



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agronómica

Caracterización morfológica y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

AUTOR:

Victor Hugo Espejo Abendaño

DIRECTOR:

Ing. Max Enrique Encalada Córdova

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 01 de marzo de 2023

Ing. Max Enrique Encalada Córdova, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización morfológica y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas**, previa a la obtención de título de Ingeniero Agrónomo, de la autoría del estudiante **Victor Hugo Espejo Abendaño**, con cédula de identidad Nro. **1105382426**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**MAX ENRIQUE
ENCALADA CORDOVA**

Ing. Max Enrique Encalada Córdova, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Victor Hugo Espejo Abendaño**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1105382426

Fecha: 30 de junio de 2023.

Correo electrónico: victor.h.espejo@unl.edu.ec

Teléfono: 0983463876

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Victor Hugo Espejo Abendaño**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización morfológica y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los treinta días del mes de junio de dos mil veintitrés.

Firma: 

Autor/a: Victor Hugo Espejo Abendaño

Cédula: 1105382426

Dirección: Barrio La Merced Alta, parroquia El Tambo, cantón Catamayo, provincia de Loja.

Correo electrónico: victor.h.espejo@unl.edu.ec

Teléfono: 0983463876

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Max Enrique Encalada Córdova, PhD.

Dedicatoria

Dedico esta investigación a Dios, que supo guiarme por el buen camino, darme la fuerza para seguir adelante y no desistir de los problemas que se me han presentado, enseñándome a afrontar las dificultades sin perder la dignidad ni fracasar en un intentar.

Agradezco a mis padres Pedro Espejo y Enid Abendaño, por ser la base de mi formación, guiándome por buenos caminos en la vida. A mi madre por su apoyo, consejos, comprensión, amor en momentos difíciles y ayuda con las herramientas que necesito para estudiar. Me dieron todo lo que soy como persona; valores, principios, carácter, entrega, determinación y coraje para lograr mis metas.

A mis hermanos Pedro Espejo y Jinson Espejo, por estar siempre presentes, acompañándome y apoyándome siempre.

A mis amigos Junior Contento, Stefany Sigcho, Daniel Moncayo y Samantha Maita, por apoyarme incondicionalmente, brindarme siempre su amor y cariño durante mi formación profesional.

Victor Hugo Espejo Abendaño

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y de manera principal a la Carrera de Agronomía por mi formación.

Al Ing. Max Enrique Encalada Córdova, quien, con responsabilidad, paciencia y con sus conocimientos adquiridos en su trayectoria como profesional supo brindar sugerencias pertinentes para el desarrollo de la investigación.

A los maestros, compañeros/as y amigos/as quienes con su apoyo y concejos influyeron en la formación profesional.

Victor Hugo Espejo Abendaño

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	1
Autoría	2
Carta de autorización	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Índice de Contenidos	6
Índice de Tablas	9
Índice de Figuras	10
Índice de Anexos	13
1. Título	14
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
3.1. Objetivo General.....	5
3.2. Objetivos Específicos	5
4. Marco Teórico	6
4.1. Centro de origen y diversificación del café arábigo	6
4.2. Importancia económica, social y ambiental	6
4.3. Producción de café en el Ecuador.....	6
4.4. Producción de café en Loja.....	7
4.5. Condiciones agronómicas y ambientales de un cafetal	7
4.6. Generalidades del café.....	8
4.6.1. <i>Características y clasificación taxonómica</i>	8

4.6.2.	<i>Descripción morfológica</i>	9
4.7.	Características de los cultivares en estudio	10
4.7.1.	<i>Cultivar Sarchimor</i>	10
4.7.2.	<i>Cultivar Typica</i>	11
4.7.3.	<i>Cultivar Acahua</i>	11
4.7.4.	<i>Cultivar Castillo</i>	11
4.8.	Fisiología del café.....	11
4.8.1.	<i>Clorofila</i>	11
4.8.2.	<i>Densidad y apertura estomática</i>	11
4.9.	Antecedentes de estudios referentes al proyecto de investigación	12
5.	Metodología	13
5.1.	Localización del estudio	13
5.2.	Metodología General	14
5.2.1.	Muestreo aleatorio.....	15
5.3.	Metodología para determinar las características morfológicas de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.	15
5.4.	Metodología para establecer el rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.	18
5.4.1.	<i>Fruto</i>	19
5.4.2.	<i>Semilla</i>	20
6.	Resultados	22
6.1.	Caracterización morfológica de las plantas de café en la estación Experimental La Argelia	22
6.2.	Caracterización morfológica de las plantas de café en la estación Experimental Zapotepamba	32

