foliar

Durante todo el año ocurre formación de follaje, pero existen épocas en que los factores climáticos como la radiación y la disponibilidad de agua en el suelo favorecen una mayor formación de hojas. Asimismo, el área foliar de las plantas varía según la edad y la densidad de población ((VALENCIA, 1999).

2.12. Factores que afectan las características agronómicas del cafeto

Existen factores que pueden influenciar en el desarrollo radicular, como caracteres fisiomecánicos del suelo, aireación, poder absorbente del suelo, riqueza en humus y en nutrición, método de cultivo, etc. (LUNA, 1982). En la etapa de almácigo los factores que limitan el crecimiento de las raíces son: el tamaño inadecuado de las bolsas, la poda excesiva de la raíz pivotante, momento del trasplante, ataque de nematodos, deficiencia de materia orgánica en el sustrato utilizado para llenar las bolsas y el inadecuado o deficiente manejo cultural, además indica del aporte de algunos nutrimentos, que permiten mayor aireación del suelo, lo cual redundará en menor compactación, buena capacidad de retención de humedad y mayor desarrollo (SALAZAR, 1996). El desarrollo foliar es altamente sensible a las deficiencias hídricas, deficiencia de nitrógeno y magnesio ocurriendo menor producción de clorofila por lo que puede presentarse defoliación por enfermedades foliares como la roya del cafeto que ocasionan altas pérdidas de hojas y una poda severa puede limitar la cantidad de follaje en un momento determinado. El desarrollo normal de la flor del cafeto puede ser alterado por factores genéticos, ambientales, patológicos o nutricionales, dando como resultado diferentes tipos de anomalías como: atrofas o abortos, flores estrella, flores rudimentarias y petaloide o flores que abren prematuramente (ARCILA *et al.*, 2007).

2.13. Antecedentes de otros trabajos

La evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. Catuaí Rojo. Se evaluó el proceso de la escarificación química y mecánica, sobre la germinación y formación de fosforitos para la producción de viveros. Para el porcentaje de germinación y porcentaje de formación de “fosforitos”, las evaluaciones se realizaron a los 25, 30, 40 y 50 días después de soterrada la semilla en las jardineras. Los resultados para los tratamientos de escarificación mecánica con inmersión en agua durante 24 y 48 horas presentaron el mayor porcentaje de germinación en todos los tiempos de evaluación (25, 30, 40 y 50 días después de soterradas las semillas), seguido por la escarificación mecánica sin inmersión en agua, presentando porcentajes de germinación superiores al resto de los tratamientos. Los tratamientos de inmersión en agua, ácido de batería y ácido muriático presentaron porcentajes de germinación similares al testigo en todos los tiempos de evaluación, concluyendo que el uso de las técnicas de escarificación mecánica a las semillas de café acelera su germinación y la formación de fosforitos. Los tratamientos donde las semillas de café se sometieron a escarificación mecánica más inmersión en agua durante 24 y 48 horas presentaron los mayores valores de germinación y formación de fosforitos. 60 % de la germinación ocurrió a los 25 días y la formación de fosforitos ocurrió a los 30 días de soterradas las semillas. Los tratamientos de escarificación química empleando los productos comerciales con ácido muriático (Opin ®) y de batería (Copper ®) no ofrecieron ventajas con relación al testigo (MOSCOSO, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú. El trabajo se inició el 20 de junio del 2015 hasta el 4 de febrero del 2016.

De con HOLDRIDGE (1987), Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo-premontano tropical (bmh-PT), cuyas coordenadas UTM es: Este 385288.86 m, Norte 8990659.05 m y una altitud de 610 msnm. La temperatura, humedad relativa, precipitación y horas luz, que se tuvieron durante los meses del trabajo de investigación fueron los siguientes.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el experimento.

Meses	Temperatura (°C)			H.R %	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Junio	30.2	25.1	20.1	84	127.1	187.7
Julio	30.1	24.8	19.7	84	173.1	192.3
Agosto	31.1	25.4	19.8	83	50.8	217.0
Setiembre	32.4	26.2	20.1	80	43.5	197.0
Octubre	31.7	26.1	20.6	81	147.9	173.6
Noviembre	31.3	26.3	21.3	82	235.3	156.4
Diciembre	30.3	25.7	21.1	83	404.9	150.6
Enero	31.7	26.6	21.5	82	475.5	169.6

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones, Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (2016).

En el Cuadro 1, se presenta los datos meteorológicos registrados correspondientes al tiempo que se ejecutó el experimento, donde se observa que la temperatura media está en el rango para cafés sugerido por LÓPEZ *et al.* (1972), quien han encontrado en diferentes investigaciones que la temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21 °C y una precipitación de 2000 a 2500 mm.

3.2. Componente en estudio

3.2.1 Factor A: Semilla de *Coffea canephora* Pierre.

a₁ = Sin escarificar

a₂ = Escarificado

3.2.2 Factor B: Tipos de semilla

b₁ = Semilla grande

b₂ = Semilla mediana

b₃ = Semilla pequeña

b₄ = Semilla caracolillo

3.3. Tratamientos en estudio

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Clave	Descripción
T ₁	a ₁ b ₁	Semilla sin escarificar y tipo grande
T ₂	a ₁ b ₂	Semilla sin escarificar y tipo mediano
T ₃	a ₁ b ₃	Semilla sin escarificar y tipo pequeño
T ₄	a ₁ b ₄	Semilla sin escarificar y tipo caracolillo
T ₅	a ₂ b ₁	Semilla escarificada y tipo grande
T ₆	a ₂ b ₂	Semilla escarificada y tipo mediano
T ₇	a ₂ b ₃	Semilla escarificada y tipo pequeño
T ₈	a ₂ b ₄	Semilla escarificada y tipo caracolillo

3.4. Diseño experimental

En esta investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con dos factores y tres bloques para cada tratamiento, cada tratamiento tuvo 25 unidades experimentales. Los resultados fueron sometidos a la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05 de probabilidad.

Cuadro 3. Esquema de análisis de variancia.

Fuentes de variación	G.L.	SC	CM
Bloque	2	SC _{Bloque}	CM _{Bloque}
Tratamientos	7	SC _{Trat.}	CM _{Trat.}
A (escarificado y sin escarificar)	1	SC _A	CM _A
B (tipo de semilla)	3	SC _B	CM _B
A x B	3	SC _(A x B)	CM _{A x B}
Error	14	SC _{Error Exp.}	CM _{Error Exp.}
Total	23	Total	

3.4.1 Modelo aditivo lineal

RODRÍGUEZ (2005) presenta el siguiente modelo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + Y_k + \epsilon_{ijk}$$

Para:

$i = 1, \dots$, a semilla sin escarificar y escarificada

$j = 1, \dots$, b tamaño y forma de semilla

$k = 1, \dots$, r repeticiones

Donde:

Y_{ijk} : Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al k-ésimo bloque, a la cual se aplicó el i-ésimo nivel del factor α_i con el j-ésimo nivel del factor β_j

μ : Es el efecto de la media general

α_i : Es el efecto del i-ésimo semilla sin escarificar y escarificada

- β_j : Es el efecto de la j-ésimo tamaño y forma de semilla
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Es el efecto de la interacción del i-ésimo semilla sin escarificar y escarificada con la j-ésimo tamaño y forma de semilla
- Y_k : Es el efecto del k-ésimo bloque
- ε_{ijk} : Es el efecto aleatorio del error experimental obtenido en la unidad experimental correspondiente al k-ésimo bloque a la cual se aplicó el i-ésimo semilla sin escarificar y escarificada con el j-ésimo nivel de tamaño y forma de semilla.

3.5. Características del campo experimental

Forma del terreno	: Rectangular
Área del vivero	: 24 m ²
Área del germinador	: 3 m ²
Área del experimento	: 12.88 m ²
Distancia entre repeticiones	: 0.40 m
Número de plantas a evaluar/bloque	: 72
Número total de plantas	: 600
Número total de plantas a evaluar	: 216
Número de bloques	: 3
Largo de bloques	: 5.6 m
Ancho de bloques	: 2.3 m
Número de tratamientos/bloque	: 8
Número total de parcelas	: 24
Largo de la unidad experimental	: 0.5 m
Ancho de la unidad experimental	: 0.5 m

3.6. Metodología

3.6.1 Ejecución del experimento

a) Limpieza del área experimental

Antes de la instalación de la cama para almácigo del experimento, se procedió a la limpieza, nivelación y cuadrado del terreno de manera manual para lo cual se utilizaron palas y machetes.

b) Instalación de la cama de almácigo

Una vez realizada la limpieza se procedió a instalar la cama de almácigo con dimensión 2 x 2 m en donde se colocó las cubetas, el almácigo fue cubierto con un costal negro la cual tuvo una sombra del 100 %.

c) Extracción del fruto de la planta del café robusta

Se procedió a cosechar frutos maduros de café “robusta” de plantas que existen en el fundo de la Facultad de Agronomía, dentro del campus de la UNAS; los frutos cosechados fueron previamente identificados al azar y se cosechó un promedio de 33 frutos por nudo.

d) Obtención de la semilla

El fruto del café robusta se caracteriza por tener muy adherida la cáscara sobre el pergamino que envuelve la fruta, para facilitar su extracción, se fermentó los frutos durante 40 horas; luego se procedió al despulpado manual y su respectivo lavado; así como también se puso a secar la semilla del café en una manta bajo sombra durante 12 días.

e) Porcentaje de humedad de la semilla

Para determinar el porcentaje de humedad de las semillas se

utilizó el método de la estufa a 110 °C por 80 horas hasta que el peso sea constante, para lo cual se utilizó una muestra de 50 semillas secas; en nuestro caso el porcentaje de humedad fue de 27.22 %.

f) Clasificación de granos

Después del secado se procedió a seleccionar las 2400 semillas por tipos (grande, mediano, pequeño y caracolillo) para los tratamientos en estudio. Cabe indicar que fueron separados en 300 semillas por tipos para los tratamientos escarificados y 300 semillas para los tratamientos sin escarificar.

g) Escarificación de la semilla

La escarificación se realizó manualmente de la siguiente manera: se seleccionó 1200 tipos de semillas entre grandes, medianos, pequeños y caracolillos. Seguidamente con las manos se procedió a quitar el pergamino de la semilla del café robusta para el respectivo estudio.

h) Desinfección y germinación de semillas

Después de haberse seleccionado las 2400 semillas (500 g), con todas las previsiones del caso, seguidamente se realizó la desinfección de las semillas por medidas de prevención contra algunos patógenos; y para ello se utilizó 5 g de ingrediente activo (Tiofanate metil + tiram.) por kilo de semillas, la desinfección se hizo manualmente habiendo mezclado la semilla con el producto. Posteriormente se pasó a sembrar en cubetas de plástico con sustrato de arena pura desinfectada con legía 2.0 % y estas cubetas fueron llevadas al almácigo para su germinación.

i) Obtención de los sustratos para el vivero

Se juntó tierra agrícola (tierra de monte) y se procedió a realizar el cernido con malla metálica de 1cm² para obtener tierra fina y suelta, luego se realizó la mezcla con dos partes de materia orgánica y una parte de arena fina. Finalmente se preparó el sustrato a partir de compost, arena y tierra agrícola en una proporción del 2:1:3 respectivamente.

j) Llenado y colocación de las bolsas al vivero

Antes de embolsar, se tomaron muestras del sustrato para su análisis físico y químico (Cuadro 35 del anexo). Seguidamente con la ayuda de la mano se iban llenando las bolsas de plástico negro para luego ser trasladados al vivero en forma ordenada para la ejecución del trabajo de investigación; estas bolsas fueron distribuidas en 8 tratamientos por bloque.

k) Repique o trasplante de las plántulas

El repique se hizo aproximadamente a los 68 días de la germinación, cuando las plantas estaban en estado de “mariposa”, colocando una por cada bolsa. Para el repique se utilizó plántulas sanas y con buena formación de raíces. Las plantas en el vivero se evaluaron por 6 meses aproximadamente, hasta que formen su primer par de ramas plagiotrópicas.

l) Control de malezas y enfermedades

Se realizó mediante el método manual, con la finalidad de que siempre las parcelas en estudio estén libres de malezas, evitando la competencia por luz, espacio y nutrientes; las malezas que predominaron fueron: la pituca (*Colocasia esculenta*), macorilla (*Pteridium aquilinum*) y la ishanga (*Laportea*

aestuans), tanto alrededor de las bolsas y dentro de las bolsas; en el control de enfermedades se realizó evaluando cada 20 días para determinar oportunamente problemas significativos.

m) Riego

El riego se realizó en función a las necesidades de la planta y en forma periódica para así evitar el exceso de humedad en el vivero.

3.7. Características a evaluar

3.7.1. Energía germinativa

Se utilizó una cubeta con 100 semillas de café por cada tratamiento de cada bloque; en la energía germinativa interviene el número de semillas y el tiempo, la germinación se consideró cuando la semilla estaba en la fase de “fosforito”. Los días se contaron desde la fecha que se inició la germinación y terminó cuando ya no germinaban en las cubetas por aproximadamente tres días.

Cabe indicar que para evaluar el ANAVA, del tiempo medio se utilizó la fórmula de la media ponderada del tiempo medio de germinación (TMG).

$$TMG = \frac{N_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n}{N}$$

Donde:

T_n: Número de días desde el inicio de la germinación hasta el día n,

N_n: Número de semillas germinadas en el día n, y

N: Número total de semillas germinadas.

