

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TESIS**

ENRAIZAMIENTO DE MICRO ESTACA ORTOTRÓPICA,  
PLAGIOTRÓPICA Y ORTOTRÓPICA BIPARTIDA DE CAFÉ  
(*Coffea arábica L.*) VAR. CATIMOR EN EL DISTRITO DE  
INKAWASI PROVINCIA LA CONVENCION – CUSCO

**PRESENTADO POR:**

Bach. YIEN HUAYLLA GONZALES

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**ASESOR:**

M.sc. LUÍS JUSTINO LIZÁRRAGA VALENCIA

**ANDAHUAYLAS-PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: ENRAIZAMIENTO DE MICRO ESTACA ORTOTRÓPICA, PLAGIOTRÓPICA Y ORTOTRÓPICA BIPARTIDA DE CAFE (Coffea arabica L.) VAR. CATIMOR EN EL DISTRITO DE INKAWASI PROVINCIA LA CONVENCION - CUSCO

presentado por: SIEN HUAYLLA GONZALES con DNI Nro.: 42648270 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGROPECUARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones   | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.   | X                  |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.  |                    |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. |                    |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 20 de FEBRERO de 2025

Firma

Post firma LUS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 0000-00001-5600-7998

## Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:353276586

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME DEL PROYECTO DE TESIS YIEN  
2024 ultimo.pdf**

RECUENTO DE PALABRAS

**21523 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**98637 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**103 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 7, 2024 7:30 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 7, 2024 7:32 PM GMT-5****● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser nuestro guía espiritual que me conduce siempre hacia el camino del bien, del éxito y la verdad, por haberme concedido en la vida, sabiduría, fortaleza y perseverancia en todas las actividades que me he propuesto.

A mis queridos padres, por su incondicional apoyo que me han brindado para seguir superándome día a día con el fin de conseguir mis objetivos, por los sabios consejos y valores que me han inculcado que hacen de mí cuanto soy.

A mis hermanos y hermanas, quienes confiaron en mí y me brindaron su constante apoyo moral para lograr mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Infinito agradecimiento a Dios, que me ha llenado de sabiduría para vencer los obstáculos que tuve en el camino.

Mi eterno agradecimiento a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROPECUARIA – Sede Andahuaylas.

A mi asesor de tesis, Msc. Luis Justino Lizárraga Valencia, por haberme guiado y orientado en la ejecución de mi tesis.

A mis queridos padres, por su incondicional apoyo que me han brindado para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos hermanas quienes confiaron en mí y me apoyaron para lograr mis objetivos.

A mis amigos que se preocuparon por mi formación profesional

## **ÍNDICE**

|   |     |
|---|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                     | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                   | ix  |
| RESUMEN.....  | x   |
| INTRODUCCIÓN.....   | 1   |
| I. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.....                  | 3   |
| 1.1 Planteamiento del Problema.....                       | 3   |
| 1.2 Formulación del problema. ....                        | 4   |
| 1.3 Justificación e importancia de la investigación. .... | 5   |
| 1.4 Limitaciones del problema. ....                       | 6   |
| 1.5 Objetivos.....  | 6   |
| 1.5.1 Objetivo general.....                               | 6   |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....                          | 6   |
| 1.6 Hipótesis.....  | 7   |
| 1.7 Variables e Indicadores: .....                        | 7   |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                    | 8   |
| 2.1.1 Origen del cafeto. ....                             | 8   |
| 2.2 Antecedentes de la investigación. ....                | 8   |
| 2.2.1 Antecedentes internacionales.....                   | 8   |
| 2.2.2 Antecedentes nacionales.....                        | 9   |
| 2.2.3 Antecedentes locales.....                           | 10  |
| 2.3 Fundamentación teórica científica. ....               | 10  |
| 2.3.1 Importancia del cafeto. ....                        | 10  |
| 2.4 Descripción botánica del cafeto.....                  | 12  |
| 2.5 Especies de cafetos.....                              | 15  |
| 2.6 Café Variedad Catimor. ....                           | 16  |
| 2.7 Propagación vegetal.....                              | 16  |
| 2.8 propagación asexual o vegetativa. ....                | 17  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.9    | Ventajas de la propagación vegetativa. ....                | 18 |
| 2.10   | Desventajas de la propagación asexual .....                | 19 |
| 2.11   | Tipos de Propagación vegetativa por estaca o esqueje. .... | 20 |
| 2.11.1 | Propagación asexual por micro estacas. ....                | 23 |
| 2.11.2 | Tipos de micro estacas. ....                               | 24 |
| 2.12   | Condiciones para el enraizamiento.....                     | 24 |
| 2.13   | Invernadero. ....  | 25 |
| 2.14   | Sustratos para enraizamiento.....                          | 25 |
| 2.15   | Regulación hormonal.....                                   | 26 |
| 2.16   | Enraizamiento.....   | 27 |
| 2.17   | Bases anatómicas y fisiológicas del enraizamiento.....     | 27 |
| 2.18   | Definición de términos. ....                               | 28 |
| III.   | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. ....                      | 29 |
| 3.1    | Tipo de la investigación. ....                             | 29 |
| 3.2    | Ubicación espacial.....                                    | 29 |
| 3.2.1  | Ubicación política.....                                    | 29 |
| 3.2.2  | Ubicación geográfica. ....                                 | 29 |
| 3.2.3  | Ubicación hidrográfica. ....                               | 29 |
| 3.2.4  | Ubicación ecológica.....                                   | 30 |
| 3.2.5  | Ubicación temporal. ....                                   | 30 |
| 3.3    | Materiales .....   | 30 |
| 3.4    | Población y muestra. ....                                  | 32 |
| 3.5    | Diseño experimental. ....                                  | 33 |
| 3.6    | Características de la unidad experimental.....             | 33 |
| 3.7    | Manejo del experimento. ....                               | 35 |
| 3.7.1  | Obtención de micro estacas. ....                           | 37 |
| 3.7.2  | Evaluaciones. ....   | 41 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| IV.     | RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                              | 44 |
| 4.1     | Primera evaluación (a los 60 días). ....                 | 44 |
| 4.1.1   | Análisis del indicador número de brote.....              | 44 |
| 4.1.2   | Análisis del indicador altura de brote. ....             | 46 |
| 4.1.3   | Análisis del indicador longitud de raíz.....             | 48 |
| 4.1.4   | Análisis del indicador número de raíz. ....              | 51 |
| 4.1.5   | Análisis del indicador número de hojas. ....             | 53 |
| 4.2     | Segunda evaluación (a los 90 días).....                  | 55 |
| 4.2.1   | Análisis del indicador número de brotes. ....            | 55 |
| 4.2.2   | Análisis del indicador altura de brote. ....             | 58 |
| 4.2.3   | Análisis del indicador número de hojas. ....             | 60 |
| 4.3     | Tercera evaluación (a los 120 días).....                 | 62 |
| 4.3.1   | Resultados, análisis estadístico y discusión. ....       | 62 |
| 4.3.1.1 | Análisis del indicador número de brote. ....             | 62 |
| 4.3.1.2 | Análisis del indicador altura de brote. ....             | 65 |
| 4.3.1.3 | Análisis del indicador longitud de raíz. ....            | 67 |
| 4.3.1.4 | Análisis del indicador número de raíz. ....              | 70 |
| 4.3.1.5 | Análisis del indicador número de hojas. ....             | 73 |
| 4.3.1.6 | Análisis del indicador porcentaje de enraizamiento. .... | 75 |
| V.      | CONCLUSIÓN. ....   | 78 |
| VI.     | RECOMENDACIONES .....                                    | 80 |
| VII.    | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                          | 81 |
| VIII.   | ANEXOS .....   | 85 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Cuadro de ubicación temporal.....                                 | 30 |
| Tabla 2 Distribución de tratamientos. ....                                | 33 |
| Tabla 3 Distribución de los tratamientos por bloques.....                 | 33 |
| Tabla 4 Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad. ....  | 44 |
| Tabla 5 Cuadro de análisis de varianza. ....                              | 45 |
| Tabla 6 Test Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35580, Error: 0.0149 gl: 4 .....       | 45 |
| Tabla 7 Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad. ....  | 46 |
| Tabla 8 Análisis de la Varianza del indicador altura de brotes. ....      | 47 |
| Tabla 9 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.21582, Error: 0.0055 gl: 4 .....      | 48 |
| Tabla 10 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....                | 49 |
| Tabla 11 Análisis de varianza del indicador longitud de raíz .....        | 49 |
| Tabla 12 Tukey Alfa=0.05, DMS=0.33075, Error: 0.0129 gl: 4 .....          | 50 |
| Tabla 13 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....                | 51 |
| Tabla 14 Análisis de la varianza.....                                     | 52 |
| Tabla 15 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.32834, Error: 0.0127 gl: 4 .....     | 52 |
| Tabla 16 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....                | 53 |
| Tabla 17 Análisis de la Varianza .....                                    | 54 |
| Tabla 18 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.60596, Error: 0.0434 gl: 4 .....     | 55 |
| Tabla 19 Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad. .... | 56 |
| Tabla 20 Análisis de la Varianza .....                                    | 56 |
| Tabla 21 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.35695, Error: 0.0150 gl: 4 .....     | 57 |
| Tabla 22 Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad. .... | 58 |
| Tabla 23 Análisis de la Varianza .....                                    | 59 |
| Tabla 24 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=1.88125, Error: 0.4179 gl: 4 .....     | 59 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 25 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 60 |
| Tabla 26 Análisis de la Varianza. ....                                   | 61 |
| Tabla 27 Test de Tukey Alfa=0.05, DMS=0.81155, Error: 0.0778 gl: 4 ..... | 62 |
| Tabla 28 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 63 |
| Tabla 29 Análisis de la Varianza. ....                                   | 63 |
| Tabla 30 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.27560, Error: 0.0090 gl: 4 .....    | 64 |
| Tabla 31 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 65 |
| Tabla 32 Análisis de la Varianza .....                                   | 66 |
| Tabla 33 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=2.51290, Error: 0.7457 gl: 4 .....    | 66 |
| Tabla 34 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 68 |
| Tabla 35 Análisis de la Varianza .....                                   | 68 |
| Tabla 36 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=1.69682, Error: 0.3400 gl: 4 .....    | 69 |
| Tabla 37 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 70 |
| Tabla 38 Análisis de la Varianza .....                                   | 71 |
| Tabla 39 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.24558, Error: 0.0071 gl: 4 .....    | 72 |
| Tabla 40 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 73 |
| Tabla 41 Análisis de la Varianza .....                                   | 74 |
| Tabla 42 Test Tukey Alfa=0.05 DMS=2.63793, Error: 0.8218 gl: 4 .....     | 74 |
| Tabla 43 Coeficiente de determinación y variabilidad. ....               | 76 |
| Tabla 44 Análisis de la Varianza. ....                                   | 76 |
| Tabla 45 Test Tukey Alfa=0.05, DMS=5.23703, Error: 3.2388 gl: 4 .....    | 77 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Construcción del vivero. ....                       | 35 |
| Figura 2 Preparando el sustrato para el experimento. ....    | 36 |
| Figura 3 Preparando las micro estacas de café. ....          | 37 |
| Figura 4 Micro estaca ortotrópica. ....                      | 38 |
| Figura 5 Micro estaca ortotrópica bipartida. ....            | 39 |
| Figura 6 Micro estaca plagiotrópica. ....                    | 40 |
| Figura 7 Las micro estacas en la cama de enraizamiento. .... | 40 |
| Figura 8 Indicador número de brotes. ....                    | 46 |
| Figura 9 Indicador altura de brote. ....                     | 48 |
| Figura 10 Indicador longitud de raíz. ....                   | 50 |
| Figura 11 Indicador número de raíz. ....                     | 53 |
| figura 12 Indicador número de hojas. ....                    | 55 |
| Figura 13 Indicador número de brotes. ....                   | 57 |
| Figura 14 Indicador altura de brote. ....                    | 60 |
| Figura 15 Indicador número de hojas. ....                    | 62 |
| Figura 16 Indicador número de brote. ....                    | 64 |
| Figura 17 Indicador altura de brote. ....                    | 67 |
| Figura 18 Indicador longitud de raíz. ....                   | 70 |
| Figura 19 Indicador número de raíz. ....                     | 72 |
| Figura 20 Indicador número de hojas. ....                    | 75 |
| Figura 21 Indicador porcentaje de enraizamiento. ....        | 77 |

## RESUMEN

El experimento se realizó en el distrito de Inkawasi, provincia de La Convención del departamento Cusco. El lugar del ensayo se encuentra ubicado a una altitud de 2142 msnm, la ubicación geográfica es latitud sur entre las coordenadas este 694474.04, y norte 8519898.05. El problema está en el bajo promedio de producción por hectárea y escasa renovación de cafetales, el uso de semillas y plántones de mala calidad atribuida a escaso conocimiento en la selección de semillas, proceso de secado y manejo en el vivero, más la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Se planteó investigar. “enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor en el Distrito de Inkawasi Provincia La Convención – Cusco”.

El objetivo fue: “Evaluar el enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor, en el distrito de Inkawasi, Provincia La Convención – Cusco”. Las micro estacas se obtuvieron de plantas madre con buenas características en producción y sanidad, la micro estaca ortotrópica y micro estaca ortotrópica bipartida se obtuvo de la parte verde del ápice del cafeto (brote ortotrópica) y la micro estaca plagiotrópica se obtuvo de la rama lateral del cafeto (rama plagiotrópica). Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, se efectuó el análisis de varianza y pruebas de Tukey al 5 % para los tratamientos que presentaron significancia, se determinó la micro estaca con mejores características de crecimiento y con mayor porcentaje de enraizamiento y fue con el tratamiento 2 (Micro estaca ortotrópica bipartida). Esta micro estaca resultó las mejores plantas a los 120 días.

Palabras clave: Brote, enraizamiento, micro estaca, ortotrópica, plagiotrópica.

## ABSTRACT

The experiment was carried out in the district of Inkawasi, province of La Convención, department of Cusco. The test site is located at an altitude of 2142 meters above sea level, the geographic location is south latitude between the coordinates east 694474.04, and north 8519898.05. The problem is the low average production per hectare and scarce renewal of coffee plantations, the use of seeds and seedlings of poor quality attributed to poor knowledge in the selection of seeds, drying process and handling in the nursery, plus coffee rust (*Hemileia vastatrix*). It was proposed to investigate "rooting of orthotropic, plagiotropic and bipartite orthotropic micro cuttings of coffee (*Coffea arabica* L.) Var. Catimor in the District of Inkawasi Province La Convención - Cusco."

The objective was: "To evaluate the rooting of orthotropic, plagiotropic and bipartite orthotropic micro cuttings of coffee (*Coffea arabica* L.) Var. Catimor, in the district of Inkawasi, La Convención Province - Cusco". The micro cuttings were obtained from mother plants with good production and health characteristics, the orthotropic micro cutting and bipartite orthotropic micro cutting were obtained from the green part of the apex of the coffee plant (orthotropic shoot) and the plagiotropic micro cutting was obtained from the lateral branch of the coffee plant (plagiotropic branch). The completely randomized block design was used, with three treatments and three repetitions, the analysis of variance and Tukey tests at 5% were carried out for the treatments that presented significance, the micro cutting with the best growth characteristics and with the highest percentage of rooting was determined and it was with treatment 2 (bipartite orthotropic micro cutting). This micro cutting produced the best plants after 120 days.

Keywords: Sprouting, rooting, micro cutting, orthotropic, plagiotropic.

## INTRODUCCIÓN

Los productores en el valle de Inkawasi, son pequeños productores de café orgánico, algunos productores aún conservan instalaciones de café con 20 a 30 años, según Cooperativa Agraria Cafetalera San Fernando (CAC. San Fernando 2023), indica que el promedio de producción es de 12 a 15 quintales por Ha. Por debajo del promedio de producción nacional (18 quintales por ha).

El problema existente está en el bajo promedio de producción por hectárea atribuida a plantaciones muy antiguas de cafetos, esto significa escasa renovación de cafetales antiguas, más el ataque de enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix*). El control de esta enfermedad no es eficiente debido a que las parcelas de café cuentan con certificado de producción orgánica, esto prohíbe el uso de agroquímicos. El uso de baja calidad de semillas y plantones de café atribuida a escaso conocimiento en la selección de plantas madre y manejo en el vivero hacen que las plantas de cafeto sean susceptibles a la roya con bajos rendimientos. Para resolver el problema se planteó investigar. “enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor en el Distrito de Inkawasi Provincia La Convención – Cusco”. Siendo una alternativa de propagación asexual del café con la calidad genética de la planta madre y esta técnica se puede realizar en cualquier época del año de variedades como del Catimor resistente a la roya (*Hemileia vastatrix*), y otras variedades que se desea propagar mediante esta técnica. Con la siguiente hipótesis: Es posible evaluar el enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*), Var. Catimor, en el Distrito de Inkawasi, Provincia la Convención - Cusco.

Con el objetivo de “Evaluar el enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor, en el distrito de Inkawasi, Provincia la Convención – cusco”.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, se efectuó el análisis de varianza y pruebas de Tukey al 5 % para los tratamientos que presentaron significancia.

Esta investigación determinó el tipo de micro estaca óptima y fácil de propagar con la técnica más fácil, obteniendo plantas de alta calidad genética con un buen desarrollo listo para su instalación en campo definitivo, que permite abastecer a la progresiva demanda de plantas de café, por esta razón se buscó una forma de propagación de manera más rápida y se obtengan plantas que conservan la calidad genética de la planta madre, en menor tiempo y en cualquier época del año, permitiendo la renovación de cafetales viejos e incrementando áreas cultivadas con café variedad Catimor, así mejorar el nivel de vida y el bienestar de los agricultores cafetaleros del distrito de Inkawasi, incrementando los ingresos económicos de las familias.

## I. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.1 Planteamiento del Problema.

En el valle de Inkawasi la actividad principal de los agricultores es la producción de café orgánico. Algunos de los agricultores aún conservan instalaciones de cafetos de 20 a 30 años, con ataque de enfermedades como la roya. Según Cooperativa Agraria Cafetalera San Fernando (CAC San Fernando 2023), Indica que el promedio de producción es de 12 a 15 quintales /ha, por debajo del promedio de producción nacional que es de 826 kg/ha, frente a los departamentos que defienden el mejor rendimiento promedio son Pasco con 1081 kg/ha, Cajamarca con 1046 kg/ha, San Martín con 969 kg/ha, Junín 792 kg/ha, Amazonas con 705 kg/ha y Cusco tiene un rendimiento promedio por debajo del promedio nacional kg/ha. (MINAGRI-DGESEP-DEA 2019). Esto significa para los agricultores cafetaleros del departamento del Cusco y del valle Inkawasi bajos ingresos económicos, por tanto, no justifica el costo de producción, además el ataque de la roya (*Hemileia vastatrix*) son más fuertes cada año disminuyendo la producción del café orgánico y el control de esta enfermedad no es eficiente porque las parcelas del valle Inkawasi cuenta con certificado de producción orgánica, esto prohíbe el uso de agroquímicos. Las instalaciones que realizan los caficultores con diferentes variedades de café en una unidad de producción con plántones a raíz desnuda procedentes de cafetales viejos con resultados de prendimientos muy bajos y susceptibles al ataque de la roya (*Hemileia vastatrix*). Hacen que el rendimiento disminuya y a la vez ocurren cruzamientos de estas variedades causando la variabilidad genética perdiendo la resistencia a enfermedades y otras características de la variedad.