6.3.	Rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja	42
6.4.	Rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector Zapotepamba del cantón Paltas.	48
7.	Discusión.....	50
7.1.	Estación Experimental La Argelia.....	50
7.2.	Estación Experimental Zapotepamba	51
7.3.	Rendimiento.....	53
8.	Conclusiones.....	54
9.	Recomendaciones.....	55
10.	Bibliografía.....	56
11.	Anexos.....	60

Índice de Tablas

Tabla 1.	Condiciones ambientales y agronómicas óptimas para el cultivo de café (Venegas et al., 2018).	8
Tabla 2.	Taxonomía del café (Rojo, 2014).	9
Tabla 3.	Densidad e Índice estomático de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.	31
Tabla 4.	Densidad e Índice estomático de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	42

Índice de Figuras

Figura 1.	Localización de la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.	13
Figura 2.	Localización de la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.....	14
Figura 3.	Estados de madurez e identificación por color de los frutos de café.....	19
Figura 4.	A. Altura de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja. B. Tendencia de crecimiento de las plantas de café.	22
Figura 5.	Diámetro del tallo de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	23
Figura 6.	Número de ramas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	24
Figura 7.	Número de hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	24
Figura 8.	Color de las hojas jóvenes de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	25
Figura 9.	Longitud de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	26
Figura 10.	Ancho de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	27
Figura 11.	Longitud de entre nudos de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	27
Figura 12.	Ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	28
Figura 13.	Ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	28
Figura 14.	Longitud de la rama de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	29

Figura 15.	Longitud de la arista de la estípula de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.	30
Figura 16.	Longitud del peciolo foliar de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	30
Figura 17.	Clorofila Total de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.....	31
Figura 18.	A. Altura de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja. B. Tendencia de crecimiento de las plantas de café.	32
Figura 19.	Diámetro de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	33
Figura 20.	Número de ramas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	34
Figura 21.	Número de hojas del tercio medio de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	34
Figura 22.	Color de las hojas jóvenes de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	35
Figura 23.	Longitud de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	36
Figura 24.	Ancho de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	37
Figura 25.	Longitud de entre nudos de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	37
Figura 26.	Ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	38
Figura 27.	Ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.....	39
Figura 28.	Longitud de la rama de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.	39

Figura 29.	Longitud de la arista de la estípula de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja. 40
Figura 30.	Longitud del peciolo foliar de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.41
Figura 31.	Clorofila Total de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.41
Figura 32.	Longitud del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.42
Figura 33.	Ancho del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.43
Figura 34.	Forma del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.44
Figura 35.	Número de frutos por planta de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.44
Figura 36.	Peso promedio de cinco frutos de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.45
Figura 37.	Longitud de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.45
Figura 38.	Ancho de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.46
Figura 39.	Peso de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.46
Figura 40.	Peso de 100 semillas almendra de café secas de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.47
Figura 41.	Rendimiento de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.48
Figura 42.	Número de frutos por rama de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.49

Índice de Anexos

Anexo 1.	Altura de la planta de café arábigo.	60
Anexo 2.	Diámetro del tallo de la planta de café arábigo.	60
Anexo 3.	Número de ramas.	61
Anexo 4.	Número de hojas.	61
Anexo 5.	Longitud de la rama.	62
Anexo 6.	Ángulo del eje central de las ramas.	62
Anexo 7.	Ángulo del ápice de la hoja.	63
Anexo 8.	Longitud entrenudos.	63
Anexo 9.	Color de las hojas jóvenes.	64
Anexo 10.	Número de granos.	64
Anexo 11.	Forma del fruto de café.	65
Anexo 12.	Peso de los frutos cosechados.	65
Anexo 13.	Microscopio Olympus modelo BX41TF.	66
Anexo 14.	Estomas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja. A (Typica), B (Sarchimor) y C (Castillo). .	66
Anexo 15.	Estomas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja. A (Acahua), B (Sarchimor) y C (Castillo).	67
Anexo 16.	Células Epidérmicas Típicas del cultivar Sarchimor.	68
Anexo 17.	Color de las hojas jóvenes de las plantas de café en la estación Experimental La Argelia. (A: Typica, B: Sarchimor y C: Castillo).	69
Anexo 18.	Color de las hojas jóvenes de las plantas de café en la estación Experimental Zapotepamba. (A: Acahua, B: Sarchimor y C: Castillo).	70
Anexo 19.	Certificado de Ingles.	71

1. Título

Caracterización morfológica y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