3.7.2. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se halló cuando las semillas se

encontraban como una mariposa más o menos a los 60 días, y se procedió utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{numero de semillas germinadas}}{\text{total de semillas}} \times 100$$

3.7.3. Altura de la planta

La evaluación de la altura se realizó a un mes después repique y se hizo cada 15 días de nueve plantas por tratamiento. La medición de altura se realizó con una regla milimétrica desde el nivel del cuello de la planta hasta la yema terminal visible.

3.7.4. Diámetro de la planta

La evaluación del diámetro de la planta se realizó después del mes de repique y se hizo cada 15 días de nueve plantas por tratamiento se midió con el vernier.

3.7.5. Número de hojas

Se contabilizaron nueve plantas por cada tratamiento, la evaluación igualmente se dio cada 15 días contando las nuevas hojas formadas.

3.7.6. Volumen de raíces

Al igual que la longitud de raíces, ésta característica se determinó al final del experimento considerando el promedio de las tres plantas por tratamiento. La metodología consistió en sumergir la plántula hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada, permitiéndonos determinar el volumen por diferencia.

3.7.7. Longitud de raíces

Esta característica se evaluó al final del experimento, utilizando una regla graduada desde la inserción con el esqueje, hasta la parte terminal de las raíces. En este caso para la medición, se escogió tres plantas al azar.

3.7.8. Área foliar

Se determinó, utilizando los mismos plantones en número de tres por tratamiento. Para evaluar este parámetro se utilizó el método de las siluetas:

Consiste en dibujar todas las hojas de la plántula de cada tratamiento en papel del mismo espesor.

Luego se cortaron las siluetas dibujadas de las hojas, para posteriormente pesarlas.

Se cortó papel en un área de 10 x 10 cm; el mismo que se pesó.

Luego por regla de tres simple se calculó el área foliar de las plántulas en dm^2 .

3.7.9. Materia seca (%)

Este parámetro se realizó al final del experimento, para lo cual se tomó las nueve plantas, tres por cada tratamiento colocándose en bolsas separadas, tanto la parte leñosa (ramas y tallos) como la parte foliar, y la parte radicular. También se tomaron muestras frescas de la parte foliar y radicular, las que fueron pesadas en papel Kraft para secarlas en estufa a 70 °C durante 24 horas, hasta un peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Energía y porcentaje de germinación de las semillas de café “robusta” escarificada y sin escarificación

4.1.1. Energía germinativa

Del ANVA de la energía germinativa de las semillas que es igual al tiempo medio de germinación (TMG) (Cuadro 4); tal es así que para los componentes del factor A (sin escarificar y escarificado), el factor B (tipos de semilla) y entre las interacciones del factor (A x B), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). El coeficiente de variabilidad fue de 11.97 %, indicando que existe muy buena homogeneidad en los resultados para el tiempo medio de germinación.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el tiempo medio de germinación (TMG) de la energía germinativa con y sin escarificación y del tipo de la semilla del café en vivero.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Sig.
Tratamientos	7	89.23	12.75	AS
Bloques	2	1.45	0.73	NS
A	1	43.37	43.37	AS
B	3	29.08	9.69	AS
A x B	3	16.78	5.59	AS
Error	14	13.61	0.97	
Total	23	15.14		

C.V. = 11.97 %

AS : Altamente significativo

NS : No existe diferencia estadística significativa

En el Cuadro 5 y Figura 1, se muestran los niveles de significación del tiempo de germinación (TMG); de donde se deduce que el factor a₂ (escarificado; días de germinación = 6.89 %) fue mejor en 28.1 % en relación al a₁ (sin escarificar; días de germinación = 9.58 %), resultados que se corroboran con SALOMÓN *et al.* (2001), quien encontró que semillas escarificadas antes de la siembra inducen a la germinación y también a lo manifestado por VALIO (1980), mencionando que la escarificación acelera en 20 días la germinación. Hay que tener en cuenta que el porcentaje de germinación es un indicador germinativo y la energía es la velocidad de germinación, tal como aseveran GÓMEZ (2004) y TEODORO (2011), que la energía es mayor o mejor cuando menor es el tiempo de germinación.

Cuadro 5. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el tiempo medio de germinación.

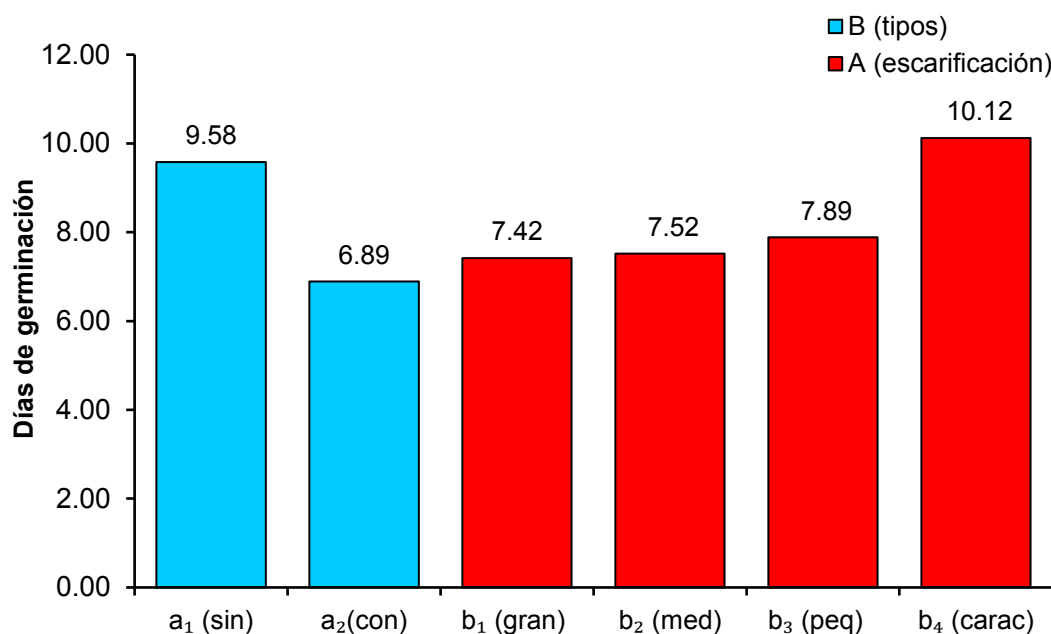
Factores	Componentes	TMG (días)	Significación
A	a ₂	6.89	a
	a ₁	9.58	b
B	b ₄	10.12	b
	b ₃	7.89	a
	b ₂	7.52	a
	b ₁	7.42	a
A x B	a ₂ b ₄	10.18	b
	a ₁ b ₄	10.05	b
	a ₁ b ₂	9.64	b
	a ₁ b ₃	9.50	b
	a ₁ b ₁	9.12	b
	a ₂ b ₃	6.28	a
	a ₂ b ₁	5.71	a
	a ₂ b ₂	5.39	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tipo de semilla (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)



Escarificación y tipos de semillas de café

Factor A: semillas (a₁= escarificado y a₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 1. Promedio del tiempo medio de germinación (días) de las semillas de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

En cuanto a los tipos de semilla (Factor B) el nivel b₁, b₂ y b₃ obtuvieron el menor tiempo de germinación en relación al b₄, resultado que coinciden con ARCILA y BOTERO (1985), quienes indican que los cambios específicos en su apariencia física del café son útiles en forma temprana su viabilidad, mientras que para CASTILLO (1970), el grano caracol o triángulo no afecta la germinación sin embargo deben seleccionarse las semillas de mayor tamaño porque estas afectaran el desarrollo posterior de la planta. Para interacción de los factores A x B (Figura 2 y Cuadro 5), podemos observar que existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), pues la semilla tipo caracolillo con escarificación y sin escarificación (a₂b₄, a₁b₄), son las que más tiempo medio utilizaron para germinar, esto debido a que las semillas tipo caracolillo son frutos abortados por lo que se presume que contienen menos energía germinativa, asimismo también podría

atribuirse a que la energía germinativa haya sido influenciada por otros factores de manejo como, ambiente, temperatura, y humedad (FONTANIBE, 1987; VALENCIA, 1999), por su parte los tratamientos a_2b_2 , a_2b_1 y a_2b_3 fueron los que menos tiempo emplearon para germinar este resultado básicamente se le atribuye más al efecto de la escarificación que al tipo de semilla.

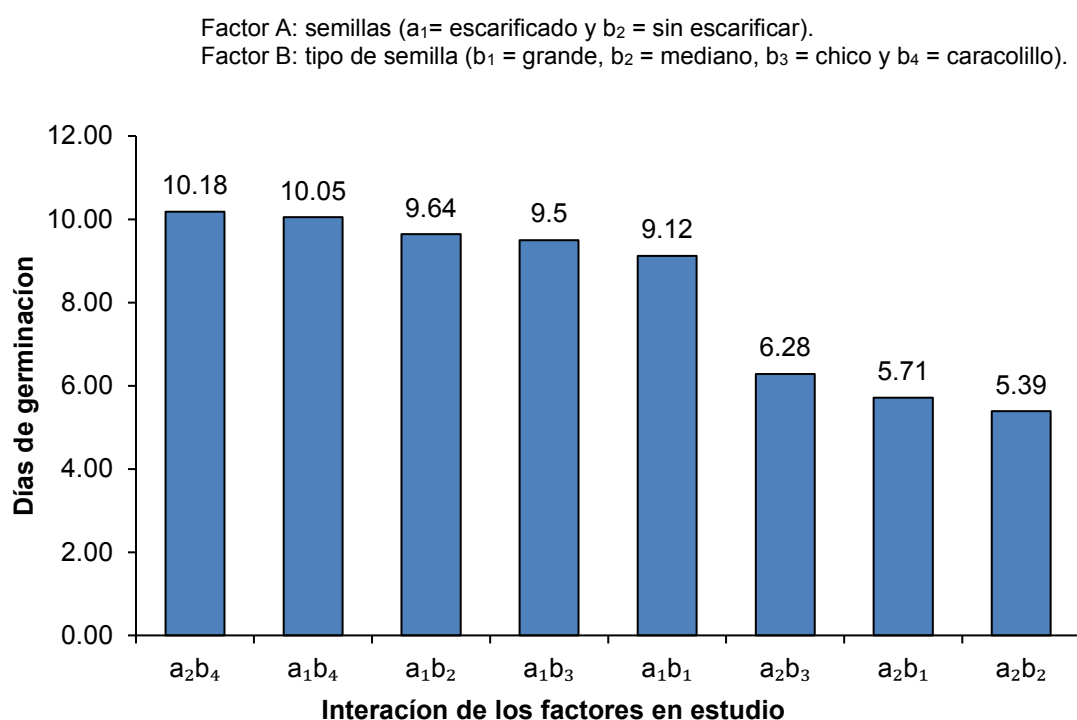
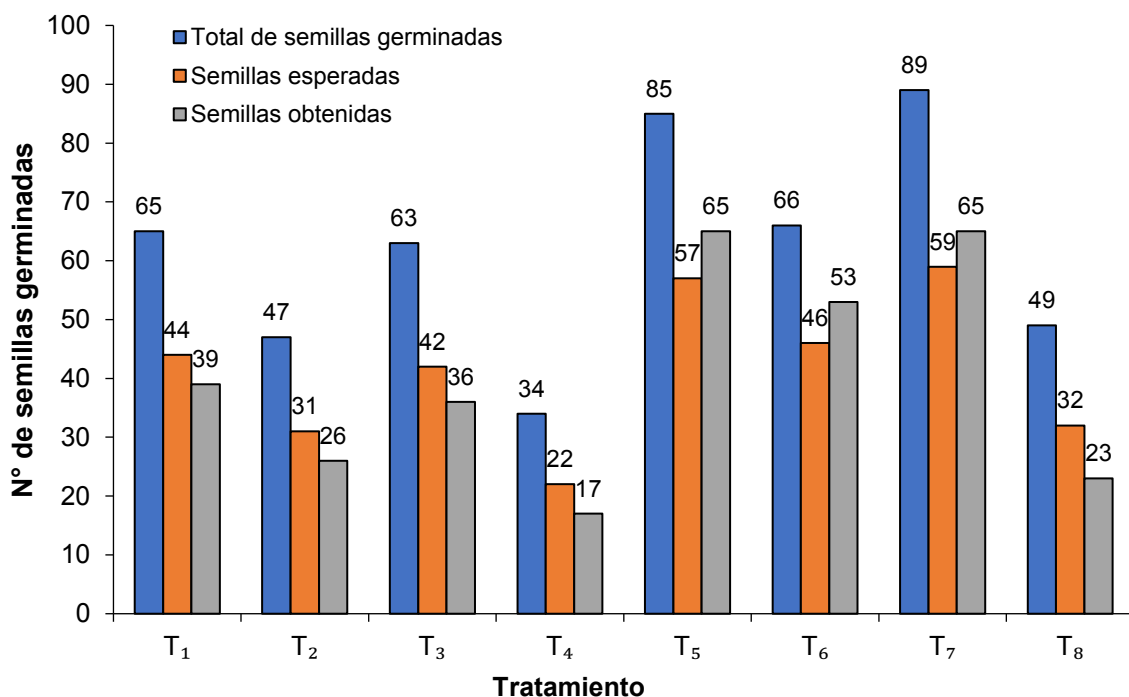


Figura 2. Interacción de los factores A x B en el tiempo medio de germinación (días) con y sin escarificación y tipos de la semilla de café en vivero.