Ecuador es un país productor de diferentes variedades de cafés; presenta varios factores que afectan la producción nacional como edad avanzada de los

cafetales entre otros. Estefania, (2018). En el Perú según DECRETO SUPREMO N° 048-2013-PCM. Declaran en emergencia zonas cafetaleras y el VRAEM para combatir la roya amarilla con asignación de S/.100 millones de recursos del MINAG. Para atender la plaga, por el incremento de la incidencia y severidad de la enfermedad de la roya amarilla del café, y hasta la fecha se tiene el ataque de la roya (**Hemileia vastatrix**).

El problema existente está en bajo promedio de producción por hectárea atribuida a plantaciones muy antiguas de cafetos, esto indica la escasa renovación de cafetales con plantaciones nuevas y el uso de baja calidad de semillas y plantones atribuida a escaso conocimiento en la selección de plantas madre, semillas, proceso de secado y manejo en el vivero, por lo tanto, no obtienen plantas de calidad, a estas se añade las enfermedades del café como la roya (**Hemileia vastatrix**). Por esta razón, se planteó investigar. “Enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (**Coffea arábica L.**) Var. Catimor en el distrito de Inkawasi provincia La Convención – Cusco”. siendo una alternativa de propagación asexual del café con la calidad genética de la planta madre y esta técnica se puede realizar en cualquier época del año de variedades como del Catimor resistente a la roya (**Hemileia vastatrix**), con buena producción, plantas fácilmente manejables por su tamaño de hasta 1.5 mt. De altura, y otras variedades que se desea propagar mediante esta técnica.

## **1.2 Formulación del problema.**

Pregunta general con relación al problema existente:

¿Cuánto será el enraizamiento de la micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (**Coffea arábica L.**) Var. Catimor, en el distrito de Inkawasi, provincia de La Convención - Cusco?

### **Problemas específicos.**

¿Cuánto será el enraizamiento de la micro estaca obtenida del brote ortotrópica de café (***Coffea arábica L.***) Var. Catimor?

¿Cuánto será el enraizamiento de la micro estaca bipartida obtenida del brote ortotrópica de café (***Coffea arábica L.***) Var. Catimor?

¿Cuánto será el enraizamiento de la micro estaca obtenida de la rama plagiotrópica de café (***Coffea arábica L.***) Var. Catimor?

### **1.3 Justificación e importancia de la investigación.**

Se realizó esta investigación “Enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor en el distrito de Inkawasi, provincia La Convención – Cusco”. Para determinar el tipo de micro estaca de café más fácil de propagar con altos porcentajes de enraizamiento, con plantas de alta calidad genética listo para ser instaladas en el campo definitivo en corto tiempo, que permite abastecer a la progresiva demanda de plantas de café, además, mediante esta técnica de propagación se evita la variabilidad genética de las variedades de café, porque las parcelas de café se encuentran instaladas con diferentes variedades de café y las plántulas obtenidas por semilla ya no conservan sus características de la variedad deseada. Por esta razón, se buscó una forma de propagación de manera más rápida y se obtengan plantas de calidad en menor tiempo y en cualquier época del año, permitiendo la renovación de cafetales viejos y parcelas afectadas por plagas y enfermedades como la roya e incrementando áreas cultivadas de café con variedad Catimor resistente a la roya, con mayor adaptabilidad a cambios en el clima. A su vez permite el establecimiento de nuevas raíces, desarrollar tallos vigorosos y aumentar la productividad durante el ciclo de crecimiento de la planta.

#### **1.4 Limitaciones del problema.**

Los obstáculos y limitaciones de la investigación fueron factores fisiológicos como la nutrición de la planta madre donante de micro estacas de café y contenido de agua del material vegetal, ya que reduce el enraizamiento en micro estacas que sufren carencia de agua, factores hormonales, factores mecánicos, estado de estaquillas (el tipo de leño) y factores medio ambientales como la temperatura y luz, que influyen también en el enraizamiento, acondicionándose el efecto de reguladores de crecimiento afectando el normal desarrollo de la planta.

Pocos antecedentes también son limitantes para esta investigación.

#### **1.5 Objetivos.**

##### **1.5.1 Objetivo general.**

“Evaluar el enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor, en el distrito de Inkawasi, Provincia la Convención – cusco”.

##### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Evaluar el enraizamiento de la micro estaca obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor.
- Evaluar el enraizamiento de la micro estaca bipartida obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor.
- Evaluar el enraizamiento de la micro estaca obtenida de la rama plagiotrópica de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor.

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis general:**

Es posible evaluar el enraizamiento de micro estaca ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica L.*), Var. Catimor, en el distrito de Inkawasi, provincia La Convención - Cusco.

### **Hipótesis Específico:**

Es posible evaluar el enraizamiento de la micro estaca obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor.

Es posible evaluar el enraizamiento de la micro estaca bipartida obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor.

Es posible evaluar el enraizamiento de la micro estaca obtenida de la rama plagiotrópica de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor.

## **1.7 Variables e Indicadores:**

### **Variables dependientes.**

- Enraizamiento de micro estacas de café (*Coffea arábica L.*) variedad Catimor.

### **Variables independientes.**

Tipos de micro estacas.

### **Indicadores.**

- Número de brotes.
- Altura de brotes.
- Longitud de raíces.
- Número de raíces.
- Número de folíolos.
- Porcentaje de enraizamiento.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1.1 Origen del cafeto.

Castañeda (1997) menciona que, el café es procedente del continente africano, de Sudán y Etiopía. La variedad Típica fue llevada del invernadero de París a Cayena en 1706, llegó al Perú y se desarrolló en forma productiva en el valle de Chanchamayo a partir de 1876.

Clasificación taxonómica.

Figuroa (1996), citado por Aquino en 2004, clasifica al café de la siguiente forma:

Reino: Plantae

Tipo: Espermatofitas

Sub-tipo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Gamopétalas inferior ovarias

Orden: Rubiales

Familia: Rubiáceas

Género: Coffea

Sub-género: Eucoffea

Especies: Arábica, canéphora, libérica.

## 2.2 Antecedentes de la investigación.

### 2.2.1 Antecedentes internacionales.

En las investigaciones internacionales se ha logrado los siguientes resultados según investigaciones. la altura de la planta a los 120 días (con cascara de café 50% + tierra agrícola 50%) presentó la mejor altura con un promedio 8.72 cm. y la mejor longitud de raíz fue 9.13 cm. Romero (2014).

La variable porcentaje de enraizamiento se logró una media de 83.33%, la variable número de raíces, se ha logrado una media de 3.09 raíces, La variable longitud de raíz se logró (7.77 cm). Lucero (2013).

En la investigación de “Respuesta de cuatro sustratos y tres métodos de aplicación hormonal para propagación clonal de Café Robusta (*Coffea Canephora* Pierre) concluyó que el porcentaje de enraizamiento y numero de raíces de las plántulas de café se observó a los 90 días Paladines F. (2008).

En la propagación de ramilla de café, variedad robusta en vivero con la aplicación de Hormonagro alcanzó los mejores resultados en: porcentaje de prendimiento, desarrollo radicular, crecimiento de las plántulas, número de hojas en comparación con los resultados obtenidos con los otros enraizadores utilizados en esta investigación. Lema Ramos (2012).

### **2.2.2 Antecedentes nacionales.**

Como antecedentes nacionales tenemos los siguientes resultados según, Tang (2014) el mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo en aserrín sin ninguna dosis de AIB con un 70.8% y en arena con 6000 ppm de AIB con 66.7%.

Rodrigues (2006) concluye que el efecto del sustrato (cascara de cacao+ tierra común), en enraizamiento y desarrollo de *Coffea Canephora* alcanzando una longitud de brote (2.24 cm), un mayor número de hojas (1.84) y en el sistema radicular a una longitud (3.29 cm).

Huamán (2015) menciona que el área foliar óptimo para lograr un buen porcentaje de enraizamiento es de 27.61cm<sup>2</sup> (50% de área foliar), con esta área foliar se logró obtener 98% de enraizamiento.

Según Vásquez (2015) la mejor dosis de ácido indolbutírico (AIB) es la concentración de 1000 ppm, promovió el mayor número de raíces, mejor longitud radicular en condiciones controladas. A los 65 a 74 días, con un 88% de enraizamiento en brotes de *Coffea arábica*.

### **2.2.3 Antecedentes locales.**

A nivel local no existen trabajos de investigación en enraizamiento de micro estaca de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor con mayor porcentaje de prendimiento. Sin embargo, el Proyecto: “Mejoramiento de la Cadena Productiva de Café en las Zonas Agroecológicas de Pacaybamba, Amaybamba, Hatumpampa, Acconcharcas, Lucmahuaycco y Osambre, distrito de Inkawasi – La Convención – Cusco” viene implementando actividades de capacitaciones hacia los productores cafetaleros en el manejo agronómico del cultivo y propagación de plantas de café mediante semilla o sexualmente.

## **2.3 Fundamentación teórica científica.**

### **2.3.1 Importancia del cafeto.**

MIDAGRI, (S.F.) menciona que la producción cafetalera tiene una gran importancia económica, social y ambiental para el Perú. La superficie instalada con este cultivo se estima en 425,416 hectáreas, y se encuentra distribuida en 338 distritos de 67 provincias ubicadas en 17 regiones. Aproximadamente 223,482 familias se dedican a su producción, y la cadena productiva involucra a más de un millón de personas. En la selva alta, el cafeto es el principal cultivo legal, la principal fuente de ingresos y el mayor creador de empleos. Durante las últimas dos décadas, el café ha sido el principal producto peruano de agroexportación, pues ha generado más divisas que cualquier otro cultivo.

La década de 1990 fueron años fuertemente difíciles para las organizaciones cafetaleras peruanas: por un lado, los elementos internos, los ataques del terrorismo y el ajuste económico implementado después del periodo de la hiperinflación; en 1989 se ha anulado el sistema de comercialización basado en cuotas, lo que transformó el mercado global y creó la necesidad de poner en práctica nuevas formas de articulación al mercado del café.

En ese periodo los mercados solidario y orgánico ganaron una mayor importancia, y así se generó el segmento de los cafés diferenciados. La articulación al mercado del café diferenciado ha sido un importante factor para la reactivación y el crecimiento de las organizaciones cafetaleras, así como para el posicionamiento del café peruano en el mercado global. Actualmente, un tercio de la superficie cafetalera cuenta con al menos una certificación (135 mil hectáreas, 34%).

La mayor fracción está representada por el café orgánico, seguido por el de comercio justo, los cafés sostenibles y los especiales, también llamados cafés gourmet. Hoy la mayoría de las organizaciones manejan certificaciones múltiples; y aunque ésta se ha transformado en una importante estrategia de comercialización y competitividad, exige al mismo tiempo una mayor capacidad de gestión e inversión.

Alrededor de 95% de la producción peruana se exporta, a un total de 45 países. Gracias a estos esfuerzos de las organizaciones cafetaleras, el Perú ha alcanzado a mejorar su imagen como exportador de este cultivo y posicionándose bien en el exigente mercado global.

## **2.4 Descripción botánica del café.**

### **Raíz.**

Sánchez (2005) indica que el café tiene una raíz principal que desarrolla verticalmente en los suelos sin limitaciones físicas, hasta profundidades de 50 cm, de esta raíz desarrollan otras raíces gruesas que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes.

Según GONZALES (1998) señala que el sistema radical consta de un eje central o raíz pivotante que se desarrolla en forma cónica. Las raíces laterales superficiales se extienden hasta una distancia de 1 a 1,5 m del tronco y presenta numerosas ramificaciones con muchos pelos absorbentes.

### **Tallo.**

Gómez (2010) el arbusto de café está formado generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo posee dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral.

### **Ramas.**

Gómez (2010) menciona que estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópica se producen de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras.

De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales con crecimiento horizontal. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Comúnmente esta yema solo desarrolla si el tallo principal se ha decapitado, podado o agobiado.

### **Yemas en el tallo.**

Según Pulgarín (2006) menciona que en cada nudo formado en el tallo se desarrollan dos axilas foliares opuestas y en cada una de las axilas se producen de 4 a 5 yemas ordenadas en forma lineal, de mayor a menor, por lo que se les denomina yemas seriadas (yemas laterales o axilares).

La primera, que a su vez es la de mayor edad, da origen exclusivamente a brotes de crecimiento horizontal (ramas primarias o plagiotrópicas), se genera un solo par de ramas primarias por nudo. La siguiente yema de la serie, genera brotes verticales o “chupones” (brotes ortotrópicos), mientras que las otras yemas permanecen latentes o eventualmente, forman flores y frutos caulinares, es decir, que crecen en el tallo.

### **Yemas en las ramas (ramas primarias o plagiotrópicas).**

Pulgarín (2006) menciona que en cada nudo desarrollado en las ramas se desarrollan dos axilas foliares opuestas y en cada una de ellas se originan de 4 a 5 yemas ordenadas en forma lineal, de mayor a menor, razón por la cual se les denomina yemas seriadas (yemas laterales). Estas yemas son de edades desuniformes y dan inicio principalmente a flores, en la medida que las circunstancias ambientales sean propicias. De cada yema se crean entre 4 y 6 flores, y a este conjunto se le denomina inflorescencia o glomérulo.

Aquellas pocas yemas que no consiguen a diferenciarse en flores generan ramas secundarias o terciarias, cuando se dan condiciones ambientales poco favorables para la floración.

Por estas razones se piensa que la formación de ramas secundarias es también un fenómeno común, dentro de unas condiciones normales de desarrollo de la planta

de café. Esta comprensión es fundamental para entender el comportamiento de la producción y el efecto de las diferentes prácticas agronómicas sobre el desarrollo de la planta.

### **Hojas.**

INFOAGRO (2010) indica que las hojas surgen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior.

La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y sobresalientes en la cara inferior. La vida de las hojas en la especie arábica es de siete a ocho meses mientras que en la *Canéphora* es de siete a diez meses. La cantidad y distribución de follaje dependerá de la cantidad de sombra que posee el cafetal en el campo.

### **Flores.**

La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee flores pequeñas, de color blanco y de olor fragante en número variado y son flores hermafroditas. Los 5 pétalos de la corola se unen creando un tubo, el número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos.

Las yemas florales brotan en las axilas de las hojas, en las ramas laterales; surgen a los dos o tres años según la variedad. Estas yemas poseen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La flor del café alcanza su plenitud el cuarto o quinto año.

## **Polinización.**

La polinización del café se da por dos medios:

- Auto polinización o autogamia.
- Polinización cruzada o heterogamia

AICS (2024) la característica distintiva de las variedades de café arábica y robusta es su flor hermafrodita la cual posee tanto órganos masculinos como femeninos. En el caso del café arábica esta cualidad les permite auto-polinizarse. La polinización del café está fuertemente influenciada por factores climáticos como las lluvias, la temperatura y el viento. Además de esto, diversos estudios indican que la presencia de la abeja europea (*Apis mellifera* L.) y otros insectos polinizadores puede potenciar la producción del café. Durante todo el día debido a su fuerte aroma y la generosa cantidad de polen y néctar que ofrecen.

Sotomayor (1993) en los arábigos el 94% de la polinización es autopolinización y sólo en un 6% puede ocurrir polinización cruzada.

Después de la fecundación de las flores, el fruto de café consigue su completa madurez en 224 días, lista para la cosecha.

## **Fruto.**

Corral (2004) indica que el fruto de cafeto es una drupa poli esperma, carnoso, de color verde al inicio; pero al madurar rojo o púrpura, raramente amarillo, llamado cereza de café, de forma ovalada o elipsoidal levemente aplanada.

### **2.5 Especies de cafetos.**

Castañeda (2000) señala que, a nivel mundial existen 2 especies comerciales:

Coffea arábica: Conocido como “Arábica” representa el 68% de la producción mundial. Esta especie de café se desarrolla en forma de arbusto y crecen desde los 600 m.s.n.m. hasta los 2000 m.s.n.m.

Coffea Canéphora: Conocida como “Robusta” representa el 32% de producción mundial. Esta especie de café se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 800 m.s.n.m.

## **2.6 Café Variedad Catimor.**

Figuroa (1996) menciona que la variedad Catimor nace del cruzamiento del Caturra rojo con el Híbrido de Timor. El cafeto Catimor se identifica por su porte bajo, su tronco de grosor intermedio, su formidable número de ramas laterales, formando una copa moderadamente vigorosa y compacta.

Además de su productividad, es relativamente alta, muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, por lo menos a las razas de hongo *Hemileia vastatrix* que proliferan en la caficultura andina.

El cafeto Catimor (*Coffea arábica* L. var. Caturra rojo x Híbrido de Timor) es un cultivar de peculiar importancia, ya que muestra una alta resistencia a la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) con peculiaridades características agronómicas deseables como: bajo porte, buen rendimiento, vigor, así como la calidad de la bebida idéntica a las “arábicas” tradicionales.

## **2.7 Propagación vegetal.**

Leon & Ravelo (2005) definen que la propagación sexual de las plantas es vía gámica o sexual, donde se efectúa una propagación cuali-cuantitativa a través de semillas, esta vía es la sexual o gámica lleva su nombre atendiendo al origen del mecanismo de propagación por semilla, en la cual ha habido intervención de gametos masculinos y femeninos, en esta vía gámica ocurre meiosis y mitosis.

## **2.8 propagación asexual o vegetativa.**

Rojas & Garcia (2004) mencionan que la multiplicación vegetativa o clonación se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula o un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier fragmento de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que diversas células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, diferenciarse e iniciar otras estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares constituyen parte de meristemas primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas.

Las células no diferenciadas que los conforman poseen la información genética y las propiedades fisiológicas de originar una nueva planta con semejantes características de la planta madre.

Centellas y Álvarez (2011) mencionan que la multiplicación asexual o vegetativa reproduce clones genuinos a las plantas madre. Las plantas propagadas vegetativamente se reproducen por medio de la réplica del ADN, toda la información genética de la planta madre. El proceso de reproducción asexual posee una importancia especial en el cultivo de los frutales, porque la estructura genética (genotipo) de la mayoría de los cultivares de frutales es generalmente heterocigoto y las peculiaridades que distinguen a estos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla.

## **2.9 Ventajas de la propagación vegetativa.**

La multiplicación vegetativa es una técnica que ha adquirido gran importancia en la multiplicación y preservación de especies en peligro de extinción o amenazadas, principalmente de especies arbóreas tropicales.

Rojas & Garcia (2004) mencionan que con la multiplicación vegetativa se pretende:

- Acortar ciclos reproductivos para apresurar procesos de cruzamiento y prueba.
- Conservar genotipos superiores que fijan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc). Estas peculiaridades se pueden “perder” por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Multiplicar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de conservación o que son de ciclo reproductivo largo.
- Obtener instalaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética.

### **Otras ventajas de la propagación asexual son las siguientes.**

Mantenimiento de genotipos superiores: La mayoría de las especies arbóreas tropicales son de polinización abierta, esto significa que hay recombinación de genes durante la reproducción sexual, este contexto puede repercutir en la siguiente generación porque diversas características deseables no se expresarían; por tal razón, cuando se identifica un individuo con características superiores, la información genética puede ser fijada en la próxima generación mediante la multiplicación vegetativa.

Problemas de conservación de semillas: Muchas especies de árboles tropicales originan semillas recalcitrantes que demandan operaciones de manejo especial, a menudo complicados; otras originan escasos frutos, no los producen o simplemente no tienen semillas; de igual situación es común en el trópico la condición de embrión inmaduro de la semilla que limita la propagación sexual de algunas especies; en estos casos, la multiplicación vegetativa es una alternativa apropiada para la reproducción de estas especies.

Ciclo reproductivo corto: La multiplicación vegetativa puede reducir el ciclo vegetativo y acelerar la planta a la etapa reproductiva, esto es esencialmente útil cuando los productos esperados son flores, frutas o semillas.

Plantaciones uniformes: Cuando la variabilidad fenotípica de una especie tropical en campo es muy alta, a nivel comercial o con fines de experimentación en agroforestería, se requiere tratar de uniformizar las plantaciones en desarrollo o a la fructificación; hacerlo con técnicas de cruzamiento demanda largos espacios de tiempo, por lo que la propagación vegetativa de individuos (clones) con características deseables viene a ser una solución.

Leon & Ravelo (2005) Mencionan que las plantas multiplicadas asexualmente presentan mayor uniformidad debido a la ausencia de la variación que a veces ocurre por la variabilidad. Con frecuencia, es favorable usar especies resistentes a alguna enfermedad o alguna condición adversa del suelo.

## **2.10 Desventajas de la propagación asexual**

Rojas & Garcia (2004) mencionan que una limitante de la multiplicación vegetativa a tener en cuenta es la dispersión de enfermedades, principalmente bacteriales y virales. Una vez que una planta se infecta con un virus a menudo a través

de los insectos chupadores como los áfidos o mediante el uso de equipos, puede transmitirse rápidamente dentro del sistema de la planta.

De tal manera que si se consigue un esqueje (estaca, yema, etc.) éste también trasladará consigo la enfermedad.

### **2.11 Tipos de Propagación vegetativa por estaca o esqueje.**

Centellas y Álvarez (2011) mencionan que se denomina estaca a un trozo de tallo o raíz de una planta donante, a partir de la cual se forma una nueva planta cuando se ubica en contextos favorables para su desarrollo. Dentro de esta forma de multiplicar existen varios métodos que son utilizadas según la especie: estaquillas herbáceas, estaquillas de plantas perenniformes, estacas de madera dura y esquejes de raíz.

Leon & Ravelo (2005) llámese estaca, estaquilla o esqueje en fitotecnia, a cualquier porción de una planta que, cortada y ubicada en un medio favorable, sea capaz de restaurar los órganos que le faltan y dar lugar a una planta, la cual, en la mayoría de los casos, es idéntica a la planta original.

Las estacas pueden ser diferentes, según las especies de plantas de que provengan y las partes del vegetal que han de utilizarse, las ramas, las raíces, las hojas, los troncos carnosos y las cepas de ciertas plantas son capaces de convertirse en plantas, restaurando todos sus órganos, siempre que se traten adecuadamente, aplicándoles métodos adecuados en cada caso. Entre los tipos de propagación asexual tenemos.

#### **Esqueje.**

Colombo (2006) que la multiplicación por esquejes consiste simplemente en extraer una porción de la planta habitualmente el tallo o la rama, hojas, raíces, algunos órganos particulares para que conservándola en condiciones apropiadas e incluso

sometiéndola a ciertos tratamientos, regenere las partes que le faltan y forme una nueva planta.

La multiplicación por esquejes es uno de los métodos de multiplicación vegetativa más utilizadas. La multiplicación por esqueje responde buenos resultados con un costo comparativamente bajo, esta práctica puede emplearse en plantas herbáceas o leñosas, de tamaño grande o pequeño, así mismo, permite ahorrar tiempo por lo que no es necesario esperar a que las plantas alcancen la madurez sexual para obtener resultados esperados, incluso se aplica a plantas jóvenes, además, no requiere estacionalidad tan larga ya que se puede practicar a lo largo de todo el año.

### **Estacas.**

Leon & Ravelo (2005) llámese estaca, estaquilla, o esqueje en fitotecnia, cualquier parte de una planta que, cortada y colocada en un medio propicio, sea capaz de emitir raíces y ramas, es decir, reponer los órganos que le faltan y dar lugar a una planta, el cual, en la mayoría de los casos, es idéntica a la planta original. El conjunto de estacas puede variar desde algunos milímetros hasta 10 cm, está en relación con la especie. En métodos generales, el grosor medio para todas las estacas debe fluctuar entre 1 y 3 cm. Las estacas pueden ser de distintas naturalezas, según las especies de plantas de que provengan y las partes del vegetal que se han de emplearse.

Las ramas, las raíces, las hojas, los troncos carnosos y las cepas de ciertas plantas son capaces de convertirse en plantas, creando todo su órgano, siempre que se traten apropiadamente, aplicándoles los métodos adecuados en cada caso.

Entre los tipos de estacas tenemos lo siguiente.

### **Estaca simple leñosa.**

Leon & Ravelo (2005) mencionan que es una fracción de rama dura de uno a dos años. La longitud está en función de mayor número de yemas que puede haber en el menor tramo, estas no pueden haber nunca menos de 2 a 3 yemas.

### **Estaca de raíz.**

Leon & Ravelo (2005) mencionan que, cuando se maneja trozos de raíz de 5 a 10 cm de longitud. Estas estacas se aprovechan para multiplicar ciertas plantas que no responden bien a otro medio de propagación.

### **Estacas de hojas.**

Leon & Ravelo (2005) este proceso de multiplicación se fundamenta en la capacidad que tiene el peciolo y las hojas de ciertas especies tropicales de desarrollar yemas adventicias que dan origen al sistema radical y a un desarrollo foliar. Estas plantas generalmente poseen hojas carnosas con venas gruesas. Las estacas de hojas pueden ser de limbo o peciolo. Las estacas de limbo se practican sobre todo en algunas especies de begonias. Las hojas se colocan sobre el medio y se cortan transversalmente por las venas envolviéndolas entonces con una capa poca gruesa del medio también se puede colocar del medio como se fueran estacas.

### **Estacas de sembradura.**

Leon & Ravelo (2005) con el nombre de estaca de sembradura se distingue el caso explícito de aquellas estacas que se siembran claramente, cubriéndolas con tierra total o parcialmente, ejemplo la yuca, la caña, el camote y otras.

### **Estaca simple herbáceo.**

Leon & Ravelo (2005) es aquella que se corta creando piezas de rama tierna es decir que aún no se han lignificado. Se eligen aquellas de las puntas o terminales y de ser posible que a un mantienen su coloración verde. Este tipo de estaca demanda

un cuidado delicado en lo que se refiere a la temperatura y humedad pues fácilmente puede resecar y morir. Bajo situaciones propicias, enraízan relativamente en poco tiempo. Estas estacas semi leñosas se cortan de los brotes desarrollados en las épocas más propicias, generalmente están constituidos por las puntas de las ramas que todavía tienen un desarrollo activo y que finalizan de completar su desarrollo. Los tejidos de las estacas semi leñosas son generalmente tiernos y suculentos y si estas no se cortan los tejidos se convierten en leñosos, pudiendo entonces las plantas multiplicarse por estaca leñosa. A las estacas herbáceas o semi leñosas no se les deben extirpar todas las hojas, pues ellas activan todo el enraizamiento, ya que no se detiene el proceso fisiológico de la nutrición.

#### **2.11.1 Propagación asexual por micro estacas.**

Berthouly (1991) Indica que una micro estaca se consigue, a partir de un nudo portador de yemas preexistentes, cuyos nudos se pueden utilizar como micro estacas.

Perez (1994) menciona que la técnica de multiplicación por micro estacas se refiere a una técnica aséptica y controlada que se describe por la reproducción de plantas a través de órganos de estas como pueden ser tallos o ramas. Esta técnica demanda del uso de laboratorio y asimismo de los equipos necesarios para poder realizar un control adecuado del desarrollo de la planta. Este tipo de multiplicación se parece mucho a la multiplicación por estacas, con la diferencia de esto se realiza en un medio esterilizado y con micro estacas, es decir con pequeñas porciones de tallos y ramas. El tamaño de las estructuras puede variar entre 1 cm. hasta 4 cm, en donde se efectúa con tallo hoja madura se puede decir que la multiplicación por este método depende fundamentalmente de las hormonas que se utilicen parcialmente de las

auxinas y citoquininas. Las auxinas tienen como finalidad de enraizar las estacas mientras que las citoquininas están relacionadas directamente con la división celular.

### **2.11.2 Tipos de micro estacas.**

#### **Micro estaca ortotrópica.**

Duicela (2006), Indica que las micro estacas a enraizar se consiguen exclusivamente de brotes ortotrópicos solamente y son segmentados de aproximadamente 4 cm, se cortan en bisel a 1 cm. por arriba y 3 cm. por abajo del nudo que posean un nudo.

#### **Micro estaca ortotrópica bipartida.**

Las micro estacas bipartidas de brotes ortotrópicas, se puede conceptualizar como micro estacas con un nudo fraccionado en dos verticalmente separado a medio nudo en la cual poseen una yema preexistente.

#### **Micro estaca plagiotrópica.**

Dublin (2003) menciona que las micro estacas de las ramas plagiotrópicas originan cafetos que muestran un brote horizontal, sin interés agronómico.

### **2.12 Condiciones para el enraizamiento.**

CORECAF (2003) manifiesta que el área donde se instalan los esquejes para el enraizamiento debe ser iluminada, pero de ningún modo bajo la luz radiante del sol. Es sustancial que los esquejes tomen una luz que sea apropiada para activar la fotosíntesis de las plantas. La temperatura óptima se encuentra entre los 20 y 25°C. Cuando las temperaturas pasan por arriba de 30°C la humedad relativa de la atmósfera o contenido de vapor de agua actual en el aire tiene que ser muy alto (más

de 90%) para impedir que las plantas pierdan excesiva agua al incrementarse su transpiración y terminen marchitándose.

### **2.13 Invernadero.**

Serrano (2002) menciona que un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para resguardar las plantas de la acción de los meteoros externos. Esta instalación admite el control de determinados parámetros productivos, como: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico en el aire, luz, etc., en lo más cercano posible al óptimo para el crecimiento de los cultivos que se establezcan. El volumen del interior del recinto admite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo.

Estas subestructuras están formadas por un armazón ligero (metálico, madera, hormigón, etc.), sobre la que se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, copolímero, policarbonato, policloruro de vinilo, poliéster, cristal, etc.), con ventanas frontales y puertas para la asistencia del invernadero.

### **2.14 Sustratos para enraizamiento.**

CORECAF (2003) indica que un buen medio de enraizamiento debe estar limpio (aunque no precisamente estéril) húmedo y bien aireado. Puede emplearse arena o grava fina. Si su capacidad de retención de agua es baja, se puede optimizar adicionando aserrín, turba, vermiculita u otros materiales. En el caso de haber inicios de pudrimiento en los esquejes será preciso aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento.

Iskander (2002) señala que la mayoría de los sustratos usados en la producción de plantas consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos. Algunos de los materiales inorgánicos comunes incluyen arena, vermiculita, perlita,

arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales. Por otro lado, los componentes orgánicos más relevantes incluyen: musgo, turba, productos de madera (corteza, aserrín, virutas), composta de materia orgánica o desechos de jardinería, polvo de coco, lodos de depuradora, fango, estiércol, paja, cascarilla de arroz, etc.

Centellas y Álvarez (2011) mencionan que el sustrato es todo material sólido diferente del suelo natural, de síntesis o residual mineral u orgánico que, colocando en un contenedor (bolsa plástica, recipiente, etc.), permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto un papel de soporte para ésta. El sustrato intercede en un proceso complicado de nutrición mineral de la planta.

### **2.15 Regulación hormonal.**

Leon & Ravelo (2005) El desarrollo normal de una planta depende en gran parte de la interacción de elementos externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas).

Las fitohormonas son aquellas sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y que se translocan a otro donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de las plantas.

Hay cinco (5) grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento, las auxinas, giberelinas, citoquininas, el ácido abscísico y el etileno. A cada grupo se les ha asignado un efecto dominante, pero es común hallar efectos contradictorios en la respuesta fisiológica asociada a cada fase de desarrollo (vegetativa y reproductiva).

En el momento de optar por la multiplicación vegetativa la regulación hormonal dependerá de la especie (genotipo), del ambiente (estímulos físicos) y la respuesta se verá afectada por la concentración y proporción de cada una de estas hormonas.

## **2.16 Enraizamiento.**

Hudson (1997) menciona que, para la iniciación de las raíces adventicias en las estacas, es evidente que ciertos niveles de sustancias naturales vegetales de crecimiento son más favorables que otros, hay diversos grupos de tales sustancias, entre ellos las auxinas, las citoquininas y las giberelinas, de estas las auxinas son de mayor interés además de los grupos citados, es posible que haya otra sustancia de ocurrencia natural que desempeña una función en promover la iniciación de raíces.

COFENAC (1999) menciona que las estacas en multiplicación forman callos, unas más que otras a partir de los 8 días, el enraizamiento tiene lugar a partir de los 30 días hasta los 60-90, aunque la mayoría enraíza a los 60 días. Las estacas menos aptas para el enraizamiento sucumben hasta los 40 días de la siembra. En condiciones normales se alcanzan enraizamientos por encima del 80% todo depende del manejo. A los 60 a 75 días, se observa que surge una brotación de las yemas ubicadas en los nudos de los esquejes, paralelamente a la brotación se verifica la emisión de raíces, a partir del callo que se origina en la estaquilla.

## **2.17 Bases anatómicas y fisiológicas del enraizamiento.**

Hudson (1997) indica que el proceso de desarrollo anatómico de las raíces adventicias en las estacas del tallo se divide en tres fases:

- Iniciación del grupo de células meristemáticas (las iniciales de la raíz)
- Diferenciaciones de esos grupos de células en primordios de raíces reconocibles.
- Desarrollo de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores.

## 2.18 Definición de términos.

**Enraizamiento:** es el proceso de desarrollo anatómico de las raíces adventicias en las estacas del tallo tiene tres fases iniciación, diferenciación y desarrollo de las raíces, Hudson (1997).

**Esqueje:** es una parte de la planta habitualmente el tallo o la rama, hojas, raíces, algunos órganos particulares para que manteniéndola en las condiciones adecuadas e incluso pasando por ciertos tratamientos, desarrolle las partes que le faltan e inicie una nueva planta Colombo (2006).

**Estaca:** un fragmento de rama dura, de uno a dos años de edad. La longitud está dependiente al menor número de yemas que puede existir en el menor tamaño, estas no pueden tener menos de 2 a 3 yemas Leon & Ravelo (2005).

**Micro estaca:** se refiere a una técnica aséptica y controlada que se determina por la multiplicación de plantas a través de órganos de las mismas como pueden ser tallos o ramas, pero fragmentos muy reducidos Perez (1994).

**Estaca ortotrópica:** se refiere a fragmentos del brote ortotrópica del cafeto solamente y son segmentos de aproximadamente 4 cm, se corta a 1 cm por arriba y 3 cm por abajo del nudo Duicela (2006).

**Estaca plagiotrópica:** se refiere a fragmentos de la rama plagiotrópica del cafeto solamente y presentan un brote horizontal, Dublin (2003).

**Estaca ortotrópica bipartida:** se refiere a fragmentos del brote ortotrópica del cafeto y son segmentos de aproximadamente 4 cm, se cortan en bisel a 1 cm por arriba y 3 cm por abajo del nudo que posean un nudo y esto a su vez se parte de manera vertical de modo que posee una yema lateral más una media hoja.

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1 Tipo de la investigación.

El presente estudio es de tipo experimental aplicada (cuantitativa) de manera que se utilizó conocimientos de las ciencias agrarias a fin de aplicar en la investigación de enraizamiento de micro estacas ortotrópica, plagiotrópica y ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica* L.) var. Catimor, de acuerdo con la naturaleza de estudio de la investigación, reúne características de investigación experimental.

#### 3.2 Ubicación espacial.

##### 3.2.1 Ubicación política.

La presente investigación se llevó en la comunidad de San Fernando del distrito de Inkawasi, provincia de La Convención, región Cusco.

##### 3.2.2 Ubicación geográfica.

La ubicación geográfica de la presente investigación se precisa en las coordenadas UTM 18L este 694473 m y norte 8519898.67m, a una altitud de 2142 m.



##### 3.2.3 Ubicación hidrográfica.

Hidrográficamente la investigación se encuentra en la cuenca del río Apurímac - VRAEM.

### 3.2.4 Ubicación ecológica.

La investigación está localizada en la ceja de selva, geográficamente accidentado, característica típica de la ceja de selva.

### 3.2.5 Ubicación temporal.

La presente investigación tiene una duración de 13 meses, iniciando del mes de diciembre 2023 a diciembre de 2024.

**Tabla 1**

*Cuadro de ubicación temporal*

| Descripción                    | Meses                               |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Presentación del ante proyecto | Diciembre 2023.                     |
| Instalación del diseño         | Diciembre 2023.                     |
| Evaluación del experimento     | Enero, febrero, marzo y abril 2024. |
| Redacción de la tesis          | Mayo, junio, julio y agosto 2024.   |
| Sustentación de la tesis       | Diciembre 2024.                     |

### 3.3 Materiales

- **Fuentes e instrumentos de recolección de datos.**

Las fuentes que se utilizaron en la investigación son los libros de producción, manuales, capacitaciones por la Cooperativa Agraria Cafetalera San Fernando y consulta vía internet.