Pero para darle un valor más exacto y ubicarnos en una condición comparativa de los tratamientos entre malas y buenas, se realizó mediante las reglas establecidas por CUCULIZA (1956), los mismos que se muestran en el Cuadro 6 y Figura 3. Esto se basa en que cuando mayor es el número de semillas halladas en relación a las esperadas entonces se dice la energía germinativa es buena y si la hallada es menor a lo esperado entonces, se dice que es mala; en esa relación podemos decir que los tratamientos a_2b_1 , a_2b_2 y a_2b_3

Cuadro 6. Energía germinativa de los tratamientos en estudio.

Energía germinativa					
Tratamientos	Total germinadas	Esperadas	Obtenidos	Días 1/3	Valor
T ₁	65	44	39	9	Malo
T ₂	47	31	26	9	Malo
T ₃	63	42	36	9	Malo
T ₄	34	22	17	9	Malo
T ₅	85	57	65	8	Bueno
T ₆	66	46	53	8	Bueno
T ₇	89	59	65	8	Bueno
T ₈	49	32	23	8	Malo



T₁ (S. sin escarificar y tipo grande) T₄ (S. sin escarificar y tipo caracolillo) T₇ (S. escarificada y tipo pequeño)
 T₂ (S. sin escarificar y tipo mediano) T₅ (S. escarificada y tipo grande) T₈ (S. escarificada y tipo caracolillo)
 T₃ (S. sin escarificar y tipo pequeño) T₆ (S. escarificada y tipo mediano)

Figura 3. Comportamiento de los tratamientos en relación a la energía germinativa de la semilla de café en vivero.

son las que presentan mejor energía germinativa debido a que la cantidad de semillas germinadas superan a las esperadas con valores de 65, 53 y 65 semillas respectivamente a los 8 días, resultado que coincide con el Cuadro 5, donde estos tratamientos alcanzaron el menor tiempo para germinar en comparación a los demás, que son calificadas como semillas buenas (CUCULIZA, 1956).

4.1.2. Porcentaje de germinación

El Cuadro 7, muestra el ANVA del porcentaje de germinación de la planta, donde indica que para los componentes del factor A (escarificación); y el factor B (tipos de semilla) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.05$), mas no se halló diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para la interacción de A x B. Asimismo se encontró que los resultados para el porcentaje de germinación tubo muy buena homogenidad al presentar un coeficiente de variabilidad de 11.87 %.

Cuadro 7. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de la semilla del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	7490.00	870.59	AS
Bloques	2	345.33	172.67	NS
A	1	2562.67	2562.67	AS
B	3	4821.00	1607.00	AS
A x B	3	106.33	35.44	NS
Error	14	774.00	55.29	
Total	23	15.14		

C.V. = 11.87 %

AS : Altamente significativo

NS : No existe diferencia estadística significativa

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Duncan donde para el factor A (tipo de semilla) el nivel a₂ (semilla escarificado) obtuvo 73 % de las plántulas germinadas siendo superior al nivel a₁ (semilla sin escarificar) con 52.33 %. Asimismo, para el factor B (tipos de semilla) se encontraron que el b₃ (tipo pequeño) tuvo un comportamiento similar al b₁ (tipo grande) con resultados del 75.83 y 75.17 % respectivamente, seguido de b₂ (tipo mediano) con 58.33 % y el de menor porcentaje de germinación fue para b₄ (tipo caracolillo) que obtuvo 41.33 %. Si bien para la interacción de los factores A x B, no hubo diferencias estadísticas, pero hay marcadas diferencias numéricas como se observa la Figura 4.

Cuadro 8. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el porcentaje de germinación.

Factores	Componentes	Germinación (%)	Significación
A	a ₂	73.00	a
	a ₁	52.33	b
B	b ₃	75.83	a
	b ₁	75.17	a
	b ₂	58.33	b
	b ₄	41.33	c
A x B	a ₂ b ₃	89.00	a
	a ₂ b ₁	85.00	a
	a ₂ b ₂	69.33	b
	a ₁ b ₁	65.33	b
	a ₁ b ₃	62.67	b c
	a ₂ b ₄	48.67	c d
	a ₁ b ₂	47.33	d
	a ₁ b ₄	34.00	d

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

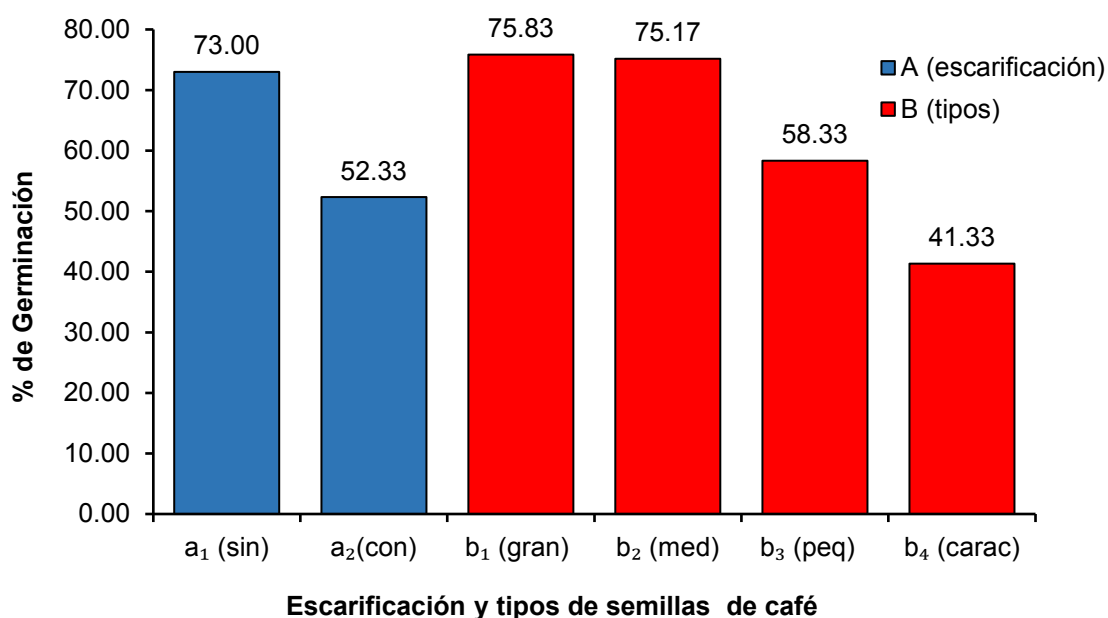
B: tipo (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)

Indudablemente los mejores porcentajes de germinación fue para la semilla escarificada, resultado que corrobora SALOMON *et al.*, (2001), quien indica las semillas escarificadas induce a la germinación. A pesar que DUICELA *et*

al. (2004) y MONROIG (2011), refieren que semillas pequeñas, deformes y dañadas deben descartarse, contradice a nuestros resultados; por lo que podemos decir no siempre los defectos o tamaños de la semilla del café determinan el porcentaje de germinación tal como indica CASTILLO (1970). Si bien el porcentaje de germinación no ha sido lo esperado, pueda haberse sumado algunos factores como manejo, ambiente, temperatura, humedad, etc. que afectaron al proceso germinativo (FONTANIBE, 1987; VALENCIA, 1999).



Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).
Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 4. Promedio del porcentaje de germinación de las semillas de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

4.2. Evaluar la interacción entre los tipos de semilla y características de la semilla de café en vivero

4.2.1. Altura de planta

En el Cuadro 9, a los 228 días, fecha final de la evaluación de la altura de planta (cm), se encontró al menos existe diferencias estadísticas

significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, entre los diferentes tipos de la semilla (b) y entre la interacción de los factores A x B, así también cabe indicar que entre los componentes del factor A estadísticamente no se halló diferencia estadística significativas ($p > 0.05$). El coeficiente de variabilidad fue de 6.42 % el cual indica la excelente homogeneidad de los resultados.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	302.04	43.150	S
Bloques	2	26.27	13.140	NS
A	1	0.39	0.390	NS
B	3	217.88	72.627	AS
A x B	3	83.77	27.923	S
Error	14	116.61	8.329	
Total	23	444.92		

C.V. = 6.42

AS : Altamente significativo

NS : No existe diferencia estadística significativa

S : Existe diferencia estadística significativa

En la prueba de Duncan (Cuadro 10 y Figura 5), observamos que para el factor tipo de semillas, el nivel b_1 (semilla grande) tuvo mayor altura de planta, seguido y estadísticamente similar al nivel b_2 (semilla mediana) y éste igual al nivel b_4 (semilla caracolillo) y éste a su vez superior e igual al nivel b_3 (semilla chica) con 51.36, 47.90, 45.28 y 43.32 cm respectivamente. En la interacción de los factores A x B; la mayor altura de planta fue para a_2b_1 (54.45 cm) superior a a_1b_2 (48.68) y éste igual a a_1b_1 (48.28 cm), seguido de a_2b_2 (47.33 cm) y éstos tres últimos superior a a_1b_3 , a_2b_4 , a_1b_4 y éstos superiores a a_2b_3 (41.28 cm). De los párrafos anteriores se puede deducir que para la altura de planta, la semilla del nivel

a₂ (escarificada) mantuvo mejor altura de planta, en relación al nivel a₁ (sin escarificar), eso quiere decir que ambas semillas tuvieron un comportamiento diferente; este hecho es corroborado por SEQUEIRA *et al.* (1981), quien indica que semillas de café sin pergamino producen plantas con mejor crecimiento; dependiendo mucho de la calidad de las semillas y que garantice un potencial genético (ALVARADO y ROJAS, 1994).

Cuadro 10. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para la altura de planta de café.

Factores	Componentes	Altura de planta (cm)	Significación
A	a ₂	47.09	a
	a ₁	46.84	a
B	b ₁	51.36	a
	b ₂	47.90	a b
	b ₄	45.28	b c
	b ₃	43.32	c
A x B	a ₂ b ₁	54.45	a
	a ₁ b ₂	48.46	b
	a ₁ b ₁	48.28	b
	a ₂ b ₂	47.33	b
	a ₁ b ₃	45.37	b c
	a ₂ b ₄	45.31	b c
	a ₁ b ₄	45.24	b c
	a ₂ b ₃	41.28	c

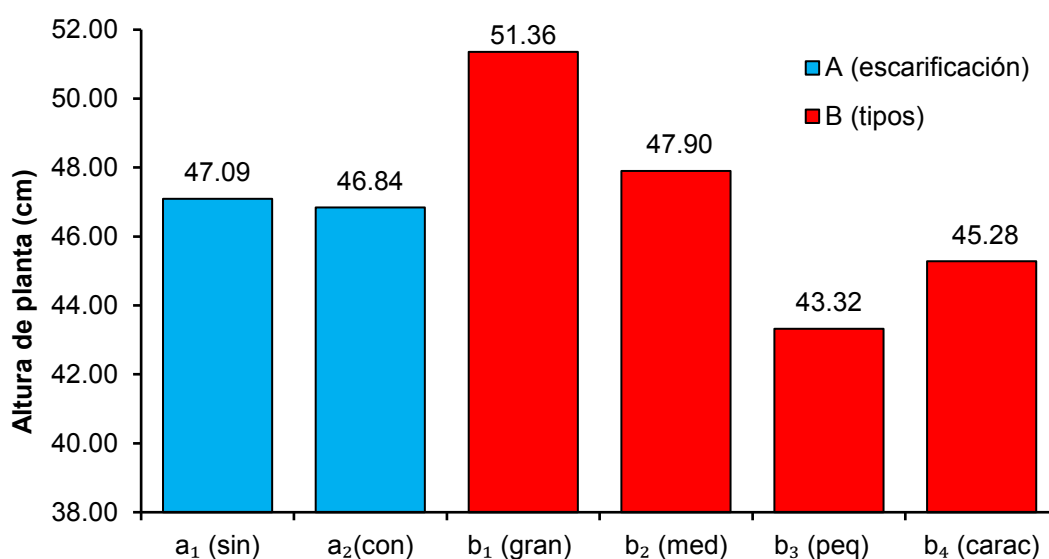
A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tipo de semilla (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)

Asimismo, podemos decir que a la interacción del factor a₂b₁ (escarificada y tipo grande de semilla) para la altura de planta se impone a los demás tratamientos, esto quiere decir que el tipo de la semilla podría tener sus implicancias posteriores como afirma (CASTILLO, 1970), tal es así que menor altura de planta obtuvo el factor a₂b₃, por lo que es mejor no utilizar semillas muy pequeñas y deformes como recomienda (MONROIG, 2011).



Escarificación y tipos de semilla de café

Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 5. Promedio de la altura de planta (cm) del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

4.2.2. Diámetro del tallo de la planta

Al observar el ANVA Cuadro 11, nos indica que no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en los diferentes factores evaluados. El coeficiente de variabilidad tubo un valor de 3.64 % indicando que los resultados tienen excelente homogeneidad, asimismo al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 12 y Figura 6), se puede observar que para el factor B el mayor diámetro hallado fue para el nivel b₄ (caracolillo) en relación al b₃ (grande) con resultados de 5.15 y 4.90 mm respectivamente; por lo tanto podemos decir que la escarificación y los tipos de semillas no son determinantes para el desarrollo del diámetro de la planta de café, concluyendo que a mayor días de evaluación se incrementa el diámetro (CASTILLO, 1970 y MONROIG, 2011), considerando que el trasplante a vivero se hizo después del repique, es decir en estado de mariposa o chapolas.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	0.50	0.071	NS
Bloques	2	0.35	0.175	S
A	1	0.01	0.010	NS
B	3	0.19	0.063	NS
A x B	3	0.31	0.103	NS
Error	14	0.47	0.033	
Total	23	1.33		

C.V. = 3.64 %

NS : No existe diferencia estadística significativa

S : Existe diferencia estadística significativa

Cuadro 12. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el diámetro de planta de café.

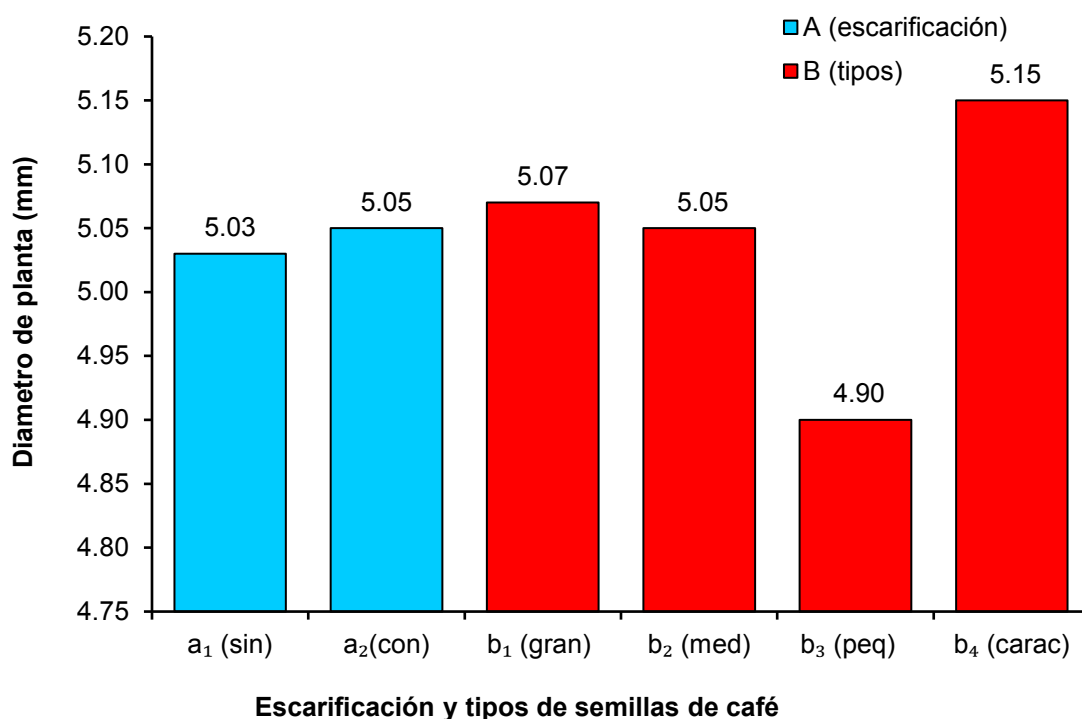
Factores	Componentes	Diámetro (mm)	Significación.
A	a ₂	5.05	a
	a ₁	5.03	a
B	b ₄	5.15	a
	b ₁	5.07	a
	b ₂	5.05	a
	b ₃	4.90	a
		a ₂ b ₄	5.23
A x B	a ₁ b ₂	5.22	a
	a ₂ b ₁	5.18	a
	a ₁ b ₄	5.06	a
	a ₁ b ₁	4.96	a
	a ₂ b ₄	4.92	a
	a ₁ b ₄	4.88	a
	a ₂ b ₂	4.87	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)



Escarificación y tipos de semillas de café
Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).
Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 6. Promedio del diámetro de planta (mm) del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

4.2.3. Número de hojas /planta

Al observar el ANVA (Cuadro 13), se puede inferir que para el número de hojas por plantas en la última evaluación (228 días) no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en ninguna de las fuentes de variabilidad, además el coeficiente de variabilidad fue de 4.45 % indicándonos la excelente homogeneidad de los resultados.

Al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 14 y Figura 7), no se encontró diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los niveles de cada factor ni entre los tratamientos evaluados, hallándose como resultado promedio entre las semillas sin escarificadas y escarificadas un valor de 27.45 hojas por planta, asimismo los niveles b₁ y b₂ tuvieron mayor número de hojas con un valor promedio de 28.16

hojas seguido de los niveles b_4 y finalmente b_3 , con valores de 20.07 y 26.40 hojas respectivamente, datos que son superiores a lo manifestado por ARCILA *et al.* (2004), quien encontró entre 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos por planta a los 250 días.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de las semillas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Sig.
Tratamientos	7	14.98	2.140	NS
Bloques	2	2.44	1.220	NS
A	1	0.01	0.010	NS
B	3	13.67	4.557	NS
A x B	3	1.30	0.433	NS
Error	14	20.92	1.494	
Total	23	38.34		

C.V. = 4.45 %

NS : No existe diferencia estadística significativa

Asimismo para la interacción del factor A y B, el mayor resultado fue para a_2b_1 y a_2b_2 semillas escarificadas de tipo grande y mediano, seguido de las semillas a_1b_4 y a_2b_4 con resultados de 27.20 y 26.93 hojas por planta respectivamente, asimismo a_1b_3 y a_2b_3 semillas sin escarificar y escarificadas ambas de tipo pequeño alcanzaron el menor resultado; lo que nos permite decir que al final del experimento el número de hojas por planta no tuvo mayor inferencia entre los factores A y B, al respecto CASTILLO (1970), menciona que las semillas grandes producirán plantas más vigorosas y una inapropiada cosecha o postcosecha de café inmaduro elevarán la obtención de semillas con defectos físicos del café (BECKER y FREYTAG, 2004). Hay que tener presente también que el número de hojas puede verse afectados por condiciones climatológicas (LOPEZ *et al.*, 1972).

Cuadro 14. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el número de hojas por planta de café.

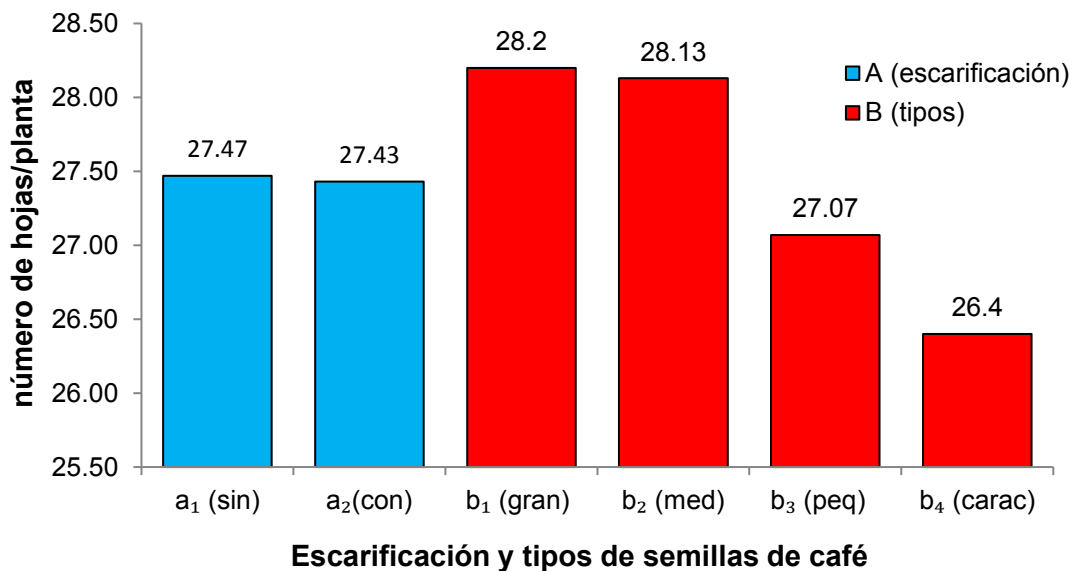
Factores	Componentes	Número de hojas	Significación
A	a ₂	27.47	a
	a ₁	27.43	a
B	b ₁	28.20	a
	b ₂	28.13	a
	b ₄	27.07	a
	b ₃	26.40	a
A x B	a ₂ b ₁	28.53	a
	a ₂ b ₂	28.27	a
	a ₁ b ₂	28.00	a
	a ₁ b ₁	27.87	a
	a ₁ b ₄	27.20	a
	a ₂ b ₄	26.93	a
	a ₁ b ₃	26.67	a
	a ₂ b ₃	26.13	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$).



Factor A: semillas (a₁ = escarificado y b₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 7. Promedio del número de hojas/planta del café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

4.2.4. Volumen de raíz

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de variancia para volumen de raíz (cm³) al final del experimento (228 días), donde se observa que no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en ninguna de las fuentes de variabilidad, el coeficiente de variabilidad (19.09 %), indica que los resultados tienen buena homogeneidad. Al realizar prueba de Duncan podemos decir que si bien no hay diferencia estadística significativa, no obstante existe una notable diferencia numérica (Cuadro 16 y Figura 8) entre los niveles del factor B por lo que la semilla caracolillo b_4 (16.11 cm³), obtiene mayor volumen de raíz en relación al de tipo grande b_1 (15.20 cm³), mediano b_2 (14.53 cm³) y al de tipo de semilla pequeña b_3 (13.78 cm³), es decir que la forma de semilla no determina el volumen de raíz y tampoco está en relación a la superficie., sin embargo es importante provocar la proliferación de raíces a través de la poda de las raíces antes de la siembra en campo definitivo (ANACAFÉ, 2013).

Cuadro 15. Análisis de varianza para el volumen de raíz de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Sig.
Tratamientos	7	19.78	2.83	NS
Bloques	2	9.94	4.97	NS
A	1	9.39	0.02	NS
B	3	33.67	11.22	NS
A x B	3	41.1	13.71	NS
Error	14	187.77	13.41	
Total	23	341.63		

C.V. = 19.09 %

NS : No existe diferencia estadística significativa

Cuadro 16. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el volumen de raíz de la planta de café.

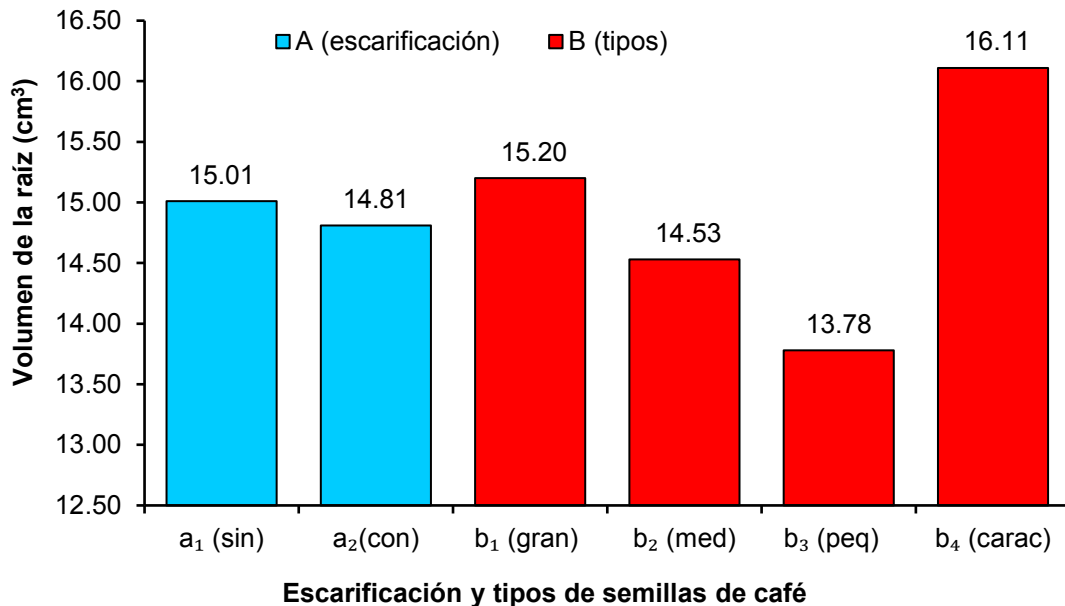
Factores	Componentes	Volumen de raíz (cm ³)	Significación
A	a ₁	15.01	a
	a ₂	14.81	a
B	b ₄	16.11	a
	b ₁	15.20	a
	b ₂	14.53	a
	b ₃	13.78	a
A x B	a ₁ b ₄	16.67	a
	a ₂ b ₄	15.56	a
	a ₂ b ₁	15.33	a
	a ₁ b ₁	15.07	a
	a ₁ b ₃	14.62	a
	a ₂ b ₃	14.45	a
	a ₂ b ₂	13.89	a
	a ₁ b ₂	13.67	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)



Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 8. Promedio del volumen de raíz (cm³) del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

4.2.5. Longitud de raíz

El análisis de variancia para la longitud de raíz (cm) (Cuadro 17) indica que no existe diferencia estadística significativa ($p>0.05$) para ninguno de los factores evaluados; los resultados tienen una buena homogenidad.

De la prueba de Duncan (Cuadro 18 y Figura 9), se puede observar que sólo existe diferencias numéricas, donde para el factor A el nivel a_1 (semilla sin escarificar) es la que obtiene la mayor longitud de raíz en relación al a_2 (semilla escarificada) con 37.39 y 35.28 cm respectivamente, quiere decir que tanto el nivel a_1 como el nivel a_2 no fueron influenciados por la escarificación de la semilla. Por otro lado, podemos decir que entre los promedios de los niveles del factor B, sólo se encontró diferencia numérica, siendo superior el nivel b_1 y b_2 con una longitud de raíz promedio de 37.25 cm, seguido de los niveles b_3 y b_4 con 36.50 y 34.39 cm respectivamente, probablemente el tipo de materia orgánica y nutrientes hayan permitido la mayor aireación del suelo que redundó en un mayor desarrollo de las raíces (SALAZAR, 1996).