Los instrumentos que se utilizaron son:

- Fichas de registro.
- Lápiz N° 2B.
- Papel bond y tablero.
- Wincha (50 m).

- Cámara fotográfica digital.
- Computadora portátil (laptop).

- **Material biológico.**

Micro estaca ortotrópica de café (*Coffea arábica* L), Var. Catimor.

Micro estaca plagiotrópica de café (*Coffea arábica* L), Var. Catimor.

Micro estaca ortotrópica bipartida de café (*Coffea arábica* L), Var. Catimor.

- **Herramientas y materiales de campo.**

- Libreta de campo
- Malla raschel
- Agrofilm
- Alambre metálico inoxidable
- Rollizos
- Pala
- Pico
- Machete
- Cinta métrica
- Hoja de bisturí
- Mango de bisturí
- Tijera de podar
- Tierra agrícola
- Arena fina
- Tierra negra
- Pulpa de café descompuesta
- Cal viva

- Fitohormona
- Kit de riego por nebulización.

### 3.4 Población y muestra.

#### Población.

Es un conjunto de elementos acotados en un tiempo y en un espacio determinado, con alguna característica común observable y medible.

En la presente investigación se trabajó con una población finita de un total de 486 micro estacas de café (*Coffea arábica L.*) Var. Catimor, dividida en tres tratamientos con tres repeticiones.

#### Muestra.

El grupo de individuos que realmente se estudiaron, es un subconjunto de la población. Para que se puedan generalizar a la población los resultados obtenidos en la muestra, ésta ha de ser representativa de dicha población.

En la presente investigación se determinó la población muestral con la siguiente formula.

$$n = \frac{486 * 95\%^2 * 50\% * 50\%}{5\%^2 * (486 - 1) + 95\%^2 * 50\% * 50\%} = 215$$

Dónde:

n = muestra a calcular.

N= tamaño de población 486.

Z= nivel de confianza 95 %.

e= error de estimación 5%.

p= probabilidad de que ocurra el evento 50%.

q= probabilidad de que no ocurra el evento 50%.

En la presente investigación se trabajó con una población muestral de 215 micro estacas de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor y se evaluarán 24 micro estacas de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor de cada tratamiento.

### 3.5 Diseño experimental.

En el presente experimento se empleó diseño de bloque completamente al azar (DBCA) de 3 tratamientos con 3 repeticiones.

**Tabla 2**

*Distribución de tratamientos.*

| TRATAMIENTOS | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN                         |
|--------------|--------|-------------------------------------|
| T1           | MO     | Micro estaca ortotrópica.           |
| T2           | MOB    | Micro estaca ortotrópica bipartida. |
| T3           | MP     | Micro estaca plagiotrópica.         |

**Tabla 3**

*Distribución de los tratamientos por bloques.*

| TRATAMIENTOS | BLOQUES |    |     |
|--------------|---------|----|-----|
|              | I       | II | III |
|              | T1      | T2 | T3  |
|              | T3      | T1 | T2  |
|              | T2      | T3 | T1  |

### 3.6 Características de la unidad experimental.

La unidad experimental fue conformada por 54 micro estacas por cama y cada tratamiento son unidades de enraizamiento y se ubicó aleatoriamente en cada bloque.

- Número de micro estacas por tratamiento: 54 (distanciamiento 7cm x 7cm)
- Número de micro estacas por bloque: 162
- Número de repeticiones: 3
- Número de plantas total: 486

#### Área del experimento:

- Largo de parcela: 7.5 MT.
- Ancho de parcela: 6 MT.
- Área total de parcela: 45. M<sup>2</sup>
- Área neta de la parcela: 12 M<sup>2</sup>

#### Bloques:

- N° de repeticiones: 3
- Largo de bloque: 3 MT.
- Ancho de bloque: 1 MT.
- Área de cada bloque: 3 M<sup>2</sup>

#### Tratamientos:

- N° de tratamientos por bloque: 3
- Largo de tratamiento: 1 MT.
- Ancho de tratamiento: 1 MT.
- Área de tratamiento: 1 M<sup>2</sup>
- N° total de tratamiento: 9
- N° de micro estacas por tratamiento: 54

### **3.7 Manejo del experimento.**

#### **Trabajos de limpieza.**

Se realizó la limpieza del campo y se construyó una plataforma para construir el vivero.

#### **Construcción del invernadero.**

La construcción del invernadero se hizo con postes de rollizo de la zona, sobre los cuales se han tizado con alambre inoxidable N° 14 para soporte del techo, se cubrió con malla raschel color verde y forrado con plástico agrofilm por encima para que las lluvias no entren a las camas de enraizamiento e interfieran con el riego suministrado y crear un medio artificial y adecuado para esta investigación.

#### **Figura 1**

*Construcción del vivero.*



#### **Sustrato.**

El sustrato se preparó con arena fina, turba, pulpa de café descompuesta y tierra del lugar en una proporción de 1:1/2:1/2:1/2. Esto significa que se debe mezclar

un volumen de arena, medio volumen de turba, medio volumen de pulpa de café descompuesta y medio volumen de tierra del lugar.

El sustrato para utilizar se desinfectó de la siguiente manera.

Arena fina se desinfectó con agua caliente mezclando en un recipiente grande de modo que los microorganismos mueran, y la desinfección de la turba y pulpa de café se hizo con la técnica de solarización (tendiendo con una altura de 0.20 mt. Sobre un plástico de color negro expuesto al sol cubierto con plástico blanco transparente por seis días).

## Figura 2

*Preparando el sustrato para el experimento.*



### **Hormona enraizante.**

Ingredientes activos:

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Ácido Alfa Naftalenacético | 0.40 %  |
| Ácido 3 Indol Butírico     | 0.10 %  |
| Ácidos Nucleicos           | 0.10 %  |
| Sulfato de Zinc            | 0.40 %  |
| Solución Nutritiva         | 95.40 % |

## **Preparado.**

Para enraizamiento de micro estacas de café se preparó en un recipiente 10 ml de enraizante en un litro de agua, las estacas preparadas para enraizar se introdujeron en la solución de enraizante, durante 3-5 minutos, luego se llevó a la cama de enraizamiento.

### **3.7.1 Obtención de micro estacas.**

Las micro estacas se obtuvieron de plantas madre de café (*Coffea arabica L.*) de la variedad Catimor, con características de alta producción, con resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*) de la parte media y la parte superior.

## **Figura 3**

*Preparando las micro estacas de café.*



### **Micro estaca ortotrópica.**

Para este fin se cortó el brote ortotrópica (parte superior de la planta madre o donante), de esta porción de ramas se procede a cortar segmentos de aproximadamente 3 cm cuidando y conservando los nudos ya que estas son las que se necesita, estos segmentos se cortaron 1 cm, por arriba y 2 cm, por abajo del nudo

y en bisel de tal forma que posean un par de axilas con sus respectivas yemas, un nudo y sus respectivos par de hojas recortados a una tercera parte (esto depende del tamaño de la hoja), al igual que las ramas laterales (si existieran). Estas micro estacas se colocaron en un balde con agua y desinfectante. De allí cada micro estaca se sumergió a la solución con un regulador hormonal (enraizante), luego se trasplanto en la cama de enraizamiento preparado con el sustrato, bajo condiciones de invernadero.

#### **Figura 4**

*Micro estaca ortotrópica.*



#### **Micro estaca ortotrópica bipartida.**

Para este fin se cortó el brote ortotrópica (parte superior de la planta madre o donante), de esta porción de ramas se procede a cortar segmentos de aproximadamente 3 cm cuidando y conservando los nudos ya que estas son las que se necesita, estos segmentos se cortaron a 1 cm, por arriba del nudo y 2 cm, por abajo del nudo de tal forma que posean un nudo y sus respectivos par de hojas recortados a la mitad, al igual que las ramas laterales (si existieran). Y dos axilas con sus respectivas yemas; a la vez estas se dividió en dos partes iguales, de forma vertical quedando al final con la mitad del nudo, una axila con sus respectivas yemas y una

hoja recortada a la mitad. Estas micro estacas se colocaron en un balde con agua y desinfectante. De allí cada micro estaca se sumergió a la solución con un regulador hormonal (enraizante), luego se trasplanto en la cama de enraizamiento preparado con el sustrato, bajo condiciones de invernadero.

### **Figura 5**

*Micro estaca ortotrópica bipartida.*



### **Micro estaca plagiotrópica.**

Para este fin se cortó las ramas plagiotrópica del café (parte media de la planta madre o donante), de esta porción de ramas se procede a cortar segmentos de aproximadamente 3 cm cuidando y conservando los nudos ya que estas tienen yemas y son las que se necesita, estas ramas se cortaron en segmentos a 1 cm, por arriba y 2 cm, por debajo del nudo y en bisel, de tal forma que posean un nudo, un par de axilas con sus respectivas yemas y un par de hojas recortados a una tercera parte o de la mitad. Pero a diferencia estas procederán de las ramas laterales (ramas plagiotrópica) del café, estas micro estacas se colocaron en un balde con agua y desinfectante. De allí cada micro estaca se sumergió a la solución con un regulador

hormonal (enraizante), luego se trasplanta en la cama de enraizamiento preparado con el sustrato, bajo condiciones de invernadero.

### **Figura 6**

*Micro estaca plagiotrópica.*



### **Siembra o plantación de micro estacas.**

Se ha colocado las micro estacas en el sustrato previamente humedecido, a un distanciamiento de 7 cm x 7 cm. Entre micro estacas.

### **Figura 7**

*Las micro estacas en la cama de enraizamiento.*



## **Riego.**

Para un riego más eficaz se instaló un sistema de riego por nebulización con el objetivo de brindar un riego fino sin encharcamiento en unidades de enraizamiento, el riego fue dos veces por día (mañana y tarde) por 30 minutos cada riego.

### **3.7.2 Evaluaciones.**

#### **La primera evaluación a los 60 días.**

La evaluación se realizó después de haber instalado las micro estacas a los 60 días, se evaluaron los siguientes indicadores.

➤ **Número de brotes.**

Se contó el número de brotes emitidos por la micro estaca, considerándose brotes que tenga mínimo una hoja.

➤ **Altura de brotes.**

Se midió en cm. los brotes emitidos por la micro estaca, esta medida se hizo al brote que tenga mayor tamaño.

➤ **Longitud de raíces**

Se sacó la raíz y se procedió a lavar las raíces para medirlo en cm, las raíces emitidas por las micro estacas, esta medición se hizo a la raíz que tenga mayor longitud.

➤ **Número de raíces.**

Se contó el número de raíces emitidas por la micro estaca considerando raíces reconocibles

➤ **Número de folíolos.**

Se contó el número de hojas que se encontró al momento de la evaluación.

### **La segunda evaluación a los 90 días.**

La evaluación se realizó después de haber instalado las micro estacas a los 90 días, se evaluaron los siguientes indicadores.

➤ **Número de brotes.**

Se contó el número de brotes emitidos por la micro, considerándose brotes que tenga mínimo 01 hoja

➤ **Altura de brotes.**

Se medio en cm. los brotes emitidos por la micro estaca, esta medida se hizo al brote que tenga mayor tamaño.

➤ **Número de foliolos.**

Se contó el número de hojas que se encontró al momento de la evaluación.

### **La tercera evaluación a los 120 días.**

La evaluación se realizó después de haber instalado las micro estacas a los 120 días, se observó que el desarrollo de las micro estacas no es óptima para la instalación en campo definitivo por lo que se evaluaron los siguientes indicadores.

➤ **Número de brotes.**

Se contó el número de brotes emitidos por la micro estaca, considerándose brotes que tenga mínimo 01 hoja

➤ **Altura de brotes.**

Se medio en cm. los brotes emitidos por la micro estaca, esta medida se hizo al brote que tenga mayor tamaño.

➤ **Longitud de raíces**

Se sacó la raíz y se procedió a lavar las raíces para medirlo en cm, las raíces emitidas por las micro estacas, esta medición se hizo a la raíz que tenga mayor longitud.

- Número de raíces.

Se contó el número de raíces emitidas por la micro estaca considerando raíces reconocibles

- Número de foliolos.

Se contó el número de hojas que se encontró al momento de la evaluación.

- Porcentaje de enraizamiento

Se sacó todas las plantas después de los 120 días y se contabilizó para calcular el porcentaje de micro estacas que enraizaron por cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Primera evaluación (a los 60 días).

#### 4.1.1 Análisis del indicador número de brote.

El resultado de la evaluación del número de brotes para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°03). Para el coeficiente de determinación el 95% de número de brotes obtenidos dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 5% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 15.54% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 4**

*Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad.*

| Variable     | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|---|----------------|-------------------|-------|
| N° de brotes | 9 | 0.97           | 0.95              | 15.54 |

### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que p valor (0.0007) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 5***Cuadro de análisis de varianza.*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo      | 2.26 | 4  | 0.56 | 37.75 | 0.002   |
| Bloque      | 0.01 | 2  | 0.01 | 0.4   | 0.6944  |
| Tratamiento | 2.25 | 2  | 1.12 | 75.11 | 0.0007  |
| Error       | 0.06 | 4  | 0.01 |       |         |
| Total       | 2.32 | 8  |      |       |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de brotes, se establecieron dos grupos homogéneos los mejores tratamientos pertenecen al grupo homogéneo (A) y el segundo grupo homogéneo pertenece al grupo (B) pero el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 1 (Micro estaca ortotrópica), que pertenece al grupo homogéneo (A)

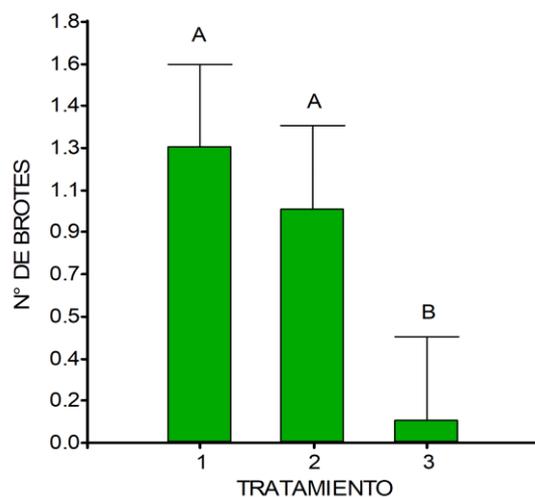
**Tabla 6***Test Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35580, Error: 0.0149 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1           | 1.26   | 3 | 0.07 | A |
| 2           | 1      | 3 | 0.07 | A |
| 3           | 0.1    | 3 | 0.07 | B |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Figura 8

Indicador número de brotes.



**Nota.** Muestra que los tratamientos 1 y 2 son iguales, pero el tratamiento 3 es diferente al resto.

### 4.1.2 Análisis del indicador altura de brote.

El resultado de la evaluación de altura de brote para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°03). Para el coeficiente de determinación el 99% de altura de brote obtenidos dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 6.03% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal.

## Tabla 7

Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad.

| Variable        | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|---|----------------|-------------------|------|
| Altura de brote | 9 | 1              | 0.99              | 6.03 |

## Análisis de la Varianza

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que p valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 8**

*Análisis de la Varianza del indicador altura de brotes.*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F      | p-valor |
|-------------|------|----|------|--------|---------|
| Modelo      | 5.83 | 4  | 1.46 | 265.02 | <0.0001 |
| Bloque      | 0.02 | 2  | 0.01 | 2.24   | 0.2221  |
| Tratamiento | 5.81 | 2  | 2.9  | 527.81 | <0.0001 |
| Error       | 0.02 | 4  | 0.01 |        |         |
| Total       | 5.85 | 8  |      |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador altura de brote, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogénea (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C)

**Tabla 9**

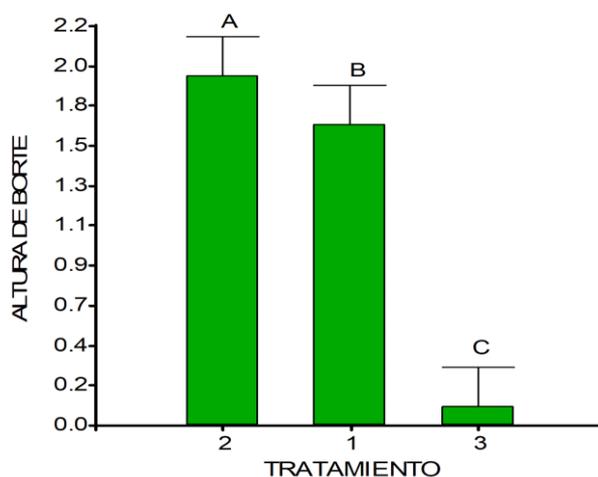
*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.21582, Error: 0.0055 gl: 4*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 1.93   | 3 | 0.04 | A |
| 1           | 1.66   | 3 | 0.04 | B |
| 3           | 0.1    | 3 | 0.04 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Figura 9**

Indicador altura de brote.



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente por cada tratamiento.

#### **4.1.3 Análisis del indicador longitud de raíz.**

El resultado de la evaluación de longitud de raíz para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°03). Para el coeficiente de determinación el 99% de longitud de raíz obtenido dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 9.85% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 10**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable        | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|---|----------------|-------------------|------|
| Longitud e raíz | 9 | 0.99           | 0.99              | 9.85 |

**Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza del indicador longitud de raíz*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F      | p-valor |
|-------------|------|----|------|--------|---------|
| Modelo      | 7.55 | 4  | 1.89 | 146.06 | 0.0001  |
| Bloque      | 0.19 | 2  | 0.1  | 7.44   | 0.0448  |
| Tratamiento | 7.36 | 2  | 3.68 | 284.67 | <0.0001 |
| Error       | 0.05 | 4  | 0.01 |        |         |
| Total       | 7.6  | 8  |      |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 %.

Para el indicador longitud de raíz, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogénea (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C)

**Tabla 12**

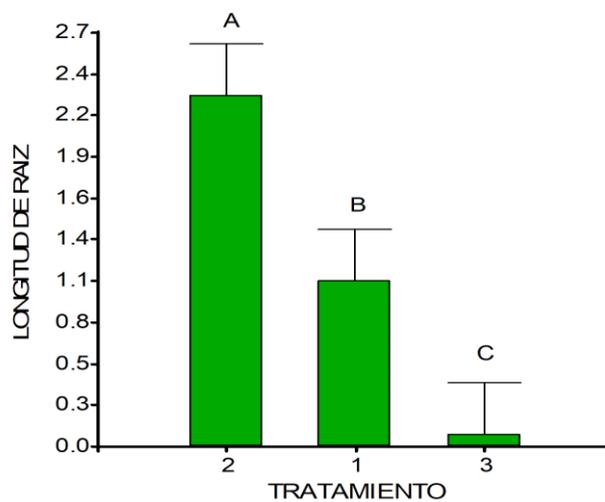
*Tukey Alfa=0.05, DMS=0.33075, Error: 0.0129 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 2.29   | 3 | 0.07 | A |
| 1           | 1.08   | 3 | 0.07 | B |
| 3           | 0.08   | 3 | 0.07 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 10**

*Indicador longitud de raíz.*



**Nota.** Muestra que los tres tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente por cada tratamiento.

#### 4.1.4 Análisis del indicador número de raíz.

El resultado de la evaluación de número de raíces para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°03). Para el coeficiente de determinación el 99% de longitud de raíz obtenido dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 8.46% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal.