Para la interacción entre los factores; la mayor longitud fue para a_1b_3 y a_1b_1 con 39.11 y 38 cm respectivamente y la de menor longitud promedio fue para a_2b_3 y a_2b_4 con un valor de 33.4 cm. Si bien entre los tratamientos no hubo significancia estadística ($p<0.05$) esta pequeña variación numérica se encuentra dentro de los parámetros normales reportado por LUNA (1982); por consiguiente, se ha garantizado las exigencias de la semilla del café para cumplir ciertas características que realizan a través de la raíz (TELLEZ y FERRER, 1987).

Cuadro 17. Análisis de varianza para la longitud de raíz de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	88.00	12.571	NS
Bloques	2	49.99	24.995	NS
A	1	26.78	26.780	NS
B	3	32.94	10.980	NS
AXB	3	28.28	9.427	NS
Error	14	185.54	13.253	
Total	23	323.53		

C.V. = 10.02 %

NS : No existe diferencia estadística significativa

Cuadro 18. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para la longitud de raíz de café.

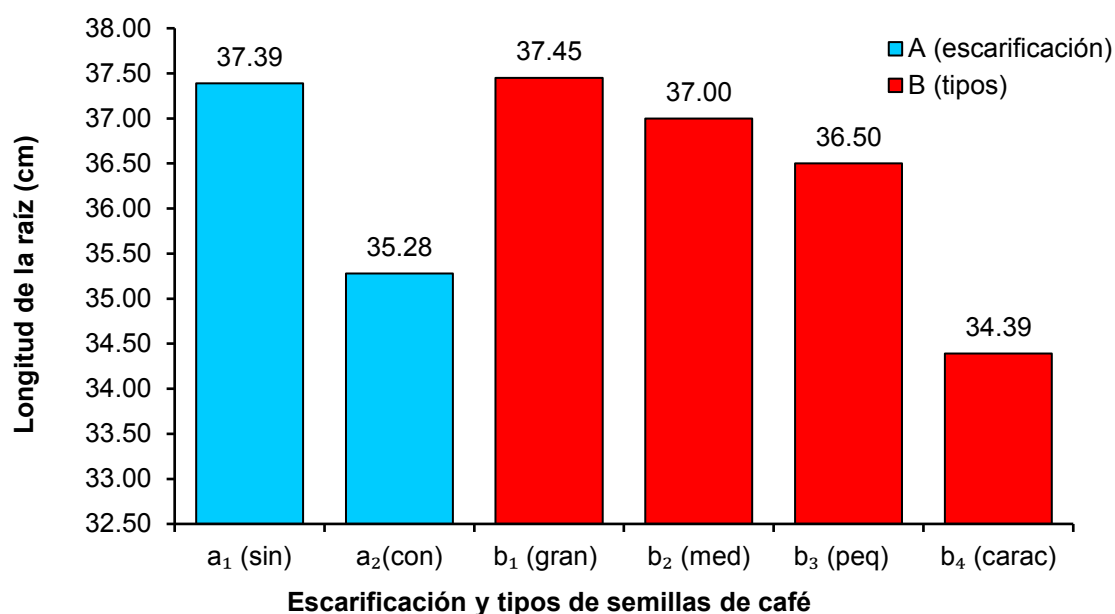
Factores	Componentes	Longitud de raíz (cm)	Significación
A	a ₁	37.39	a
	a ₂	35.28	a
B	b ₁	37.45	a
	b ₂	37.00	a
	b ₃	36.50	a
	b ₄	34.39	a
A x B	a ₁ b ₃	39.11	a
	a ₁ b ₁	38.00	a
	a ₂ b ₂	37.33	a
	a ₂ b ₁	36.89	a
	a ₁ b ₂	36.67	a
	a ₁ b ₄	35.78	a
	a ₂ b ₃	33.89	a
	a ₂ b ₄	33.00	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)



Factor A: semillas (a₁= escarificado y a₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 9. Promedio de la longitud de raíz (cm³) de café por efecto de la escarificación y tipo de semilla.

4.2.6. Área foliar

Del análisis de variancia para el área foliar (Cuadro 19), se puede indicar que a priori no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), tanto entre los tratamientos, como en los niveles del factor A (a₁ y a₂), como tampoco entre los niveles del factor B. El coeficiente de vertibilidad (16.75 %) se ve aumentada por las diferencias significativas que existe entre bloques, este resultado indica que entre las semillas sin escarificar (a₁) y las escarificadas (a₂) no se hallaron diferencias, como tampoco entre los tipos de la semilla de café en condiciones de vivero. Al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 20 y Figura 10), podemos evidenciar las diferencias numéricas, tal es así que a₂ (10.08 dm) es mayor que a₁ (9.11 dm), y entre los resultados promedios de los diferentes tipos de la semilla de café, los niveles b₁ (semilla grande) y b₃ (semilla pequeña) obtuvieron el mayor y menor área foliar con valores 10.11 y 8.80 dm² respectivamente.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el área foliar de planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	21.05	3.007	NS
Bloques	2	68.74	34.370	S
A	1	5.59	5.590	NS
B	3	5.62	1.873	NS
AXB	3	9.84	3.280	NS
Error	14	36.16	2.582	
Total	23	125.94		

C.V. = 16.75 %

NS : No existe diferencia estadística significativa

S : Existe diferencia estadística significativa

Cuadro 20. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el área foliar de la planta de café.

Factores	Componentes	Área foliar (dm ²)	Significación
A	a ₂	10.08	a
	a ₁	9.11	a
B	b ₁	10.11	a
	b ₄	9.75	a
	b ₂	9.73	a
	b ₃	8.80	a
A x B	a ₂ b ₁	11.37	a
	a ₁ b ₄	9.96	a
	a ₁ b ₂	9.81	a
	a ₂ b ₃	9.76	a
	a ₂ b ₂	9.64	a
	a ₂ b ₄	9.54	a
	a ₁ b ₁	8.84	a
a ₁ b ₃	7.84	a	

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

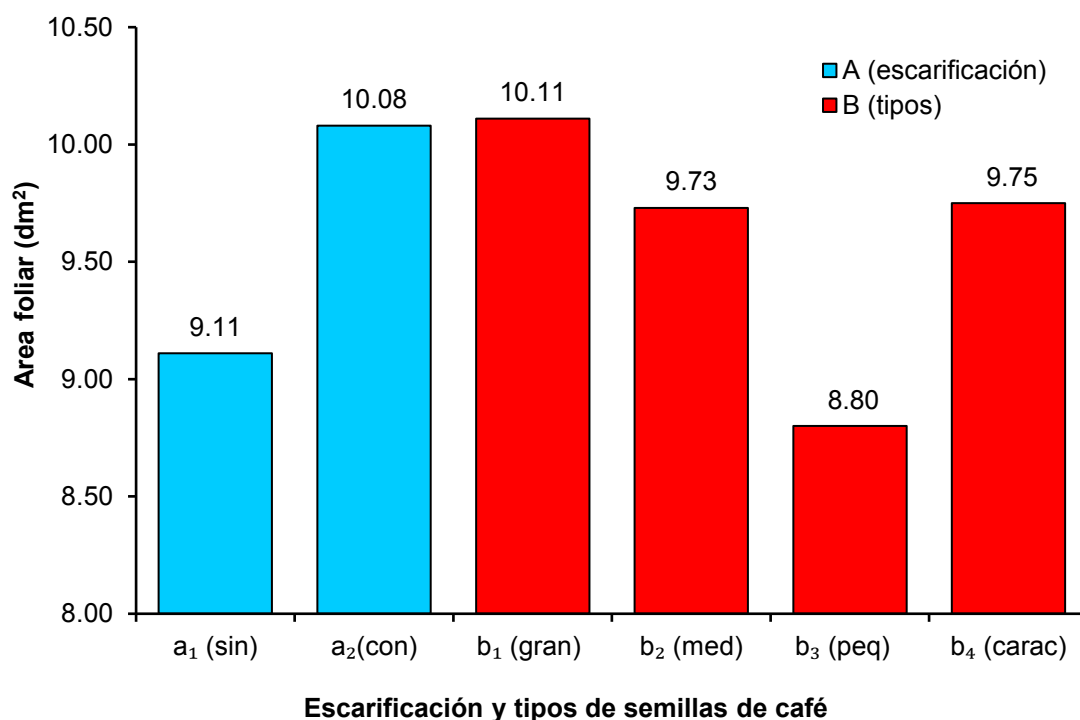
B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)

Para la interacción de los factores A y B, se tiene que a₂b₁ (11.37 dm²) fue superior numéricamente a a₁b₄, a₁b₂, a₂b₃, a₂b₂, a₂b₄, a₁b₁ y a₁b₃, con

resultados de 9.96, 9.81, 9.76, 9.64, 9.54, 8.84 y 7.84 dm², respectivamente; en estos resultados no se han reportado pérdidas o algunas enfermedades que muy bien podrían limitar la cantidad de follaje en un momento determinado (ARCILA *et al.*, 2007). Asimismo, se ha tenido bastante cuidado en proporcionar todas las condiciones para encontrar buenos resultados después de repique, ya que el éxito de tener plantas vigorosas y determinen la calidad cosecha y post-cosecha del café dependerá de factores que determinen la calidad del café (DUICELA *et al.*, 2004).



Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).
Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 10. Área foliar (dm²) promedio de las plantas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

4.2.7. Materia seca

Del análisis de variancia (Cuadro 21) para el parámetro de materia seca se encontró que no existen diferencias estadísticas

significativas ($p > 0.05$) para ninguno de los factores evaluados, tanto para los niveles de los factores a_1 y a_2 , como tampoco entre los niveles del factor B, ni en la interacción de los factores A x B. Así también al evaluar con la prueba de Duncan (Cuadro 22 y Figura 11), podemos describir que hubo diferencias aritméticas mas no estadísticas entre los niveles de cada factor; tal es así que los niveles a_1 y a_2 tuvieron 21.32 % promedio de materia seca; asimismo para los niveles del factor B, se halló que b_1 , b_2 , b_4 y b_3 , tuvieron valores de 21.97, 21.63, 21.44 y 20.24 % de materia seca, respectivamente.

Cuadro 21. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca de la planta del café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

Fuentes de variabilidad	G.L.	SC	CM	Significación
Tratamientos	7	36.85	5.264	NS
Bloques	2	3.66	1.830	NS
A	1	0.02	0.020	NS
B	3	10.17	3.390	NS
AXB	3	26.66	8.887	NS
Error	14	40.38	2.884	
Total	23	80.90		

C.V. = 10.02 %

NS: No existe diferencia estadística significativa

Por último al evaluar la interacción entre los factos A x B Cuadro 22, se encontró la mejor respuesta en el tratamiento a_2b_4 (23.16 %), seguido de a_1b_2 , a_1b_1 , a_2b_1 , a_1b_3 , a_2b_2 , con resultados similares de 22.65, 22.12, 21.82, 20.90 y 20.61 % de materia seca respectivamente; y menores porcentajes para a_1b_4 y a_2b_3 con 19.62 % en promedio de materia seca; esto

quiere decir que los diferentes tipos de semilla no tuvieron mayor relevancia en este parámetro, como tampoco el tipo de escarificado haya influenciado; posiblemente al igual que los otros parámetros biométricos evaluados, el porcentaje de la materia seca de una planta está determinada por la cantidad de nutrientes que tiene en las raíces, hojas, tallo, cobertura foliar y su crecimiento óptimo (ARCILA *et al.*, 2007).

Cuadro 22. Efecto de los factores A y B a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), para el porcentaje (%) de materia seca de la planta de café.

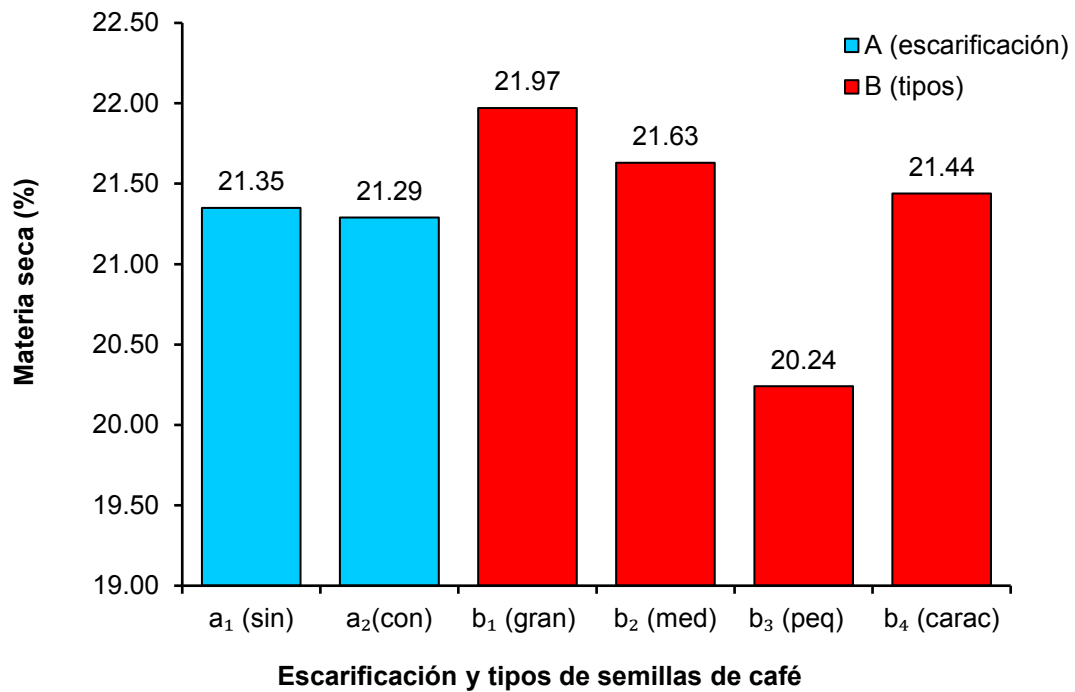
Factores	Componentes	Materia seca (%)	Significación
A	a ₁	21.35	a
	a ₂	21.29	a
B	b ₁	21.97	a
	b ₂	21.63	a
	b ₄	21.44	a
	b ₃	20.24	a
A x B	a ₂ b ₄	23.16	a
	a ₁ b ₂	22.65	a
	a ₁ b ₁	22.12	a
	a ₂ b ₁	21.82	a
	a ₁ b ₃	20.9	a
	a ₂ b ₂	20.61	a
	a ₁ b ₄	19.72	a
	a ₂ b ₃	19.52	a

A: semillas (escarificado y sin escarificar)

B: tamaño y forma (grande, mediano, chico y caracolillo)

A x B: interacción A x B

Letras diferentes en la misma columna indican significación estadística ($p < 0.05$)



Factor A: semillas (a₁= escarificado y b₂ = sin escarificar).