**Tabla 13**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable     | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------|---|----------------|-------------------|------|
| N° de raíces | 9 | 0.99           | 0.99              | 8.46 |

#### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 14***Análisis de la varianza*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F      | p-valor |
|-------------|------|----|------|--------|---------|
| Modelo      | 7.07 | 4  | 1.77 | 138.77 | 0.0002  |
| Bloque      | 0.01 | 2  | 0.01 | 0.41   | 0.6892  |
| Tratamiento | 7.06 | 2  | 3.53 | 277.14 | 0.0001  |
| Error       | 0.05 | 4  | 0.01 |        |         |
| Total       | 7.12 | 8  |      |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de raíces, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogénea (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 15**

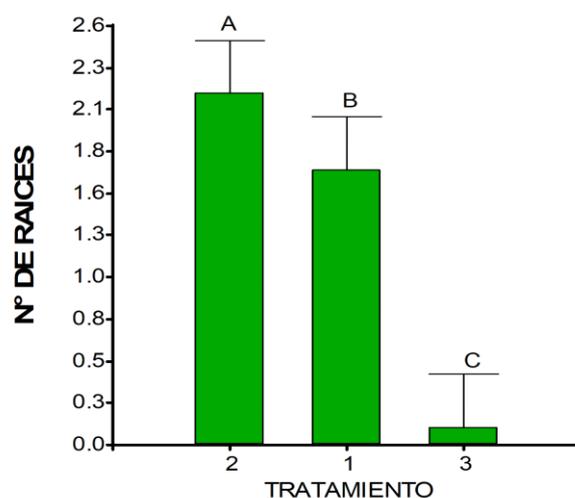
**Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.32834, Error: 0.0127 gl: 4**

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 2.18   | 3 | 0.07 | A |
| 1           | 1.71   | 3 | 0.07 | B |
| 3           | 0.11   | 3 | 0.07 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 11**

*Indicador número de raíz.*



**Nota.** Muestra que los tres tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### **4.1.5 Análisis del indicador número de hojas.**

El resultado de la evaluación de número de hojas para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°03). Para el coeficiente de determinación el 95% de número de hojas obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 5% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 16.04% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 16**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| N° hojas | 9 | 0.98           | 0.95              | 16.04 |

## Análisis de la Varianza

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0007) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 17**

### *Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo      | 6.88 | 4  | 1.72 | 39.66 | 0.0018  |
| Bloque      | 0.27 | 2  | 0.14 | 3.12  | 0.1524  |
| Tratamiento | 6.61 | 2  | 3.3  | 76.2  | 0.0007  |
| Error       | 0.17 | 4  | 0.04 |       |         |
| Total       | 7.05 | 8  |      |       |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de hojas, se establecieron dos grupos homogéneos los mejores tratamientos pertenece al grupo homogéneo (A) tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) y el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) y el segundo grupo homogéneo pertenece al grupo (B) con el tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica), pero el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 1 (Micro estaca ortotrópica), que pertenece al grupo homogéneo (A).

**Tabla 18**

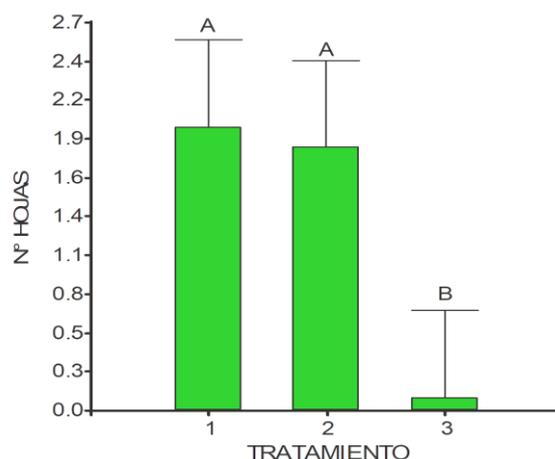
*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.60596, Error: 0.0434 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1           | 1.97   | 3 | 0.12 | A |
| 2           | 1.83   | 3 | 0.12 | A |
| 3           | 0.09   | 3 | 0.12 | B |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**figura 12**

*Indicador número de hojas.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos 1 y 2 son estadísticamente iguales con una letra común y el tratamiento 3 es diferente al resto de los tratamientos.

## **4.2 Segunda evaluación (a los 90 días).**

### **4.2.1 Análisis del indicador número de brotes.**

El resultado de la evaluación del número de brotes para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°04). Para el coeficiente de determinación el 95% de numero de brotes obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 5% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 12.99% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 19**

*Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad.*

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|---|----------------|-------------------|-------|
| N° de brote | 9 | 0.98           | 0.95              | 12.99 |

### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0006) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 20**

*Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo      | 2.5  | 4  | 0.62 | 41.46 | 0.0016  |
| Bloque      | 0.03 | 2  | 0.02 | 1.08  | 0.4225  |
| Tratamiento | 2.46 | 2  | 1.23 | 81.85 | 0.0006  |
| Error       | 0.06 | 4  | 0.02 |       |         |
| Total       | 2.56 | 8  |      |       |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de brotes, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor

resultado se obtuvo con el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) perteneciente al grupo homogénea (A), el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 21**

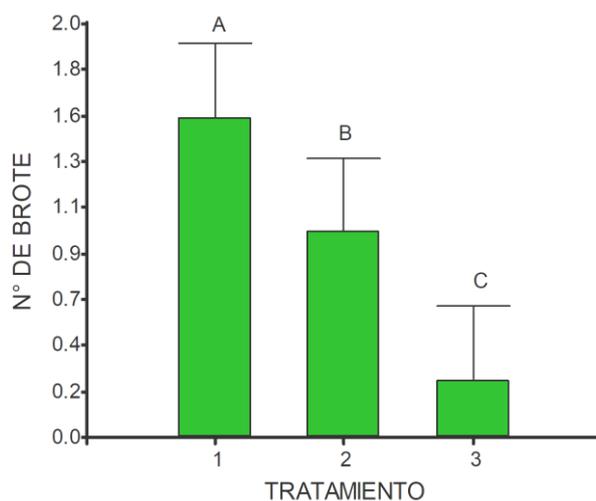
*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.35695, Error: 0.0150 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1           | 1.56   | 3 | 0.07 | A |
| 2           | 1      | 3 | 0.07 | B |
| 3           | 0.28   | 3 | 0.07 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 13**

*Indicador número de brotes.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### 4.2.2 Análisis del indicador altura de brote.

El resultado de la evaluación de altura de botes para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°04). Para el coeficiente de determinación el 96% de altura de brotes obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 4% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 16% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 22**

*Coeficiente de determinación y coeficiente de variabilidad.*

| Variable        | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV |
|-----------------|---|----------------|-------------------|----|
| Altura de brote | 9 | 0.98           | 0.96              | 16 |

#### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0004) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 23***Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC    | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo      | 79.33 | 4  | 19.83 | 47.45 | 0.0013  |
| Bloque      | 1.22  | 2  | 0.61  | 1.46  | 0.3343  |
| Tratamiento | 78.11 | 2  | 39.06 | 93.45 | 0.0004  |
| Error       | 1.67  | 4  | 0.42  |       |         |
| Total       | 81.00 | 8  |       |       |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador altura de brote, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogénea (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 24**

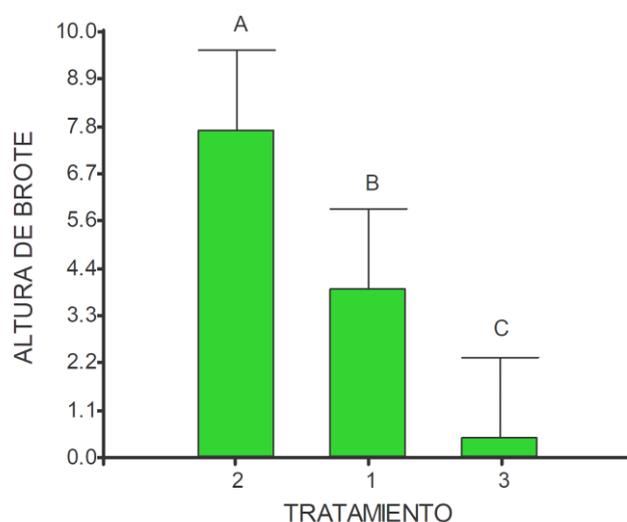
*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=1.88125, Error: 0.4179 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 7.68   | 3 | 0.37 | A |
| 1           | 3.97   | 3 | 0.37 | B |
| 3           | 0.47   | 3 | 0.37 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 14**

*Indicador altura de brote.*



**Nota.** Muestra que los tres tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### **4.2.3 Análisis del indicador número de hojas.**

El resultado de la evaluación de número de hojas para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°04). Para el coeficiente de determinación el 99% de altura de brotes obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 5% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 7.28% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal.

**Tabla 25**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|---|----------------|-------------------|------|
| N° de hojas | 9 | 0.99           | 0.99              | 7.28 |

## Análisis de la Varianza

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 26**

*Análisis de la Varianza.*

| F.V.        | SC    | gl | CM    | F      | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo      | 57.94 | 4  | 14.48 | 186.23 | 0.0001  |
| Bloque      | 0.24  | 2  | 0.12  | 1.56   | 0.3159  |
| Tratamiento | 57.69 | 2  | 28.85 | 370.9  | <0.0001 |
| Error       | 0.31  | 4  | 0.08  |        |         |
| Total       | 58.25 | 8  |       |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de hojas, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 27**

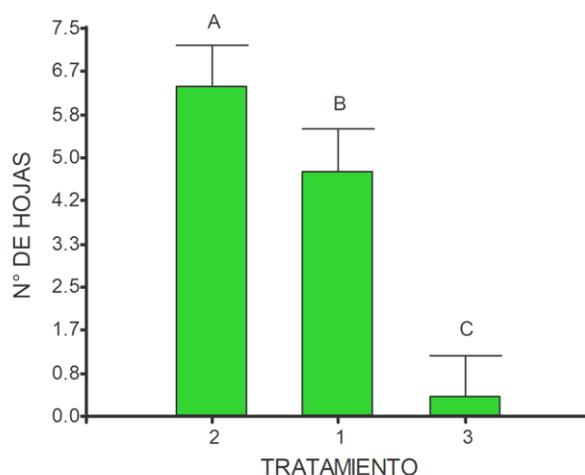
*Test de Tukey Alfa=0.05, DMS=0.81155, Error: 0.0778 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 6.38   | 3 | 0.16 | A |
| 1           | 4.74   | 3 | 0.16 | B |
| 3           | 0.38   | 3 | 0.16 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 15**

*Indicador número de hojas.*



**Nota.** Muestra que los tres tratamientos son diferentes entre sí.

### **4.3 Tercera evaluación (a los 120 días).**

#### **4.3.1 Resultados, análisis estadístico y discusión.**

##### **4.3.1.1 Análisis del indicador número de brote.**

El resultado de la evaluación de número de brotes para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 98% de numero de brotes obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 2% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 9.09% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 28**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|---|----------------|-------------------|------|
| Nº de brote | 9 | 0.99           | 0.98              | 9.09 |

### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 29**

*Análisis de la Varianza.*

| F.V.        | SC   | GI | CM   | F     | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo      | 3.34 | 4  | 0.83 | 92.97 | 0.0003  |
| Bloque      | 0.02 | 2  | 0.01 | 0.84  | 0.4964  |
| Tratamiento | 3.32 | 2  | 1.66 | 185.1 | 0.0001  |
| Error       | 0.04 | 4  | 0.01 |       |         |
| Total       | 3.37 | 8  |      |       |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de brotes, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) perteneciente al

grupo homogéneo (A), el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 30**

*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.27560, Error: 0.0090 gl: 4*

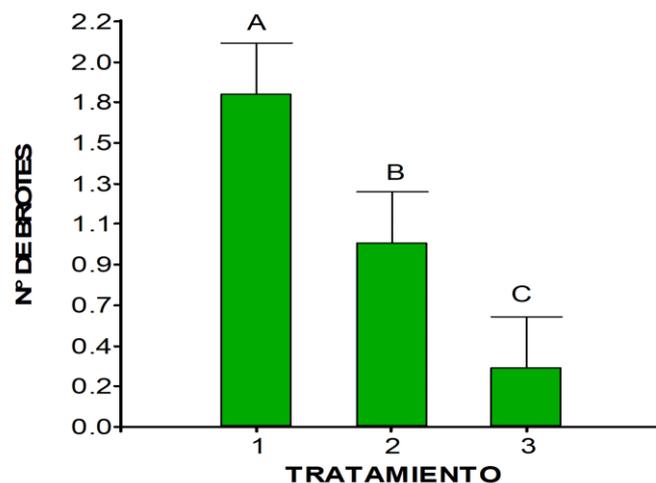
| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1           | 1.81   | 3 | 0.05 | A |
| 2           | 1      | 3 | 0.05 | B |
| 3           | 0.32   | 3 | 0.05 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

(Lucero A, 2013) en su investigación concluyó que el número de yemas brotadas produjo los mejores resultados aplicando 16 g/l de hormonagro 1 en el sustrato arena obteniendo como promedio 1.97 yemas.

**Figura 16**

*Indicador número de brote.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### 4.3.1.2 Análisis del indicador altura de brote.

El resultado de la evaluación de altura de brotes para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 99% de altura de brotes obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 7.51% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 31**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable        | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|---|----------------|-------------------|------|
| Altura de brote | 9 | 0.99           | 0.99              | 7.51 |

#### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 32***Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC     | gl | CM     | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo      | 486.92 | 4  | 121.73 | 163.24 | 0.0001  |
| Bloque      | 2.31   | 2  | 1.16   | 1.55   | 0.3173  |
| Tratamiento | 484.6  | 2  | 242.3  | 324.93 | <0.0001 |
| Error       | 2.98   | 4  | 0.75   |        |         |
| Total       | 489.9  | 8  |        |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador altura de brotes, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 33**

*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=2.51290, Error: 0.7457 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 18.07  | 3 | 0.5  | A |
| 1           | 15.17  | 3 | 0.5  | B |
| 3           | 1.26   | 3 | 0.5  | C |

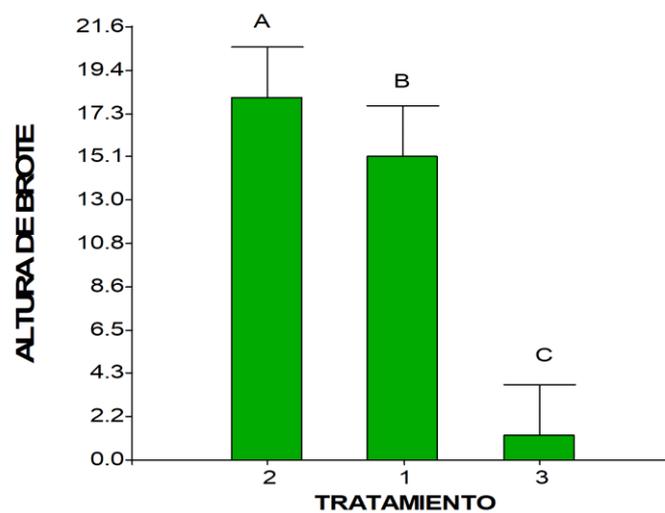
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

(Romero, 2014) Concluyeron que la altura de la planta a los 120 días (con cascarilla de café 50% + tierra agrícola 50%) presento la mejor altura con un promedio 8.72 cm.

Mientras (Lucero A, 2013) concluye que la longitud de yemas brotadas fue influencia de por la interacción del sustrato arena y la aplicación de 12 g/l de hormonagro 1 mostró los mejores resultados con un promedio de 2.27 cm. De longitud de yemas brotadas.

### Figura 17

*Indicador altura de brote.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### 4.3.1.3 Análisis del indicador longitud de raíz.

El resultado de la evaluación de longitud de raíz para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 98% de longitud

de raíces obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 2% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 4.66% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 34**

*Coefficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable         | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------|---|----------------|-------------------|------|
| Longitud de raíz | 9 | 1              | 98                | 4.66 |

### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 35**

*Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC     | gl | CM     | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo      | 566.5  | 4  | 141.63 | 416.54 | <0.0001 |
| Bloque      | 2.66   | 2  | 1.33   | 3.91   | 0.1147  |
| Tratamiento | 563.85 | 2  | 281.92 | 829.17 | <0.0001 |
| Error       | 1.36   | 4  | 0.34   |        |         |
| Total       | 567.86 | 8  |        |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador longitud de raíz, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzo el segundo grupo homogéneo (B) y el tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 36**

*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=1.69682, Error: 0.3400 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 19.27  | 3 | 0.34 | A |
| 1           | 16.84  | 3 | 0.34 | B |
| 3           | 1.4    | 3 | 0.34 | C |

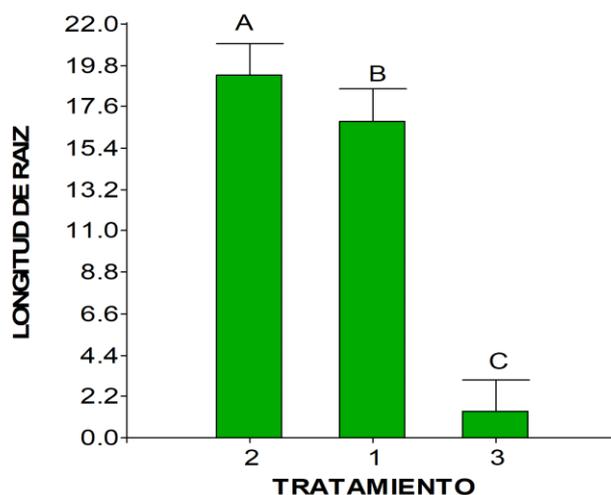
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

(Romero, 2014) en su investigación concluyeron que longitud de raíces evaluadas a los 120 días, con (cascarilla de café 50% + tierra agrícola 50%) ofreció los mejores resultados; la longitud promedio fue 23.83 cm de largo.

(Lucero A, 2013) en su investigación “Enraizamiento de Esquejes Para la Producción de Plantas de Café Variedad Robusta *Coffea canephora*”, concluyó con una longitud de raíz (7.77 cm). En promedio de longitud alcanzado.

**Figura 18**

*Indicador longitud de raíz.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### 4.3.1.4 Análisis del indicador número de raíz.