Factor B: tipo de semilla (b₁ = grande, b₂ = mediano, b₃ = chico y b₄ = caracolillo).

Figura 11. Promedio de la materia seca (%) de las plantas de café por efecto de la escarificación y el tipo de semilla.

V. CONCLUSIONES

1. El menor tiempo medio de germinación fue para la semilla escarificada (a_2 : 6.89 días) y la semilla de tamaño grande (b_1 : 7.42 días) y en cuanto al porcentaje de germinación se encontró que la semilla escarificada, el tipo de semilla pequeña y la interacción de estos alcanzaron los mejores resultados con 73.00, 75.83 y 89 % respectivamente.
2. Para la altura de planta se encontró diferencia estadística sólo para tipo de semilla (B) y la interacción (A x B); teniendo el mayor resultado el nivel (b_1 : 51.36 cm); y (a_2b_1 : 54.45 cm), respectivamente. Mientras que, para el diámetro, número de hojas, volumen y longitud de raíz, área foliar, y materia seca, no se hallaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos similares tomando en consideración la etapa en viveros desde el inicio del repique a 30, 60 y 90 días.
2. Realizar este tipo de investigaciones en otras épocas del año

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se inició el 20 de junio del 2015 hasta el 4 de febrero del 2016, en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú, cuyos objetivos fueron: determinar la energía y porcentaje de germinación de las semillas de café “robusta” de ocho tratamientos con y sin escarificación, utilizando cuatro tipos diferentes de semilla (grande, mediano, pequeño y caracolillo); su relación con el desarrollo de plántones en vivero de semillas. Para los análisis estadísticos se empleó el DBCA con dos factores y tres bloques por tratamiento con 24 unidades experimentales y su respectiva prueba de Duncan ($p > 0.05$) para evaluar las características: energía y porcentaje de germinación; altura; diámetro; número de hojas; longitud, volumen de raíces, área foliar y materia seca. Los resultados para la energía germinativa fueron significativos para la escarificada (6.89 días) y el tipo grande (b_1 : 7.42 días); y para, la altura de planta con resultado de la semilla escarificada (a_2 : 47.09 cm); y el tipo grande (b_1 : 51.36 cm) y la interacción (a_2b_1 : 54.45 cm); para el porcentaje de germinación, diámetro, número de hojas, volumen y longitud de raíz, y materia seca; los resultados no fueron significativos; el porcentaje de germinación fue (a_2 : 73 %), tipo grande (b_1 : 75.83) y chico (b_3 : 75.18 %); y (a_2 : 5.05 y b_4 : 5.15 mm); (a_2 : 27.47 y b_1 : 28.20); (a_1 : 15.01 y b_4 : 16.11 cm³); (a_1 : 37.39 y b_1 : 37.45 cm); (a_2 : 10.08 y b_1 : 10.11 dm²); (a_1 : 21.35 y b_1 : 21.97 %) respectivamente. En conclusión, el mayor resultado es para la semilla escarificada y el tipo grande.

Palabras clave: escarificación, efecto, tipo, germinación, plántones de café.

ABSTRACT

The present research work started on June 20, 2015, until February 4, 2016, in the Agronomy Faculty's nursery at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, located in the Leoncio Prado province, Huánuco region, Perú, the objectives of which were: to determine the energy and germination percentage of the "robusta" coffee beans from eight treatments and without scarification, using four different bean types (large, medium, small and shell); and their relationship with the development of the seedlings from beans in the nursery. For the statistical analysis the CRBD (DBCA in Spanish) with two factors and three blocks per treatment, with twenty four experimental units, was used and the respective Duncan ($p > 0.05$) test to evaluate the characteristics: energy and germination percentage; height; diameter; number of leaves; length; root volume; foliar area and dry matter. The results for the germinate energy were significant for the scarified (6.89 days) and large type (b_1 : 7.42 days); and for the plant height, the results of the scarified bean (a_2 : 47.09 cm) and the large type (b_1 : 51.36 cm) and the interaction (a_2b_1 : 54.45 cm); for the germination percentage, diameter, number of leaves, volume and root length and dry matter, the results were not significant; the germination percentage was (a_2 : 73 %), large type (b_1 : 75.83) and small (b_3 : 75.18 %); and (a_2 : 5.05 and b_4 : 5.15 mm); (a_2 : 27.47 and b_1 : 28.20); (a_1 : 15.01 and b_4 : 16.11 cm³); (a_1 : 37.39 and b_1 : 37.45 cm); (a_2 : 10.08 and b_1 : 10.11 dm²); (a_1 : 21.35 and b_1 : 21.97 %), respectively. In conclusion, the best result is for the scarified bean and the large type.

Keywords: scarification, effect, type, germination, coffee seedlings.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, G. 2004. Atributos de calidad de la semilla de café de las variedades Colombia y Tabi. Avances Técnicos Cenicafé. 324:1 - 4.
2. ALVARADO, M.; ROJAS, G. 1994. El cultivo y beneficiado del café. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica. 184 p.
3. ANACAFÉ. 2013. Semilleros y almácigos. Guatemala. Asociación Nacional Del Café-ANACAFÉ. 26 p. [En línea]: info@anacafe.org. (Consultado el 16 de diciembre de 2016).
4. ARCILA, J. 2004. Anormalidades en la floración del cafeto. Avances Técnicos. Cenicafé. 320:1- 8.
5. ARCILA, J.; BOTERO, M. 1985. Fisiología de la semilla del cafeto. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná. Colombia. 1984 - 1985. Pp. 1 - 41.
6. ARCILA, J.; FARFÁN, F.; MORENO, M.; SALAZAR, F.; HINCAPIÉ, E. 2007. Sistemas de café en Colombia: Establecimiento de café Chinchiná, Colombia. Cenicafé. Pp. 88 - 94.
7. CASTILLO, J. 1970. Seleccione la semilla grande de café para las siembras. Revista Cafetera de Colombia. Colombia. 19 (146): 60-68.
8. CCI. 2012. La guía del café robusta la especie. 2 p. [En línea]: <http://www.laquiadelcafe.org/guia-del-cafe/calidad-del-cafe/Densidad-del-grano>, (Consultado el 13 de octubre de 2015).
9. CENICAFÉ. 2002. Comparación de la producción del café bajo sombra de cinco especies leguminosas a diferentes densidades de siembra. In: Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Resumen del informe anual de

actividades 2003 - 2004. 49 p.

10. COLUMBUS, P. M.; PULGARIN, L.G. 2002. Proyecto producción de café orgánico para exportación como una nueva alternativa comercial para el ecuador. Guayaquil–Ecuador. 208 p. [En línea]: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3807/1/6334.pdf>, (Consultado el 09 de junio 2015).
11. CONTRERAS, Q.M. 2012. Germinación de semillas de especies nativas de los pastizales del altiplano del Norte de México. Tesis del Grado de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 53 p.
12. CUCULIZA, P. 1956. Propagación de Plantas; P. L. Villanueva S.A; Lima, Perú. 289 p.
13. DAGGETT, Z. 2010. Tres factores que influyen en la decisión sobre qué tipo de variedad sembrar. Editado por N. Bhatt. Traducido por Angie Molina y Editado por Karla Ly. PDG. Español. 4 p. [En Línea]: <https://www.perfectdailygrind.com/2016/10/3-factores-que-influyen-en-la-decision-acerca-de-que-tipo-de-variedad-sembrar/>. (Consultado el 16 de diciembre de 2016).
14. DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 483 p.
15. DUICELA, L.; GARCÍA, J.; CORRAL, R.; FARFÁN, D.; FERNÁNDEZ, F. 2004. Calidad física organoléptica de los cafés robustos ecuatorianos. 247 p. [En línea]: <http://cofenac.org/documentos/Estudio-Calidad-Cafes-Robustas.pdf>. (Consultado el 20 de noviembre de 2016).

16. ENCISO, R. 1992. Propagación del camu camu (*Myrciaria dubia*) por injerto. INIA. PICT. Informe Técnico N° 18. Lima, Perú. 17 p.
17. FARIÑAS, J.; SANABRIA, V.; SILVA, R. 1997. Escarificación química de semilla de tres especies de *Centrosema* para sabanas bien drenadas. Zootecnia Tropical. 15 (2): 221 - 237.
18. FONTANIBE, V. 1987. Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de café (*Coffea arabica* L.). Trabajo de grado para *Magister Scientiarum* en Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. 80 p.
19. GÓMEZ, M. 2004. Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de Diomate (*Astronium graveolens* Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento Ingeniera Forestal, Subdirección Territorial, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Medellín, Colombia. 67 p.
20. HARTMANN, H.; KESTER, D. 1982. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Tercera impresión. CIA Editorial S.A, México. 814 p.
21. HARTMANN, H.; KESTER, D. 1988. Propagación de plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México. 760 p.
22. HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en la zona de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
23. ICCO. 2015. Mercado Mundial del cacao: Retos y oportunidades para productores de cacao. Managua, Nicaragua. 35 p.
24. ECORAE. 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la amazonia ecuatoriana. Primera Edición. Quito, Ecuador. 167 p.

25. LÓPEZ, F. L.; NARANJO, O. L.; VILLEGAS, M. E.; VALENZIA, G. A. 1972. Influencia de la altitud en el desarrollo de plantas de café en almácigo. *Cenicafé*. 23: 87-97.
26. LÓPEZ, P. 2010. El café robusto y sus características. Agricultura y ganadería. 2 p. [En Línea]: www.monografias.pe/agricultura/ganaderia (Consultado el 16 de agosto de 2017).
27. LUNA, G. 1982. Tipos de propagación del café. Tesis de grado. Instituto Técnico Profesional Agropecuario. La Suiza, Turrialba, Costa Rica. 26 p.
28. MONROIG, I. M. 2011. Manual para la propagación del cafeto en puerto rico. *Ecos del café*. 17 p. [En Línea]: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id48.htm>, (Consultado el 15 de junio 2015).
29. MOSCOSO, D. R. 2016. Efecto de la escarificación en el tratamiento pre germinativo y tres edades de repique a vivero en la variedad de Café Costa Rica 95, en Villa Rica. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 76 p.
30. RINCÓN, O. 1982. Manual para cultivos de café. Manual práctico. 3^{ra} edición. Bogotá, Colombia. 150 p.
31. RODRÍGUEZ, J. 2005. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. 210 p.
32. SALAZAR, J. 1996. Efecto del tamaño de bolsa sobre la producción de café. *Cenicafé*. 47(3):115 - 120.
33. SALOMÓN, E; BERG, K; MARTIN, D. 2001. Biología. 5^{ta} Edición. Mc GRAW – Hill Interamericana, México. 1237 p.
34. SANABRIA, D.; SILVA - ACUÑA, R.; OLIVEROS, M.; MANRIQUE, U. 2004.

Germinación de semillas de las leguminosas arbustivas forrajeras *Cratylia argentea* y *Cassia moschata* sometidas a inmersión en ácido sulfúrico. Bioagro 16(3): 225 – 230.

35. SEQUEIRA, R.; BAGAZO, J.; SILVA, R.; DA GARDOSO, A. 1981. Influencia do tratamento dos sementes do método de sementeira no produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) Instituto brasileiro do café, Rio de Janeiro, Brasil. Pp. 126 -128.
36. SIBONEY. 2010. Especies arábica vs robusta. 2 p. [En Línea]: info@cafesiboney.com, (Consultado el 20 de diciembre 2016)
37. SOTOMAYOR, I.; DUICELA, L. 1993. Botánica In. Manual de cultivo de café. INIAP. Quevedo, Ecuador. Pp: 19 – 27.
38. TÉLLEZ, O.; FERRER, G. 1987 Fitotecnia de café. Editorial Pueblo y educación Lara ed. Habana, Cuba. Pp: 75 – 76.
39. TEODORO, M. 2011. Rompimiento de latencia en semillas de *Mimosa lacerata* rose. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 47 p.
40. VALENCIA, G. 1999. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Chinchiná, Cenicafe. Agroinsumos del Café. 94 p.
41. VALIO, I. 1980. Inhibition of germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L. c.v. Mundo Novo) by the er carp. J. Seed. Teclan. 5: 32-39.
42. VILLACHICA, H.; ENCISO, R. 1993. Comportamiento en vivero de cuatro portainjertos para naranja Valencia en Chanchamayo. INIA. PICT. Informe Técnico N° 21, Lima. 13 p.
43. VILLAFLOR, A. 1987. Caficultura Moderna en México. Primera Edición. Agro comunicación Sáenz Colín y Asociados. Texcoco, México. Pp. 327-340.

IX. ANEXO

Cuadro 23. Costo económico del trabajo de investigación.

Rubros	Unidad de medida	Cantidad	Costo unit. (S/.)	Costo total(S/.)
Personal obrero eventual				585.00
Limpieza del terreno	Jornal	1	30	30.00
Preparación del sustrato	Jornal	2	30	60.00
Llenado y acomodo de bolsas	Jornal	2	30	60.00
Almacigado y repique	Jornal	2	30	60.00
Mantenimiento del vivero	Jornal	6	30	180.00
Evaluaciones de variables	Jornal	6	30	180.00
Colocación de letreros	Jornal	0.5	30	15.00
Insumos				131.00
Compost agrícola	Saco	3	27	71.00
Pesticidas	Kg	1	60	60.00
Suministros materiales				242.00
Alambre de puas	Unidad	1	60	60.00
Wincha 50 m	Unidad	1	30	30.00
Vernier	Unidad	1	35	35.00
Wincha 05 m	Unidad	1	5	5.00
GPS	Alquiler	1	10	10.00
Útiles de escritorio	General	1	80	80.00
Panel informativo	Unidad	1	60	60.00
Herramientas				62.00
Palana	Unidad	1	35	35.00
Machetes	Unidad	2	10	20.00
Lima triangular	Unidad	1	7	7.00
Psjes y gastos de transporte				120.00
Pasajes hasta la parcela	Unidad	30	4	120.00
Viajes y fletes				20.00
Flete por transporte compost	Unidad	1	20	20.00
Servicios de internet				30.00
Conexión a la red	Mes	1	30	30.00
Servicio impres. empastado				350.00
Impres. Empast. Informe tesis	Unidad	7	50	350.00
Servicio de estudio e investigaciones				590.00
Análisis de suelos	Unidad	1	30	30.00
Análisis de compost	Unidad	2	35	70.00
Datos meteorológicos	Mes	8	60	480.00
Semillas				300.00
Semillas de café	Kg	2	150	300.00
Imprevistos (10 %)				294.00
Costo total de la investigación (nuevos soles)				2724

Cuadro 24. Datos para hallar ANVA de la energía germinativa.

Tratamiento	A(semillas s/c escarificación)	B(tipos de semillas)	Bloques	Energía germinativa
T ₁	a ₁	b ₁	I	8.726
T ₁	a ₁	b ₁	II	8.942
T ₁	a ₁	b ₁	III	9.703
T ₂	a ₁	b ₂	I	9.641
T ₂	a ₁	b ₂	II	10.12
T ₂	a ₁	b ₂	III	9.153
T ₃	a ₁	b ₃	I	10.25
T ₃	a ₁	b ₃	II	8.342
T ₃	a ₁	b ₃	III	9.916
T ₄	a ₁	b ₄	I	10.942
T ₄	a ₁	b ₄	II	9.125
T ₄	a ₁	b ₄	III	10.085
T ₅	a ₂	b ₁	I	4.214
T ₅	a ₂	b ₁	II	5.307
T ₅	a ₂	b ₁	III	7.600
T ₆	a ₂	b ₂	I	4.907
T ₆	a ₂	b ₂	II	5.545
T ₆	a ₂	b ₂	III	5.727
T ₇	a ₂	b ₃	I	7.424
T ₇	a ₂	b ₃	II	6.413
T ₇	a ₂	b ₃	III	5.000
T ₈	a ₂	b ₄	I	10.655
T ₈	a ₂	b ₄	II	9.355
T ₈	a ₂	b ₄	III	10.534

Cuadro 25. Datos para hallar el porcentaje de germinación.

Tratamiento	A(simillas s/c escarificación)	B(tipos de semilla)	Bloques	Porcentaje de germinación
T ₁	a ₁	b ₁	I	73.00
T ₁	a ₁	b ₁	II	69.00
T ₁	a ₁	b ₁	III	54.00
T ₂	a ₁	b ₂	I	53.00
T ₂	a ₁	b ₂	II	50.00
T ₂	a ₁	b ₂	III	39.00
T ₃	a ₁	b ₃	I	64.00
T ₃	a ₁	b ₃	II	76.00
T ₃	a ₁	b ₃	III	48.00
T ₄	a ₁	b ₄	I	35.00
T ₄	a ₁	b ₄	II	32.00
T ₄	a ₁	b ₄	III	35.00
T ₅	a ₂	b ₁	I	84.00
T ₅	a ₂	b ₁	II	91.00
T ₅	a ₂	b ₁	III	80.00
T ₆	a ₂	b ₂	I	65.00
T ₆	a ₂	b ₂	II	77.00
T ₆	a ₂	b ₂	III	66.00
T ₇	a ₂	b ₃	I	80.00
T ₇	a ₂	b ₃	II	92.00
T ₇	a ₂	b ₃	III	95.00
T ₈	a ₂	b ₄	I	58.00
T ₈	a ₂	b ₄	II	45.00
T ₈	a ₂	b ₄	III	43.00

Cuadro 26. Datos para determinar la energía germinativa.

Trat.	jul-2015					ago-2015									Total	E.G.(%)	Días
	26	28	30	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19				
Bloque I	T ₈	10	7	5	3	4	2	5	2	6	6	6	2	0	58	39	8
	T ₆	27	15	5	6	2	2	1	2	2	1	1	1	0	65	43	8
	T ₅	37	21	12	3	1	2	1	2	1	2	1	1	0	84	56	8
	T ₇	12	18	12	13	1	6	4	4	5	1	3	1	0	80	53	8
	T ₃	8	7	8	8	4	3	4	6	5	4	3	2	2	64	43	9
	T ₁	17	11	8	8	3	3	5	2	3	4	3	2	4	73	49	9
	T ₄	5	3	2	4	4	2	3	3	1	3	1	3	1	35	23	9
	T ₂	8	7	6	6	7	1	2	4	2	2	4	3	1	53	35	9
Bloque II	T ₇	17	16	25	10	7	4	3	3	1	3	2	1	0	92	61	8
	T ₈	8	5	7	2	3	4	4	2	4	2	1	3	0	45	30	8
	T ₅	45	15	4	4	5	2	3	3	2	5	2	1	0	91	61	8
	T ₆	27	25	4	3	2	1	4	3	1	4	2	1	0	77	51	8
	T ₁	15	11	7	8	2	5	2	3	2	5	3	4	2	69	46	9
	T ₄	6	4	3	4	2	2	2	3	1	2	2	1	0	32	21	8
	T ₂	6	8	8	3	1	4	4	5	2	2	2	2	3	50	33	9
	T ₃	11	12	13	8	9	5	3	4	3	1	2	3	2	76	51	9
Bloque III	T ₇	44	16	8	4	5	4	6	2	2	1	2	1	0	95	63	8
	T ₅	17	12	16	9	4	3	4	3	3	1	4	4	0	80	53	8
	T ₆	30	10	4	3	5	1	2	4	3	1	2	1	0	66	44	8
	T ₈	5	4	6	7	2	2	1	2	3	6	3	2	0	43	29	8
	T ₄	8	4	2	2	4	2	3	1	1	1	2	3	2	35	23	9
	T ₁	10	3	7	8	1	4	4	4	5	4	2	2	0	54	36	8
	T ₃	5	5	8	5	6	4	3	1	1	4	2	3	1	48	32	9
	T ₂	8	4	6	2	3	3	4	1	2	1	2	2	1	39	26	9

Cuadro 27. Datos para hallar la energía germinativa comparativa.

Tratamiento	Germinadas (N° de semillas)	Esperado (N° de semillas)	Obtenido (N° de semillas)	Días	Valor	condición
T ₁	73	49	46	13	9	Malo
T ₁	69	46	42	13	9	Malo
T ₁	54	36	28	12	8	Malo
T ₂	53	35	31	13	9	Malo
T ₂	50	33	26	13	9	Malo
T ₂	39	26	22	13	9	Malo
T ₃	64	43	33	13	9	Malo
T ₃	76	51	49	13	9	Malo
T ₃	48	32	26	13	9	Malo
T ₄	35	23	16	13	9	Malo
T ₄	32	21	17	12	8	Malo
T ₄	35	23	18	13	9	Malo
T ₅	84	56	73	12	8	bueno
T ₅	91	61	68	12	8	bueno
T ₅	80	53	54	12	8	bueno
T ₆	65	43	53	12	8	bueno
T ₆	77	51	59	12	8	bueno
T ₆	66	44	47	12	8	bueno
T ₇	80	53	55	12	8	bueno
T ₇	92	61	68	12	8	bueno
T ₇	95	63	72	12	8	bueno
T ₈	58	39	25	12	8	Malo
T ₈	45	30	22	12	8	Malo
T ₈	43	29	22	12	8	Malo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 28. Datos de altura de la planta última evaluación.

Trat.	A(semillas s/c escarificación)	B(tipos de semillas)	Bloque	Altura de planta (cm)
T ₁	a ₁	b ₁	I	48.17
T ₁	a ₁	b ₁	II	48.33
T ₁	a ₁	b ₁	III	48.33
T ₂	a ₁	b ₂	I	45.61
T ₂	a ₁	b ₂	II	53.78
T ₂	a ₁	b ₂	III	46.00
T ₃	a ₁	b ₃	I	46.06
T ₃	a ₁	b ₃	II	45.11
T ₃	a ₁	b ₃	III	44.94
T ₄	a ₁	b ₄	I	42.78
T ₄	a ₁	b ₄	II	47.11
T ₄	a ₁	b ₄	III	45.83
T ₅	a ₂	b ₁	I	57.56
T ₅	a ₂	b ₁	II	55.78
T ₅	a ₂	b ₁	III	50.00
T ₆	a ₂	b ₂	I	47.72
T ₆	a ₂	b ₂	II	44.39
T ₆	a ₂	b ₂	III	49.89
T ₇	a ₂	b ₃	I	38.00
T ₇	a ₂	b ₃	II	44.00
T ₇	a ₂	b ₃	III	41.83
T ₈	a ₂	b ₄	I	44.94
T ₈	a ₂	b ₄	II	49.00
T ₈	a ₂	b ₄	III	42.00

Cuadro 29. Datos del diámetro de la planta a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación)	B(tipos de semillas)	Bloque	Diámetro de planta (mm)
T ₁	a ₁	b ₁	I	4.95
T ₁	a ₁	b ₁	II	4.88
T ₁	a ₁	b ₁	III	5.05
T ₂	a ₁	b ₂	I	5.15
T ₂	a ₁	b ₂	II	5.37
T ₂	a ₁	b ₂	III	5.15
T ₃	a ₁	b ₃	I	4.63
T ₃	a ₁	b ₃	II	5.23
T ₃	a ₁	b ₃	III	4.79
T ₄	a ₁	b ₄	I	5.07
T ₄	a ₁	b ₄	II	5.07
T ₄	a ₁	b ₄	III	5.03
T ₅	a ₂	b ₁	I	5.06
T ₅	a ₂	b ₁	II	5.46
T ₅	a ₂	b ₁	III	5.03
T ₆	a ₂	b ₂	I	4.53
T ₆	a ₂	b ₂	II	5.01
T ₆	a ₂	b ₂	III	5.06
T ₇	a ₂	b ₃	I	4.81
T ₇	a ₂	b ₃	II	5.32
T ₇	a ₂	b ₃	III	4.62
T ₈	a ₂	b ₄	I	5.08
T ₈	a ₂	b ₄	II	5.28
T ₈	a ₂	b ₄	III	5.34

Cuadro 30. Datos del número de hojas por planta a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación	B(tipos de semillas)	Bloque	Número de hojas
T ₁	a ₁	b ₁	I	27.60
T ₁	a ₁	b ₁	II	27.20
T ₁	a ₁	b ₁	III	28.80
T ₂	a ₁	b ₂	I	26.40
T ₂	a ₁	b ₂	II	30.40
T ₂	a ₁	b ₂	III	27.20
T ₃	a ₁	b ₃	I	26.80
T ₃	a ₁	b ₃	II	26.40
T ₃	a ₁	b ₃	III	26.80
T ₄	a ₁	b ₄	I	26.40
T ₄	a ₁	b ₄	II	27.60
T ₄	a ₁	b ₄	III	27.60
T ₅	a ₂	b ₁	I	29.60
T ₅	a ₂	b ₁	II	30.00
T ₅	a ₂	b ₁	III	26.00
T ₆	a ₂	b ₂	I	28.00
T ₆	a ₂	b ₂	II	27.60
T ₆	a ₂	b ₂	III	29.20
T ₇	a ₂	b ₃	I	26.00
T ₇	a ₂	b ₃	II	26.40
T ₇	a ₂	b ₃	III	26.00
T ₈	a ₂	b ₄	I	26.80
T ₈	a ₂	b ₄	II	27.60
T ₈	a ₂	b ₄	III	26.40