El resultado de la evaluación de número de raíces para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 99% de número de raíces obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 5.14% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal.

**Tabla 37**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable   | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|---|----------------|-------------------|------|
| N° de raíz | 9 | 1              | 0.99              | 5.14 |

## Análisis de la Varianza

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 38**

*Análisis de la Varianza*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F      | p-valor |
|-------------|------|----|------|--------|---------|
| Modelo      | 9.21 | 4  | 2.3  | 323.17 | <0.0001 |
| Bloque      | 0.01 | 2  | 0.01 | 0.76   | 0.525   |
| Tratamiento | 9.2  | 2  | 4.6  | 645.59 | <0.0001 |
| Error       | 0.03 | 4  | 0.01 |        |         |
| Total       | 9.24 | 8  |      |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de raíz, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), y el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzó el segundo grupo homogéneo (B) y el tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

**Tabla 39**

*Test Tukey Alfa=0.05, DMS=0.24558, Error: 0.0071 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 2.72   | 3 | 0.05 | A |
| 1           | 1.92   | 3 | 0.05 | B |
| 3           | 0.29   | 3 | 0.05 | C |

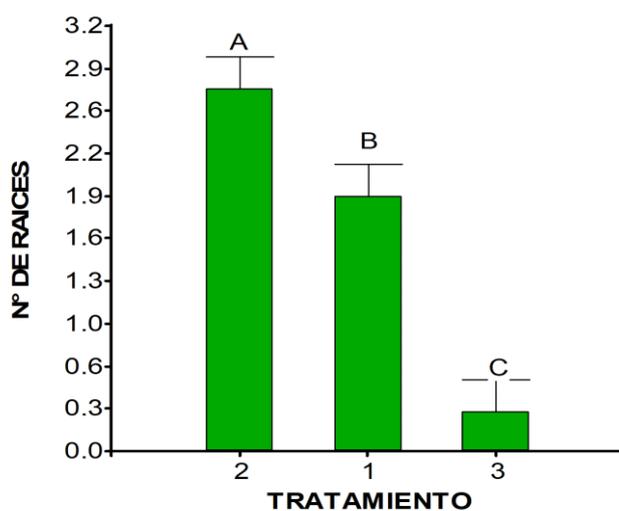
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

(Romero, 2014) concluyó que el número de raíces pivotantes a los 120 días, logro un promedio de 3.33 Raíces pivotantes.

Mientras (Lucero A, 2013) concluyo que el número de raíces produjo mejores resultados con la aplicación de las dosis 3 (16 g/l de hormonagro1y2 g/l de indolbutirico), con promedio de 3.09 raíces.

**Figura 19**

*Indicador número de raíz.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

#### 4.3.1.5 Análisis del indicador número de hojas.

El resultado de la evaluación de número de hojas para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 98% de número de hojas obtenidas dependen del tipo de micro estaca y hormona enraizante y el 4% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 9.47% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal entre 9% a 29 %, expresando confiabilidad en sus resultados.

**Tabla 40**

*Coeficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|---|----------------|-------------------|------|
| N° de hojas | 9 | 0.99           | 0.98              | 9.47 |

#### **Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 41***Análisis de la Varianza.*

| F.V.        | SC     | gl | CM     | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo      | 325.59 | 4  | 81.4   | 99.05  | 0.0003  |
| Bloque      | 1.01   | 2  | 0.5    | 0.61   | 0.5857  |
| Tratamiento | 324.59 | 2  | 162.29 | 197.50 | 0.0001  |
| Error       | 3.29   | 4  | 0.82   |        |         |
| Total       | 328.88 | 8  |        |        |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador número de hojas, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), y el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzó el segundo grupo homogéneo (B) y el tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba grupo homogéneo (C).

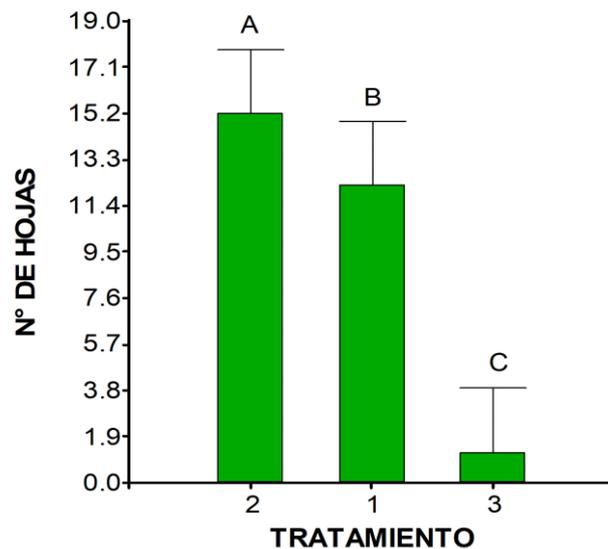
**Tabla 42***Test Tukey Alfa=0.05 DMS=2.63793, Error: 0.8218 gl: 4*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 15.21  | 3 | 0.52 | A |
| 1           | 12.25  | 3 | 0.52 | B |
| 3           | 1.25   | 3 | 0.52 | C |

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 20**

*Indicador número de hojas.*



**Nota.** Muestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que muestra una letra diferente para cada tratamiento.

Párraga M, (2021), para el número de hoja a los 90 días después los tratamientos presentaron un promedio similar a 10 hojas.

#### **4.3.1.6 Análisis del indicador porcentaje de enraizamiento.**

El resultado de la evaluación del porcentaje de enraizamiento para cada tratamiento se muestra en el (Anexo N°05). Para el coeficiente de determinación el 99% del porcentaje de enraizamiento de micro estacas dependen del tipo de micro estacas y hormona enraizante y el 1% dependen de otros factores que no están incluidos en la investigación.

El coeficiente de variación fue de 2.73% de variabilidad de los datos o dispersión, estos están dentro de lo normal.

**Tabla 43***Coefficiente de determinación y variabilidad.*

| Variable           | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------|---|----------------|-------------------|------|
| % de enraizamiento | 9 | 1              | 99                | 2.73 |

**Análisis de la Varianza**

El nivel de significancia de 0.05 es mayor que P valor (0.0001) de análisis de varianza por ello es significativo y se rechaza la hipótesis nula, para determinar cuál de los tratamientos es mejor que los demás y se continua con diferencia honesta significativa de Tukey.

**Tabla 44***Análisis de la Varianza.*

| F.V.        | SC       | gl | CM      | F       | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|---------|---------|
| Modelo      | 13842.4  | 4  | 3460.6  | 1068.47 | <0.0001 |
| Bloque      | 9.91     | 2  | 4.95    | 1.53    | 0.3211  |
| Tratamiento | 13832.5  | 2  | 6916.25 | 2135.41 | <0.0001 |
| Error       | 12.96    | 4  | 3.24    |         |         |
| Total       | 13855.36 | 8  |         |         |         |

Mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey al 5 % para el indicador porcentaje de enraizamiento, se establecieron tres grupos homogéneos el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2 (micro estaca ortotrópica bipartida) perteneciente al grupo homogéneo (A), y el tratamiento 1 (micro estaca ortotrópica) alcanzó el segundo grupo homogéneo (B) y el tratamiento 3 (Micro estaca plagiotrópica) se ubica en el último lugar de la prueba, grupo homogéneo (C).

**Tabla 45**

Test Tukey Alfa=0.05, DMS=5.23703, Error: 3.2388 gl: 4

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| 2           | 96.3   | 3 | 1.04 | A |
| 1           | 90.74  | 3 | 1.04 | B |
| 3           | 10.49  | 3 | 1.04 | C |

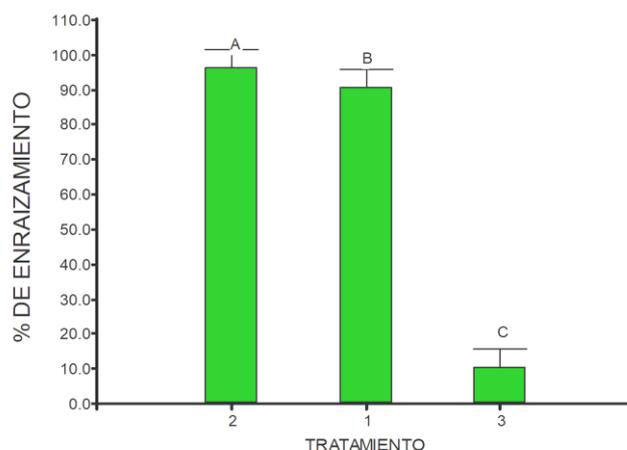
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Paladines (2008) en su investigación "Respuesta de cuatro sustratos y tres métodos de aplicación hormonal para propagación clonal de Café Robusta (*Coffea canephora* Pierre) Localidad de Sansahuari-Sucumbios". concluyó que el porcentaje de enraizamiento observó a los 90 días.

Lucero (2013) indica que el porcentaje de enraizamiento alcanzado fue un promedio de 83.33%, con la interacción significativa con el factor hormona

**Figura 21**

Indicador porcentaje de enraizamiento.



**Nota.** Muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes entre sí por lo que cada tratamiento tiene una letra diferente.

## V. CONCLUSIÓN.

1. De los resultados experimentales obtenidos en el ensayo se concluye que:

Los resultados evaluados a los 60 y 90 días no alcanzan a las características deseadas para la instalación en campo definitivo, a un están en desarrollo, en número de brotes, altura de brote, longitud de raíz, número de raíz, número de hojas y no se ha podido establecer el porcentaje de enraizamiento.

2. AL evaluar a los 120 días el enraizamiento de la micro estaca obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor. (El tratamiento 1). Se obtuvo buenos resultado en la investigación lográndose una media de 1.81 brotes, con una altura media de 15.17 cm. se alcanzó una media de 16.84 cm. de longitud de raíz, Pudiendo alcanzar a una media de 1.92 raíces por micro estaca, con media de 12.25 hojas por micro estaca, mientras el porcentaje de enraizamiento se ha alcanzado a 90.74% de enraizamiento. este estado de desarrollo de las micro estacas le dio una característica ideal para su intalación en el campo definitivo.
3. Al evaluar a los 120 días el enraizamiento de la micro estaca bipartida obtenida del brote ortotrópica de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor. (tratamiento 2) obtuvo el mejor y optimo resultado en la investigación, lográndose 1 brote por micro estaca en promedio debido a que las micro estacas del tratamiento 2 solo cuentan con una única yema lateral (ver anexo N°02). Alcanzando a una media de 18.07cm. de altura de brote, y se ha logrado alcanzar a una media de 19.27 cm. de longitud de raíz, con una media de 2.72 como numero de raíces, con una media de 15.21 hojas, con este tratamiento se ha logrado un resultado esperado, con un porcentaje de 96.30% de enraizamiento. Se logró este resultado esperado un desarrollo optimo con características muy deseadas para instalación en campo definitivo, con un alto porcentaje de enraizamiento.

4. Al evaluar a los 120 días el enraizamiento de la micro estaca obtenida de la rama plagiotrópica de café (***Coffea arábica L.***) Var. Catimor. (tratamiento 3) con este tipo de micro estaca no se obtuvo el resultado esperado, el promedio de brotes logados es muy escaso, la altura del brote desarrollado es mínimo, además muestra un desarrollo muy débil, y tiene poco desarrollo radicular, no es ideal propagar por este tipo de micro estaca, aparte de tener un porcentaje muy bajo de enraizamiento.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda poner en práctica la técnica adjunta.
2. La propagación mediante esta técnica de micro estaca de café, tratamiento 1 (Micro estaca ortotrópica), tubo buen desarrollo con dos brotes, y un menor tamaño y se obtiene una micro estaca por segmento, es por ello que no se recomienda la propagación por este tipo de micro estacas a menos que el brote a preparar las micro estacas sean demasiadas delgadas.
3. La propagación mediante esta técnica de micro estacas de café, la más ventajosa es con el tratamiento 2 (Micro estaca ortotrópica bipartido), por lo que se obtiene el doble de micro estacas en un segmento en vez de una y tiene mayor porcentaje de enraizamiento y mejor desarrollo lográndose una planta ideal para llevar al campo definitivo por lo que se recomienda propagar mediante la micro estaca bipartida del brote ortotrópica de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación.
4. El enraizamiento de la micro estaca obtenida de la rama plagiotrópica de café (***Coffea arábica L.***) Var. Catimor. (tratamiento 3) con este tipo de micro estaca no se obtuvo el resultado esperado, no es ideal propagar por este tipo de micro estaca, no es recomendable realizar la propagación con este tipo de micro estacas según los resultados de la investigación.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AICS, A. I. (2024). *La polinización en fincas climatericamente inteligentes con café*. Cuba, <https://lavana.aics.gov.it/wp-content/uploads/2024/07/POLINIZACION-comprimido.pdf>. <https://lavana.aics.gov.it/wp-content/uploads/2024/07/POLINIZACION-comprimido.pdf>
- Berthouly M. (1991). *Informe Final del Proyecto Desarrollo y Produccion de Variedades con Resistencia a la Roya del Cafe*.
- Castañeda P. (2000). *El ABC del Café: cultivando calidad*. Lima, Perú.
- Castañeda P. (1997). *Manual tecnico cafetalero*. Lima Peru.
- Centellas A. y Álvarez V. (2011). *Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero*. Cochabamba: Fundación PROINPA.
- COFENAC. (1999). Consejo Cafetalero Nacional. *Base de datos bibeograficos sobre cafe sustentable*.
- Colombo A. (2006). *Reproducción por esquejes*. De Vicchi S. A.
- CORECAF. (2003). *CORECAF.(Corporación Ecuatoriana de Cafetaleros, EC)*. Retrieved 20 de Abril de 2015, from <http://www.corecaf.org/interna.php?IDPAGINA=26&TIPOPAS=Tips>
- Corral R. (2004). *Los cafés especiales del Ecuador. Primera edición*. Ecuador.
- Dublin p. (2003). *Multiplificación vegetativa de café, hevea y cacao*.
- Duicela Guambi, L. (2006). *Reproduccion de Plantas Clonales de Café Robusta*. Ecuador: Consejo Cafetero nacional COFENAC.
- Estefania, V. (2018). Recí mundo. En *La realidad ecuatoriana en la produccion de cafe* (2 ed.). Saberes del conocimiento. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.24-44](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.24-44)
- Figuroa R. (1996). *Guía para la caficultura ecológica. Café orgánica*. Lima Perú.

- Gómez O. (2010). *Cultivo de Café y las Condiciones Hidricas de la Zona Cafetalera Colombiana. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*. Colombia: CENICAFE Colombia.
- GONZALES C. (1998). *Manual Técnico Buenas prácticas de Cultivo en café Orgánico 26p*. Lima.
- Huaman Silva , E. E. (2015). *Efecto del área foliar y la frecuencia de riego en el enraizamiento de brotes de Coffea arábica L. "cafeto"; en condiciones controladas. Tarapoto - San Martín. 2015. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA*. Iquitos, Perú: Repositorio Institucional Digital UNAP.  
<https://doi.org/http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4437>
- Hudson T. (1997). *propagación de plantas*. Mexico: Continental s.a.
- INFOAGRO. (2010). *Cultivo del cafe 1ra parte*. Retrieved 15 de Abril de 2015, from [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- Iskander R. (2002). *Manejo de Sustratos. Departament of Horticultural Sciences*. Retrieved 20 de Abril de 2015, from <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia06.pdf>
- Lema Ramos, L. (2012). *"Evaluacion de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagacion de ramillas de cafe Robusta (Coffea Canephora) en el vivero, Canton Francisco de Orellana Provincia de Orellana"*. Riobamba, Ecuador.  
<https://doi.org/http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2193>
- Leon, p., & Ravelo R. (2005). *Fitotecnia General. Aplicada a las Condiciones Tropicales*. Habana Cuba.
- loayza Carrión , E., & Paladines Feijóo, m. (2008). *Respuesta de cuatro sustratos y tres metodos de aplicacion hormonal para propagación clonal de cafe robusta*

(*Coffea canephora pierre*) localidad de Sansahuari-Sucúmbios. Universidad Nacional de Loja. Sucúmbios, Loja, Ecuador: Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja.

<https://doi.org/https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5863>

Lucero, A. D. (2013). *Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta Coffea canephora.* Universidad Técnica Ambato.

Ecuador: repositorio UTA.

<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/items/69a1dd80-1a46-4974-be9b-bc9bbb8036c4>

MIDAGRI. (S.F.). *midagri.gob.pe*. Situación actual del café en el país:

<https://www.midagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano>

Párraga M. (2021). *Estudio en la viabilidad de enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta Coffea canephora Pierre) mediante la división longitudinal.*

<https://doi.org/https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1447/TTA18D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Perez F. (1994). *Introducción a la Fisiología Vegetal*. España: Mundi Prensa.

Pulgarín A. (2006). *Crecimiento y Desarrollo de la Planta de Café*. Colombia.

Rodríguez Tanchiva, R. (2006). *Propagación de plantas de café robusta (Coffea canephora P.) en siete tipos de substratos bajo el sistema de enraizado en Tingo Maria. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Peru: Repositorio Universidad Nacional Agraria de la Selva.*

<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.14292/68>

Rojas , S., & Garcia, J. (2004). *Propagación asexual de plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas*. Colombia: Produmedios.

Romero, C. V. (2014). *Efecto de sustratos orgánicos en la propagación clonal de café robusta en lago agrio sucumbios Universidad Nacional de Loja.*

Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja.

<https://doi.org/https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/7220>

Sánchez C. (2005). *Cultivo, producción y Comercialización del Café.* Lima:

RIPALME. Lima. 134 p.

Serrano Cermeño, z. (2002). *Construcción de Invernaderos (2da ed.).* (Mundi-Prensa, Ed.) ESPAÑA: Aedos, s.a.

Sotomayor I. (1993). *Manual del cultivo de café. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa Nacional de Café. INIAP.* Ecuador: INIAP.

Tang Rengifo, H. (2014). *Efecto de dos tipos de sustrato y cuatro dosis de ácido efecto de dos tipos de sustrato y cuatro dosis de ácido*

*Tabebuiaserratifolia(Vahl) en propagadores de sub irrigacion, Pucallpa-Ucayali, Peru. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Peru: UNU-*

*Institucional.* <https://doi.org/http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1522>

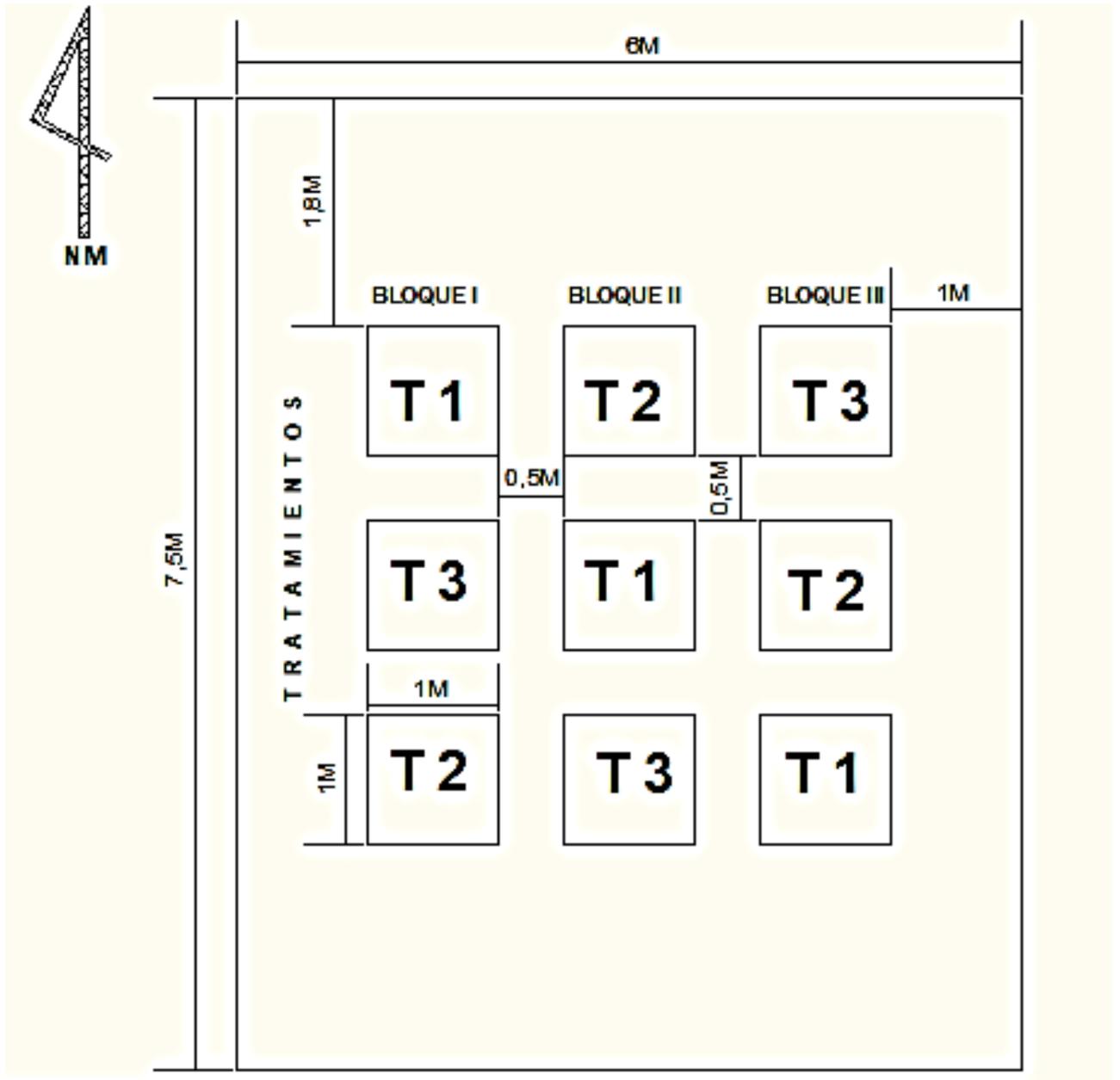
Vásquez Inuma, L. L. (2015). *Dosis de ácido indolbutirico y edad de material vegetativo y su efecto. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.*

Yurimaguas, Peru.

<https://doi.org/http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3379>

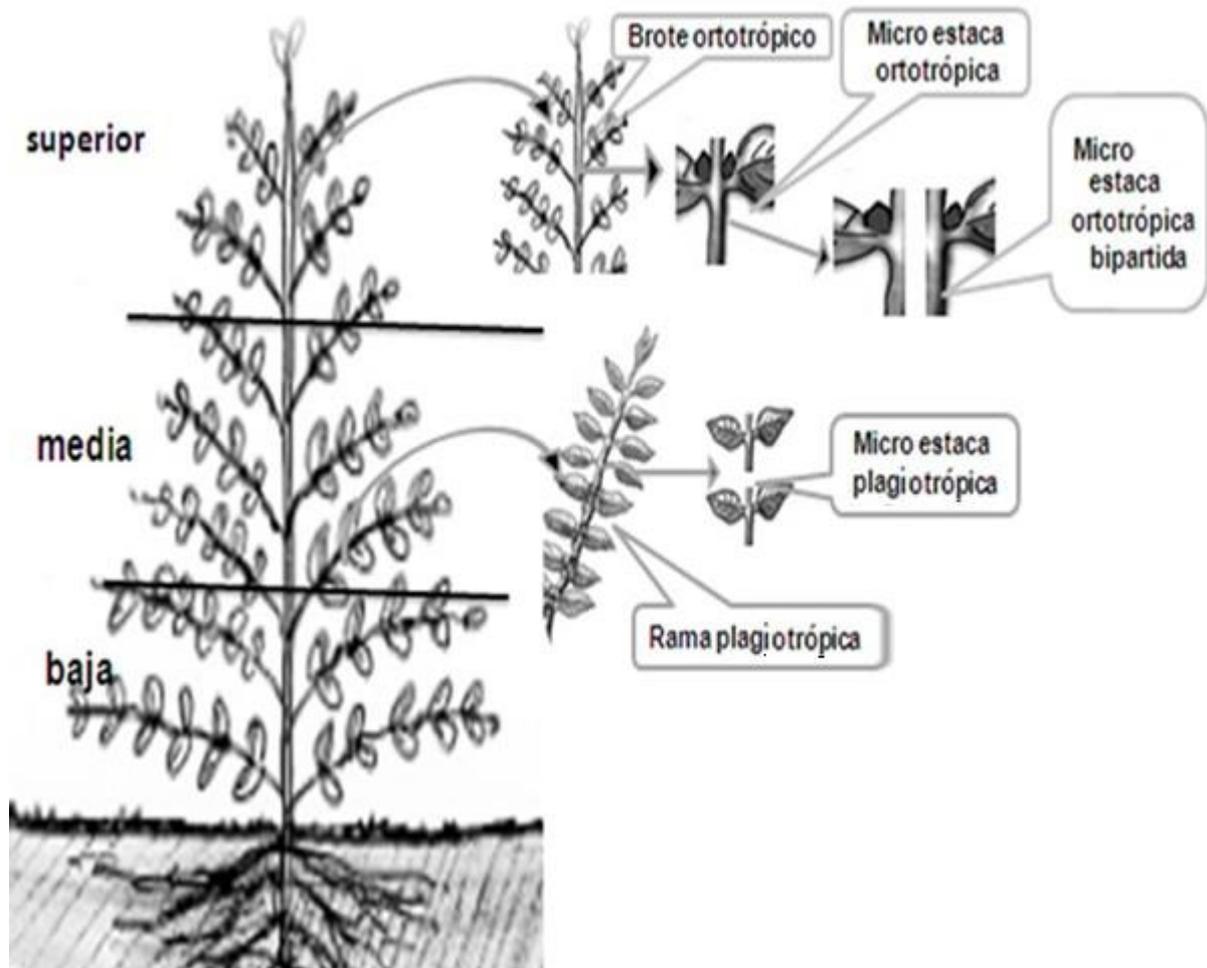
## VIII.ANEXOS

### Anexo N° 1: Plano del diseño experimental



fuelle: elaboracion propia

## Anexo N° 2: Esquema de obtención de las micro estacas



Fuente: elaboración propia

### Anexo N° 3: Resultados de la primera evaluación

|          | BOLQUE I |      |     |      |      | BLOQUE II |      |      |      |      | BLOQUE III |      |      |      |      |
|----------|----------|------|-----|------|------|-----------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
|          | T1       |      | MO  |      |      | T2        |      | MOB  |      |      | T3         |      | MF   |      |      |
|          | NB       | AB   | LR  | NR   | NH   | NB        | AB   | LR   | NR   | NH   | NB         | AB   | LR   | NR   | NH   |
|          | 1        | 2    | 2   | 2    | 2    | 1         | 2.8  | 3    | 1    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 0.5 | 2    | 2    | 1         | 3    | 3    | 1    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 2        | 2    | 0.9 | 1    | 2    | 1         | 2    | 3    | 3    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.5  | 0.6 | 2    | 2    | 1         | 2.4  | 2.5  | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 0.5 | 2    | 2    | 1         | 0.6  | 3    | 1    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1    | 0.8 | 2    | 3    | 1         | 1.8  | 2    | 2    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2.5  | 1.5 | 2    | 2    | 1         | 1.8  | 2    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 0.4 | 1    | 2    | 1         | 2    | 2.4  | 3    | 0    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 0.5 | 1    | 3    | 1         | 2    | 2    | 2    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.5  | 1   | 2    | 2    | 1         | 2    | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 0.6 | 1    | 3    | 1         | 2.3  | 3    | 3    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1    | 1   | 2    | 2    | 1         | 2.4  | 2    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.5  | 1.4 | 1    | 3    | 1         | 2    | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 2   | 2    | 2    | 1         | 2    | 1.5  | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2.5  | 1   | 2    | 2    | 1         | 2.5  | 2.5  | 3    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.5  | 1.2 | 2    | 2    | 1         | 1.5  | 2    | 3    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.3  | 0.2 | 1    | 3    | 1         | 1.5  | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 1    |
|          | 1        | 2    | 0.6 | 2    | 2    | 1         | 2    | 2    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2.5  | 1   | 1    | 2    | 1         | 2    | 3    | 2    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.5  | 1.4 | 2    | 2    | 1         | 1.2  | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.3  | 0.2 | 1    | 2    | 1         | 2    | 2    | 3    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 2        | 2    | 0.8 | 1    | 2    | 1         | 1.4  | 2    | 2    | 1    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 2    | 1   | 2    | 2    | 1         | 1.6  | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
|          | 1        | 1.3  | 0.2 | 1    | 2    | 1         | 2    | 3    | 2    | 2    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    |
| PROMEDIO | 1.08     | 1.79 | 0.9 | 1.58 | 2.21 | 1         | 1.95 | 2.54 | 2.13 | 1.67 | 0          | 0    | 0    | 0    | 0.06 |
|          | T3       |      | MF  |      |      | T1        |      | MO   |      |      | T2         |      | MOB  |      |      |
|          | NB       | AB   | LR  | NR   | NH   | NB        | AB   | LR   | NR   | NH   | NB         | AB   | LR   | NR   | NH   |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 1    | 3    | 2    | 2    | 1          | 1.5  | 2.3  | 2    | 2    |
|          | 0        | 1    | 0   | 0    | 1    | 1         | 1    | 1    | 2    | 2    | 1          | 1    | 2    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 0.5  | 2    | 2    | 1          | 1    | 3    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 2         | 1    | 0.6  | 2    | 2    | 1          | 1.5  | 3    | 2    | 2    |
|          | 0        | 1    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2.3  | 0.6  | 2    | 2    | 1          | 1.2  | 3.5  | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 1    | 1.2  | 2    | 1    |
|          | 1        | 0.5  | 1.5 | 1    | 1    | 1         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 2.1  | 3    | 3    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 1    | 1    | 2    | 1          | 1    | 2    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 2         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 0.5  | 1.4  | 3    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 1.4  | 1    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 0.4  | 0.8  | 1    | 3    | 1          | 2.5  | 2    | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 3    | 2    | 2    | 1          | 3    | 2    | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0.5 | 1    | 0    | 2         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 1.5  | 1.5  | 2    | 1    |
|          | 1        | 1    | 0   | 0    | 0    | 2         | 2    | 1    | 2    | 2    | 1          | 3    | 3    | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 2         | 0.6  | 1.3  | 2    | 3    | 1          | 3    | 3.4  | 3    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 2         | 1.5  | 3    | 1    | 2    | 1          | 1.6  | 3.5  | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 1    | 2    | 2    | 2    | 1          | 2.5  | 2    | 3    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 1    | 3    | 2    | 2    | 1          | 3    | 2    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 1    | 1    | 1    | 2    | 1          | 3    | 2    | 2    | 1    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 0.4  | 0.5  | 2    | 3    | 1          | 2    | 1.5  | 3    | 2    |
|          | 1        | 1    | 0   | 0    | 1    | 1         | 2.3  | 0.6  | 2    | 2    | 1          | 1.5  | 2    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 1    | 1    | 2    | 1          | 3    | 3    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 1         | 2    | 3    | 2    | 2    | 1          | 2    | 2    | 2    | 2    |
|          | 0        | 0    | 0   | 0    | 0    | 2         | 2    | 1    | 1    | 2    | 1          | 2    | 2    | 2    | 2    |
| PROMEDIO | 0.1      | 0.2  | 0.1 | 0.1  | 0.1  | 1.29      | 1.56 | 1.37 | 1.75 | 2.13 | 1          | 1.91 | 2.26 | 2.21 | 1.63 |

|          | T2  |      |      |      |      | T3   |      |      |      |      | T1   |      |      |      |      |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | NB  | AB   | LR   | NR   | NH   | NB   | AB   | LR   | NR   | NH   | NB   | AB   | LR   | NR   | NH   |
| 1        | 2.5 | 2    | 3    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 2    | 1.5  | 2    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0.6  | 2    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 3    | 3    | 0    | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 2    | 1.6  | 1.5  | 2    | 2    |
| 1        | 2.4 | 2.5  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 2    | 2    | 2    |
| 1        | 0.8 | 2.3  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 1    | 1.5  | 1    | 1    |
| 1        | 2   | 1.6  | 2    | 2    | 2    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 2    | 0.8  | 2    | 2    |
| 1        | 2.4 | 2.5  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 1    | 2    | 0.8  | 2    | 1    |
| 1        | 2   | 1.5  | 3    | 3    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |
| 1        | 2   | 2.6  | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    | 2    |
| 1        | 2   | 1.5  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0.5  | 1    | 1    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0.5  | 2    | 1    |
| 1        | 2.3 | 1.5  | 3    | 3    | 3    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 2    | 0.5  | 3    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 2    | 2    |
| 1        | 1.8 | 2.7  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1.6  | 1    | 1    |
| 1        | 3   | 1.5  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    |
| 1        | 1.6 | 2.3  | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 2    | 0.6  | 2    | 1    |
| 1        | 2   | 3    | 3    | 3    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1.5  | 1    | 1    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |
| 1        | 2   | 2.5  | 2    | 3    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1    | 2    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0.5  | 2    | 1    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0.5  | 1    | 2    |
| 1        | 0.9 | 2    | 3    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 2    | 0.5  | 2    | 2    |
| 1        | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0.7  | 1    | 2    | 2    |
| 1        | 0.5 | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1.6  | 2    | 1    |
| PROMEDIO | 1   | 1.93 | 2.08 | 2.21 | 2.21 | 0.17 | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.08 | 1.42 | 1.62 | 0.98 | 1.79 | 1.58 |

| BOLQUE I                          |      |      |      |      | BLOQUE II                         |      |      |      |      | BLOQUE III                        |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|
| T1                                |      |      |      |      | T2                                |      |      |      |      | T3                                |      |      |      |      |
| MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      |      |      | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      |      |      |
| NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   |
| 1.08                              | 1.79 | 0.90 | 1.58 | 2.21 | 1.00                              | 1.95 | 2.54 | 2.13 | 1.67 | 0.00                              | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| T3                                |      |      |      |      | T1                                |      |      |      |      | T2                                |      |      |      |      |
| MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      |      |      |
| NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   |
| 0.13                              | 0.19 | 0.08 | 0.08 | 0.13 | 1.29                              | 1.56 | 1.37 | 1.75 | 2.13 | 1.00                              | 1.91 | 2.26 | 2.21 | 1.63 |
| T2                                |      |      |      |      | T3                                |      |      |      |      | T1                                |      |      |      |      |
| MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      |      |      | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      |      |      |
| NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   | NB                                | AB   | LR   | NR   | NH   |
| 1.00                              | 1.93 | 2.08 | 2.21 | 2.21 | 0.17                              | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.08 | 1.42                              | 1.62 | 0.98 | 1.79 | 1.58 |