Cuadro 31. Datos del volumen de raíz (cm³) a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación	B(tipos de semillas)	Bloque	Volumen de raíz (cm ³)
T ₁	a ₁	b ₁	I	14.00
T ₁	a ₁	b ₁	II	16.67
T ₁	a ₁	b ₁	III	14.55
T ₂	a ₁	b ₂	I	15.00
T ₂	a ₁	b ₂	II	11.67
T ₂	a ₁	b ₂	III	14.33
T ₃	a ₁	b ₃	I	15.32
T ₃	a ₁	b ₃	II	11.67
T ₃	a ₁	b ₃	III	16.87
T ₄	a ₁	b ₄	I	13.33
T ₄	a ₁	b ₄	II	20.00
T ₄	a ₁	b ₄	III	12.67
T ₅	a ₂	b ₁	I	13.33
T ₅	a ₂	b ₁	II	20.00
T ₅	a ₂	b ₁	III	20.00
T ₆	a ₂	b ₂	I	11.67
T ₆	a ₂	b ₂	II	18.33
T ₆	a ₂	b ₂	III	11.67
T ₇	a ₂	b ₃	I	16.67
T ₇	a ₂	b ₃	II	15.00
T ₇	a ₂	b ₃	III	11.67
T ₈	a ₂	b ₄	I	13.33
T ₈	a ₂	b ₄	II	16.67
T ₈	a ₂	b ₄	III	16.67

Cuadro 32. Datos de la longitud de raíz (cm) a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación	B(tipos de semillas)	Bloque	Longitud de raíz (cm)
T ₁	a ₁	b ₁	I	36.33
T ₁	a ₁	b ₁	II	37.67
T ₁	a ₁	b ₁	III	40.00
T ₂	a ₁	b ₂	I	39.00
T ₂	a ₁	b ₂	II	34.00
T ₂	a ₁	b ₂	III	37.00
T ₃	a ₁	b ₃	I	39.33
T ₃	a ₁	b ₃	II	30.67
T ₃	a ₁	b ₃	III	47.33
T ₄	a ₁	b ₄	I	32.00
T ₄	a ₁	b ₄	II	40.67
T ₄	a ₁	b ₄	III	34.67
T ₅	a ₂	b ₁	I	35.67
T ₅	a ₂	b ₁	II	35.67
T ₅	a ₂	b ₁	III	39.33
T ₆	a ₂	b ₂	I	34.33
T ₆	a ₂	b ₂	II	36.67
T ₆	a ₂	b ₂	III	41.00
T ₇	a ₂	b ₃	I	34.33
T ₇	a ₂	b ₃	II	33.00
T ₇	a ₂	b ₃	III	34.33
T ₈	a ₂	b ₄	I	31.33
T ₈	a ₂	b ₄	II	34.33
T ₈	a ₂	b ₄	III	33.33

Cuadro 33. Datos del área foliar (dm²) a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación)	B(tipos de semillas)	Bloque	Área foliar (dm²)
T ₁	a ₁	b ₁	I	6.32
T ₁	a ₁	b ₁	II	10.86
T ₁	a ₁	b ₁	III	9.35
T ₂	a ₁	b ₂	I	6.78
T ₂	a ₁	b ₂	II	13.05
T ₂	a ₁	b ₂	III	9.61
T ₃	a ₁	b ₃	I	5.44
T ₃	a ₁	b ₃	II	8.93
T ₃	a ₁	b ₃	III	9.15
T ₄	a ₁	b ₄	I	9.51
T ₄	a ₁	b ₄	II	9.95
T ₄	a ₁	b ₄	III	10.41
T ₅	a ₂	b ₁	I	6.31
T ₅	a ₂	b ₁	II	13.20
T ₅	a ₂	b ₁	III	14.61
T ₆	a ₂	b ₂	I	8.84
T ₆	a ₂	b ₂	II	11.10
T ₆	a ₂	b ₂	III	8.99
T ₇	a ₂	b ₃	I	8.83
T ₇	a ₂	b ₃	II	10.50
T ₇	a ₂	b ₃	III	9.95
T ₈	a ₂	b ₄	I	6.28
T ₈	a ₂	b ₄	II	12.81
T ₈	a ₂	b ₄	III	9.52

Cuadro 34. Datos de la materia seca de la planta de café (%) a los 228 días.

Trat.	A(semillas s/c escarificación)	B(tipos de semillas)	Bloque	Materia seca (%)
T ₁	a ₁	b ₁	I	21.42
T ₁	a ₁	b ₁	II	21.99
T ₁	a ₁	b ₁	III	22.95
T ₂	a ₁	b ₂	I	25.35
T ₂	a ₁	b ₂	II	22.50
T ₂	a ₁	b ₂	III	20.11
T ₃	a ₁	b ₃	I	21.27
T ₃	a ₁	b ₃	II	20.62
T ₃	a ₁	b ₃	III	20.81
T ₄	a ₁	b ₄	I	20.63
T ₄	a ₁	b ₄	II	19.52
T ₄	a ₁	b ₄	III	19.02
T ₅	a ₂	b ₁	I	20.91
T ₅	a ₂	b ₁	II	22.26
T ₅	a ₂	b ₁	III	22.28
T ₆	a ₂	b ₂	I	19.44
T ₆	a ₂	b ₂	II	20.00
T ₆	a ₂	b ₂	III	22.39
T ₇	a ₂	b ₃	I	16.81
T ₇	a ₂	b ₃	II	19.17
T ₇	a ₂	b ₃	III	22.77
T ₈	a ₂	b ₄	I	22.39
T ₈	a ₂	b ₄	II	22.43
T ₈	a ₂	b ₄	III	24.65

Cuadro 35. Análisis del suelo al final del trabajo de investigación.

Parámetro		Contenido	Método
Análisis mecánico			
Arena	(%)	69.68	Hidrómetro
Limo	(%)	19.04	Hidrómetro
Arcilla	(%)	11.28	Hidrómetro
Clase textural		Fo.Ar.	Triángulo textural
Análisis químico			
pH	(1:1 en agua)	6.93	Potenciómetro
M. O.	(%)	5.51	Walkley - Black
N total	(%)	0.25	%N= % MO x 0.045
P disp.	(ppm P)	20.3	Olsen modificado
K disp.	(ppm K)	114.2	H ₂ SO ₄ 6N
C.I.C.	(me/100g)	10.37	NH ₄ OAc 1N pH 7
Ca	(me/100g)	7.6	Absorción atómica
Mg	(me/100g)	1.32	Absorción atómica
K disp.	(me/100g)	1.14	Absorción atómica
Na	(me/100g)	0.26	Absorción atómica

Cuadro 36. Promedio de las Medidas y peso de los tipos de semillas.

Tipos de semillas				
	Grande (b₁)	Mediano (b₂)	Pequeño (b₃)	Caracolillo (b₄)
Medidas (mm)	12.83	11.43	9.42	11.20
Peso (g)	0.25	0.20	0.12	0.22

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Clasificación y evaluación de las semillas de café robusta.



Figura 13. Secado de las semillas de café robusta.



Figura 14. Llenado del sustrato en las bolsas de polietileno.



Figura 15. Repique de las plántulas de café a los 68 días después de la germinación.



Figura 16. Evaluación de los parámetros biométricos de las plantas de café robusta: altura, diámetro y número de hojas/planta.



Figura 17. Evaluación de la longitud de raíz y volumen radicular al final del experimento.

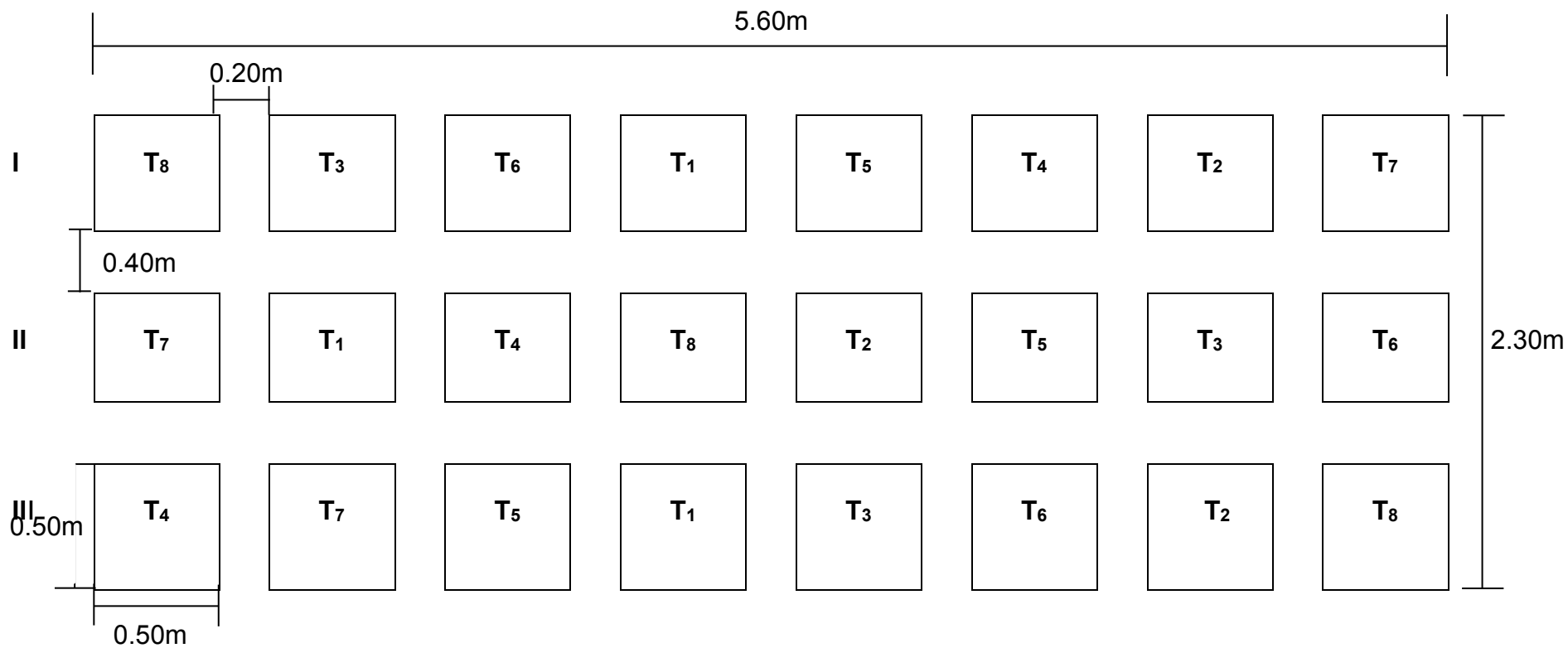


Figura 18. Determinación del peso fresco de las plantas de café robusta al final del experimento.



Figura 19. Determinación del área foliar por el método de la silueta.

Croquis del experimento



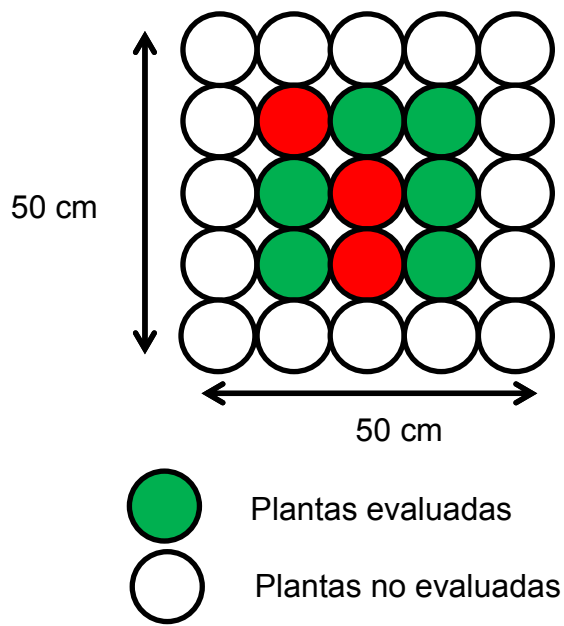


Figura 20. Croquis de un tratamiento para altura, diámetro y número de hojas

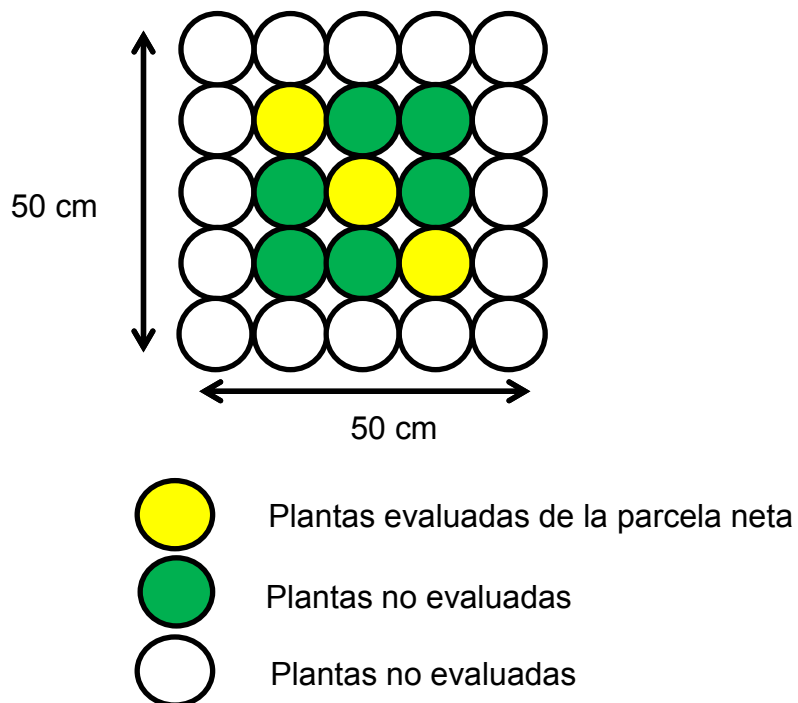


Figura 21. Croquis de un tratamiento para longitud, volumen de raíces, área foliar y materia seca.