Fuente: elaboración propia

## ABREVIATURAS

NB: número de brotes

AB: altura de brotes

LR: longitud de raíz

NR: número de raíces

NH: número de hojas

### Anexo N° 4: Resultados de la segunda evaluación

| BOLQUE I |      |      |      | BLOQUE II |      |      | BLOQUE III |      |      |
|----------|------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|
| T1       |      |      |      | T2        |      |      | T3         |      |      |
| NºB      | MO   | NºH  |      | MOB       |      |      | MF         |      |      |
| NºB      | AB   | NºH  |      | NºB       | AB   | NºH  | NºB        | AB   | NºH  |
| 2        | 7    | 6    |      | 1         | 7    | 4    | 1          | 2    | 1    |
| 2        | 5    | 5    |      | 1         | 4    | 3    | 1          | 2    | 0    |
| 2        | 3    | 4    |      | 1         | 8    | 4    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 4    | 2    |      | 1         | 8    | 4    | 0          | 0    | 1    |
| 2        | 4    | 2    |      | 1         | 10   | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 3    | 2    |      | 1         | 5    | 2    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 3.4  | 4    |      | 1         | 5    | 4    | 1          | 3    | 2    |
| 2        | 3    | 6    |      | 1         | 4    | 4    | 1          | 1    | 1    |
| 2        | 3    | 6    |      | 1         | 15   | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 2        | 4    | 4    |      | 1         | 14   | 10   | 0          | 0    | 0    |
| 2        | 7    | 4    |      | 1         | 9    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 3        | 7    | 6    |      | 1         | 7    | 7    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 4    | 2    |      | 1         | 4    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 2.9  | 4    |      | 1         | 5    | 6    | 1          | 2    | 1    |
| 1        | 3.1  | 4    |      | 1         | 7    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 3.4  | 4    |      | 1         | 7    | 16   | 0          | 0    | 0    |
| 2        | 3.6  | 6    |      | 1         | 6    | 10   | 1          | 1    | 1    |
| 1        | 4    | 4    |      | 1         | 5    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 3    | 4    |      | 1         | 5    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 3.5  | 4    |      | 1         | 14   | 10   | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 4    | 6    |      | 1         | 14   | 10   | 1          | 2    | 2    |
| 2        | 4    | 6    |      | 1         | 9    | 8    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 4    | 6    |      | 1         | 7    | 8    | 0          | 0    | 0    |
| 1        | 5    | 6    |      | 1         | 5    | 6    | 0          | 0    | 0    |
| PROMEDIO | 1.5  | 4.08 | 4.46 | 1         | 7.67 | 6.58 | 0.29       | 0.54 | 0.38 |
| T3       |      |      |      | T1        |      |      | T2         |      |      |
| NºB      | AB   | NºH  |      | NºB       | AB   | NºH  | NºB        | AB   | NºH  |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 8.8  | 5    | 1          | 8.9  | 8    |
| 1        | 1    | 2    |      | 1         | 6.9  | 8    | 1          | 3.3  | 4    |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 4.4  | 8    | 1          | 8.2  | 5    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 6.3  | 4    | 1          | 4.5  | 6    |
| 1        | 4    | 2    |      | 2         | 3.9  | 6    | 1          | 3.6  | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 1.9  | 4    | 1          | 3.8  | 4    |
| 1        | 4    | 3    |      | 2         | 8.8  | 8    | 1          | 10.4 | 5    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 5.6  | 4    | 1          | 3.9  | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 4.6  | 4    | 1          | 3    | 4    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 3    | 4    | 1          | 4.4  | 4    |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 4    | 6    | 1          | 10.8 | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 3    | 8    | 1          | 7.2  | 4    |
| 1        | 1    | 2    |      | 2         | 7    | 8    | 1          | 5.2  | 6    |
| 1        | 1    | 1    |      | 1         | 4.8  | 6    | 1          | 12   | 12   |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 0.3  | 2    | 1          | 11   | 12   |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 0.2  | 2    | 1          | 13   | 10   |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 0.3  | 2    | 1          | 6    | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 4.5  | 4    | 1          | 6    | 5    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 3.8  | 4    | 1          | 5    | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 4    | 6    | 1          | 4    | 6    |
| 1        | 0    | 0    |      | 1         | 3    | 6    | 1          | 4.5  | 4    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 6.8  | 8    | 1          | 8    | 5    |
| 0        | 0    | 0    |      | 1         | 4.8  | 6    | 1          | 6    | 6    |
| 0        | 0    | 0    |      | 2         | 0.3  | 2    | 1          | 4    | 4    |
| PROMEDIO | 0.25 | 0.46 | 0.42 | 1.38      | 4.21 | 5.21 | 1          | 6.53 | 6    |

|                 | T2       |             |             |  | T3          |            |             |  | T1          |             |             |
|-----------------|----------|-------------|-------------|--|-------------|------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|
|                 | NºB      | AB          | NºH         |  | NºB         | AB         | NºH         |  | MO          |             |             |
|                 | NºB      | AB          | NºH         |  | NºB         | AB         | NºH         |  | NºB         | AB          | NºH         |
|                 | 1        | 12.3        | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 6.4         | 4           |
|                 | 1        | 13.9        | 4           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 2.5         | 4           |
|                 | 1        | 14.7        | 4           |  | 1           | 1          | 1           |  | 2           | 6.3         | 4           |
|                 | 1        | 11.5        | 8           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 4.8         | 4           |
|                 | 1        | 10.8        | 4           |  | 1           | 2.5        | 2           |  | 2           | 3           | 4           |
|                 | 1        | 16.2        | 4           |  | 1           | 1          | 0           |  | 2           | 1.5         | 4           |
|                 | 1        | 12.3        | 10          |  | 1           | 1          | 0           |  | 2           | 3.9         | 4           |
|                 | 1        | 6.8         | 4           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 3.5         | 5           |
|                 | 1        | 7.1         | 5           |  | 1           | 2.6        | 2           |  | 2           | 3.4         | 5           |
|                 | 1        | 5.4         | 5           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 2.3         | 4           |
|                 | 1        | 9.9         | 10          |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 4           | 8           |
|                 | 1        | 7.4         | 5           |  | 1           | 1          | 2           |  | 2           | 2.1         | 4           |
|                 | 1        | 7.2         | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 3.4         | 4           |
|                 | 1        | 8           | 12          |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 1           | 2           |
|                 | 1        | 7           | 8           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 1           | 4           |
|                 | 1        | 6           | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 1.2         | 2           |
|                 | 1        | 4           | 6           |  | 1           | 0.5        | 1           |  | 2           | 4           | 8           |
|                 | 1        | 11.5        | 8           |  | 0           | 0          | 0           |  | 1           | 6.2         | 4           |
|                 | 1        | 5           | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 3           | 4           |
|                 | 1        | 7.1         | 8           |  | 0           | 0          | 0           |  | 1           | 6.3         | 6           |
|                 | 1        | 5           | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 1           | 4.8         | 6           |
|                 | 1        | 9.5         | 10          |  | 0           | 0          | 0           |  | 2           | 3.5         | 4           |
|                 | 1        | 7.3         | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 1           | 4.5         | 5           |
|                 | 1        | 6.5         | 6           |  | 0           | 0          | 0           |  | 1           | 4.4         | 6           |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>1</b> | <b>8.85</b> | <b>6.54</b> |  | <b>0.29</b> | <b>0.4</b> | <b>0.33</b> |  | <b>1.79</b> | <b>3.63</b> | <b>4.54</b> |

| BOLQUE I                          |      |      | BLOQUE II                         |      |      | BLOQUE III                        |      |      |
|-----------------------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|
| T1                                |      |      | T2                                |      |      | T3                                |      |      |
| MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      |
| NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   |
| 1.50                              | 4.08 | 4.46 | 1.00                              | 7.67 | 6.58 | 0.29                              | 0.54 | 0.38 |
| T3                                |      |      | T1                                |      |      | T2                                |      |      |
| MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      |
| NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   |
| 0.25                              | 0.46 | 0.42 | 1.38                              | 4.21 | 5.21 | 1.00                              | 6.53 | 6.00 |
| T2                                |      |      | T3                                |      |      | T1                                |      |      |
| MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |      |      | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |      |      | MICROESTACA ORTOTROPICA           |      |      |
| NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   | NB                                | AB   | NH   |
| 1.00                              | 8.85 | 6.54 | 0.29                              | 0.40 | 0.33 | 1.79                              | 3.63 | 4.54 |

Fuente: elaboración propia

### ABREVIATURAS

NB: número de brotes

AB: altura de brotes

LR: longitud de raíz

NR: número de raíces

NH: número de hojas

### Anexo N° 5: Resultado de la tercera evaluación

|          | T1   |      |      |      |      | T2   |      |      |       |      | T3   |      |      |       |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|
|          | MO   |      |      |      |      | MOB  |      |      |       |      | MF   |      |      |       |      |
|          | NºB  | AB   | LR   | NºR  | NºH  | NºB  | AB   | LR   | NºR   | NºH  | NºB  | AB   | LR   | NºR   | NºH  |
|          | 2    | 16   | 19.5 | 3    | 14   | 1    | 15   | 19   | 2     | 12   | 1    | 2    | 4    | 1     | 4    |
|          | 2    | 15.6 | 23   | 2    | 12   | 1    | 15   | 20   | 3     | 14   | 1    | 2    | 0    | 1     | 2    |
|          | 2    | 14.5 | 16.5 | 2    | 12   | 1    | 19   | 21   | 3     | 12   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14   | 17   | 2    | 11   | 1    | 15   | 16   | 3     | 15   | 1    | 2    | 0    | 0     | 2    |
|          | 2    | 15   | 17   | 2    | 11   | 1    | 17   | 18   | 2     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 15   | 16   | 2    | 10   | 1    | 16   | 16   | 3     | 13   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 14.8 | 16   | 2    | 11   | 1    | 14   | 16   | 2     | 13   | 1    | 5    | 6    | 1     | 5    |
|          | 2    | 15   | 16   | 2    | 11   | 1    | 14   | 14   | 3     | 12   | 1    | 4    | 4    | 2     | 4    |
|          | 2    | 15   | 17   | 2    | 10   | 1    | 25   | 23   | 3     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14.8 | 18   | 2    | 10   | 1    | 23   | 21.5 | 3     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14.7 | 18   | 2    | 10   | 1    | 19   | 22   | 3     | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 21   | 21   | 2    | 14   | 1    | 15   | 21   | 3     | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 19   | 18.5 | 2    | 16   | 1    | 15   | 18   | 3     | 12   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 19.2 | 19   | 1    | 10   | 1    | 16   | 20   | 3     | 14   | 1    | 3.5  | 6.4  | 1     | 4    |
|          | 2    | 17   | 20   | 2    | 14   | 1    | 16   | 20   | 3     | 12   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 22   | 20   | 2    | 16   | 1    | 18   | 18   | 2     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 2    | 15   | 18   | 2    | 10   | 1    | 16   | 19   | 3     | 14   | 1    | 6    | 5.4  | 1     | 6    |
|          | 1    | 10   | 17   | 2    | 11   | 1    | 23   | 19   | 2     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 10   | 16   | 1    | 10   | 1    | 19   | 17   | 3     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14.7 | 16   | 2    | 11   | 1    | 15   | 19   | 3     | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 15   | 16   | 2    | 12   | 1    | 15   | 18   | 3     | 14   | 1    | 6    | 9    | 1     | 6    |
|          | 2    | 15   | 17   | 2    | 16   | 1    | 16   | 20   | 3     | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14.6 | 18   | 2    | 10   | 1    | 16   | 19   | 3     | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
|          | 1    | 14.5 | 18   | 2    | 10   | 1    | 18   | 17   | 2     | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    |
| PROMEDIO | 1.63 | 15.5 | 17.9 | 2.0  | 11.8 | 1    | 17.1 | 18.8 | 2.75  | 14.1 | 0.33 | 1.27 | 1.45 | 0.33  | 1.38 |
|          | T3   |      |      |      |      | T1   |      |      |       |      | T2   |      |      |       |      |
|          | MO   |      |      |      |      | MOB  |      |      |       |      | MF   |      |      |       |      |
|          | NºB  | AB   | LR   | NºR  | NºH  | NºB  | AB   | LR   | NºR   | NºH  | NºB  | AB   | LR   | NºR   | NºH  |
|          | 1    | 2    | 0    | 0    | 1    | 3    | 20.5 | 16   | 2     | 13   | 1    | 22   | 17.5 | 2     | 16   |
|          | 1    | 2    | 4    | 1    | 6    | 2    | 15   | 15   | 2     | 13   | 1    | 14   | 17   | 3     | 16   |
|          | 1    | 2    | 0    | 0    | 2    | 2    | 16   | 17   | 2     | 13   | 1    | 18   | 19   | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 16   | 2     | 12   | 1    | 14   | 19   | 3     | 14   |
|          | 1    | 2    | 8    | 1    | 4    | 2    | 14   | 17   | 2     | 13   | 1    | 13.8 | 17   | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 16   | 17   | 2     | 12   | 1    | 14   | 17   | 3     | 12   |
|          | 1    | 7    | 6.3  | 1    | 6    | 3    | 16   | 17   | 2     | 12   | 1    | 22   | 20.8 | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 17   | 2     | 12   | 1    | 15   | 18   | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 14   | 2     | 12   | 1    | 14   | 19   | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 17   | 1     | 12   | 1    | 14   | 17   | 3     | 12   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 16   | 2     | 12   | 1    | 24   | 20   | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 16   | 2     | 12   | 1    | 15   | 20   | 3     | 14   |
|          | 1    | 4    | 6    | 1    | 6    | 2    | 7.4  | 16   | 2     | 12   | 1    | 14   | 17   | 2     | 14   |
|          | 1    | 5    | 5    | 1    | 5    | 2    | 14   | 16   | 2     | 13   | 1    | 18   | 20   | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 14   | 16   | 2     | 12   | 1    | 20   | 21.5 | 2     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 20   | 19   | 2     | 14   | 1    | 19   | 19   | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3    | 16   | 16   | 2     | 12   | 1    | 14   | 18   | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 16   | 16   | 2     | 13   | 1    | 20   | 18.5 | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 14   | 16   | 2     | 12   | 1    | 16   | 17.2 | 3     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 14   | 16   | 1     | 13   | 1    | 17   | 16.8 | 3     | 14   |
|          | 1    | 6    | 5    | 1    | 4    | 1    | 16   | 15   | 2     | 12   | 1    | 16   | 17   | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 16   | 16   | 2     | 12   | 1    | 24   | 20   | 3     | 16   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 14   | 16.5 | 2     | 12   | 1    | 18   | 20   | 2     | 14   |
|          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 18   | 16   | 2     | 12   | 1    | 17   | 17   | 3     | 16   |
| PROMEDIO | 0.33 | 1.25 | 1.43 | 0.25 | 1.42 | 1.88 | 15   | 16.2 | 1.917 | 12.4 | 1    | 17.2 | 18.5 | 2.833 | 14.8 |

|          | T2  |      |      |      |      | T3   |      |      |       |      | T1   |    |      |      |      |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|----|------|------|------|
|          | MOB |      |      |      |      | MF   |      |      |       |      | MO   |    |      |      |      |
|          | NºB | AB   | LR   | NºR  | NºH  | NºB  | AB   | LR   | NºR   | NºH  | NºB  | AB | LR   | NºR  | NºH  |
|          | 1   | 22   | 19   | 3    | 14   | 1    | 6    | 8    | 1     | 6    | 2    | 14 | 21   | 2    | 13   |
|          | 1   | 30   | 26   | 2    | 20   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 3    | 16 | 21   | 2    | 13   |
|          | 1   | 30   | 24.4 | 3    | 20   | 1    | 1    | 0    | 1     | 1    | 2    | 14 | 18   | 2    | 14   |
|          | 1   | 20   | 23   | 2    | 18   | 1    | 4    | 5    | 1     | 3    | 2    | 14 | 20   | 2    | 13   |
|          | 1   | 21   | 22   | 3    | 16   | 1    | 6    | 5    | 1     | 4    | 2    | 14 | 16   | 2    | 13   |
|          | 1   | 24   | 25   | 3    | 26   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 16 | 16   | 2    | 13   |
|          | 1   | 24   | 25   | 3    | 18   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 3    | 16 | 16   | 2    | 13   |
|          | 1   | 14   | 17.5 | 3    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 17 | 16   | 1    | 12   |
|          | 1   | 17   | 19   | 2    | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 14 | 14.6 | 2    | 14   |
|          | 1   | 16   | 16   | 3    | 14   | 1    | 4    | 5.6  | 1     | 3    | 2    | 15 | 14.4 | 2    | 12   |
|          | 1   | 24   | 24   | 3    | 20   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 15 | 16.5 | 2    | 13   |
|          | 1   | 16   | 18   | 2    | 14   | 1    | 5    | 4.9  | 1     | 3    | 2    | 14 | 16   | 2    | 12   |
|          | 1   | 16   | 21   | 2    | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 16 | 14   | 2    | 12   |
|          | 1   | 16   | 17   | 3    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 3    | 16 | 15   | 2    | 12   |
|          | 1   | 20   | 19   | 2    | 14   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 14 | 16   | 2    | 12   |
|          | 1   | 16.5 | 22   | 3    | 12   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 14 | 16   | 2    | 12   |
|          | 1   | 14.6 | 18   | 3    | 12   | 1    | 4    | 3.1  | 1     | 3    | 2    | 14 | 16   | 2    | 12   |
|          | 1   | 21   | 17   | 2    | 18   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 14 | 15.4 | 2    | 14   |
|          | 1   | 22   | 17.5 | 3    | 20   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 16 | 16   | 2    | 12   |
|          | 1   | 23   | 24   | 3    | 18   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 16 | 17.5 | 2    | 12   |
|          | 1   | 16   | 16.4 | 3    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 16 | 17   | 2    | 12   |
|          | 1   | 18   | 19   | 2    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 14 | 14.2 | 1    | 12   |
|          | 1   | 17   | 20   | 2    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 16 | 16   | 1    | 12   |
|          | 1   | 20   | 23   | 2    | 20   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 15 | 16   | 2    | 14   |
| PROMEDIO | 1   | 19.9 | 20.5 | 2.58 | 16.8 | 0.29 | 1.25 | 1.32 | 0.292 | 0.96 | 1.92 | 15 | 16.4 | 1.88 | 12.6 |

| BOLQUE I                          |       |       |      |       | BLOQUE II                         |       |       |      |       | BLOQUE III                        |       |       |      |       |
|-----------------------------------|-------|-------|------|-------|-----------------------------------|-------|-------|------|-------|-----------------------------------|-------|-------|------|-------|
| T1                                |       |       |      |       | T2                                |       |       |      |       | T3                                |       |       |      |       |
| MICROESTACA ORTOTROPICA           |       |       |      |       | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |       |       |      |       | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |       |       |      |       |
| NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    |
| 1.63                              | 15.48 | 17.85 | 1.96 | 11.75 | 1.00                              | 17.08 | 18.81 | 2.75 | 14.13 | 0.33                              | 1.27  | 1.45  | 0.33 | 1.38  |
| T3                                |       |       |      |       | T1                                |       |       |      |       | T2                                |       |       |      |       |
| MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |       |       |      |       | MICROESTACA ORTOTROPICA           |       |       |      |       | MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |       |       |      |       |
| NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    |
| 0.33                              | 1.25  | 1.43  | 0.25 | 1.42  | 1.88                              | 15.04 | 16.23 | 1.92 | 12.38 | 1.00                              | 17.20 | 18.47 | 2.83 | 14.75 |
| T2                                |       |       |      |       | T3                                |       |       |      |       | T1                                |       |       |      |       |
| MICROESTACA ORTOTROPICA BIPARTIDA |       |       |      |       | MICROESTACA FLAGEOTROPICA         |       |       |      |       | MICROESTACA ORTOTROPICA           |       |       |      |       |
| NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    | NB                                | AB    | LR    | NR   | NH    |
| 1.00                              | 19.92 | 20.53 | 2.58 | 16.75 | 0.29                              | 1.25  | 1.32  | 0.29 | 0.96  | 1.92                              | 15.00 | 16.44 | 1.88 | 12.63 |

Fuente: elaboración propia

## ABREVIATURAS

NB: número de brotes

AB: altura de brotes

LR: longitud de raíz

NR: número de raíces

NH: número de hojas

## Anexo N° 6: Panel fotográfico

### Figura 6.1

Construyendo el vivero para la investigación.



### Figura 6.2

Tendido de malla raschel del vivero.



**Figura 6.3**

Preparando el sustrato.



**Figura 6.4**

Preparando las micro estacas de café.



**Figura 6.5**

Micro estaca ortotrópica bipartida instaladas en la cama de enraizamiento



**Figura 6.6**

Plantas bien desarrolladas del experimento antes de ser evaluados.



**figura 6.7**

Planta desarrollada de la micro estaca ortotrópica bipartida.



**Figura 6.8**

Planta desarrollada de la micro estaca ortotrópica bipartida.



**figura 6.9**

Planta desarrollada de la micro estaca ortotrópica.



**figura 6.10**

Micro estaca plagiotrópica enraizada sin hojas.



**Figura 6.11**

Planta desarrollada de la micro estaca plagiotrópica



**Figura 6.12**

Planta desarrollada de la micro estaca plagiotrópica.