2. Resumen

El café se ve afectado por el estancamiento de la producción y disminución de la cantidad de productores, afectando la economía del país por el decrecimiento de la calidad exportable de este rubro. En este contexto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar las características morfológicas y establecer el rendimiento de la primera cosecha en dos áreas de producción establecidas con tres cultivares de café: estación Experimental La Argelia (Typica, Sarchimor y Castillo) y estación Experimental Zapotepamba (Acahua, Sarchimor y Castillo) de la Universidad Nacional de Loja. La investigación inició cuando los cultivares tenían 2 años 4 meses de edad, en la que se utilizó un muestreo poblacional aleatorio de 6 plantas por cada cultivar, dando un total de 36 plantas a evaluar. Para seleccionarlas, se realizó una selección visual teniendo en cuenta condiciones fitosanitarias adecuadas libres de plagas, enfermedades y sin signos de presencia de virus, además no presentar deficiencias nutricionales. Para determinar las características morfológicas se utilizó el descriptor para café IPGRI y para establecer el rendimiento se tomó en cuenta los frutos y las semillas almendra de una sola cosecha. Los resultados indican que las variables relacionadas a la altura, longitud de las ramas, ángulo de inserción de las ramas del eje central y el color de las hojas jóvenes, fueron las características más sobresalientes que identifican a los cultivares de café arábigo en estudio. Por otro lado, en la estación Experimental La Argelia, el cultivar Castillo es el que presentó el mayor rendimiento con $0,68 \text{ t ha}^{-1}$, seguido de Sarchimor con $0,44 \text{ t ha}^{-1}$ y Typica con $0,40 \text{ t ha}^{-1}$, destacando que esta producción obtenida es en semillas almendra con un 12 % de humedad; mientras que, en la estación Experimental Zapotepamba esta información no se pudo obtener debido a que los cultivares se encontraban en la fase de llenado de granos.

Palabras clave: Cultivares, claves de caracterización, morfología y rendimiento.

2.1. Abstract

Coffee is affected by the stagnation of production and the decrease in the number of producers, affecting the country's economy due to the decrease in the exportable quality of this product. In this context, the objective of the present research work was to determine the morphological characteristics and establish the yield of the first harvest in two production areas established with three coffee cultivars: La Argelia Experimental Station (Typica, Sarchimor and Castillo) and Zapotepamba Experimental Station (Acahua, Sarchimor and Castillo) of National University of Loja. The research began when the cultivars were 2 years and 4 months old, using a random population sampling of 6 plants for each cultivar, giving a total of 36 plants to be evaluated. To select them, a visual selection was made taking into account adequate phytosanitary conditions free of pests, diseases and no signs of virus presence, as well as no nutritional deficiencies. To determine the morphological characteristics, the IPGRI coffee descriptor was used and to establish the yield, the almond fruits and seeds of a single harvest were taken into account. The results indicate that the variables related to height, length of the branches, angle of insertion of the branches of the central axis and the color of the young leaves were the most outstanding characteristics that identify the arabica coffee cultivars under study. On the other hand, in the Experimental Station La Argelia, the Castillo cultivar is the one that presented the highest yield with 0,68 t ha⁻¹, followed by Sarchimor with 0,44 t ha⁻¹ and Typica with 0,40 t ha⁻¹, highlighting that this production obtained is in kernel seeds with 12 % moisture; while, in the Zapotepamba Experimental Station this information could not be obtained because the cultivars were in the bean filling phase.

Key words: Cultivars, characterization keys, morphology and yield.

3. Introducción

Ecuador tiene una gran capacidad de producción de café debido a varios ecosistemas existentes y debido a su ubicación geográfica, también tiene una variedad de climas variados de acuerdo con la geografía y las temperaturas de cada región (Jiménez-Torres y Massa-Sánchez, 2015). Por lo tanto, el café es uno de los productos más comercializados en todo el mundo; crece en más de 50 países, ya que es un producto altamente valorado para el consumo como una bebida.

Según Piloza et al. (2022), la especie más importante es la *Coffea arabica* L., que representa alrededor del 80 y el 90 % de la producción mundial, este cultivo se ha convertido en clave y trascendental, no solo por la importancia de los indicadores económicos, sino también por participar en estructuras sociales, culturales e institucionales (Milla et al., 2019). Por lo tanto, Ortiz et al. (2017) establecen que es uno de los productos más fundamentales en el comercio internacional después del petróleo y es el producto principal en él que se basa la economía de 70 países.

Este país tiene un área de 145 000 ha de café arábigo; el 61,17 % de las plantaciones de café se encontraron en la costa ecuatoriana, dominando con el 24,25 % de la provincia de Manabí. La sierra ecuatoriana cubrió el 30,77 % del café total, convirtiéndose en el mayor productor, Loja representó el 13,90 %. La Amazonia produjo 6,67 %, de los cuales 2,14 % vino de Zamora Chinchipe. Impuesto regional de la isla con 0,04 %. De las regiones mencionadas anteriormente, hay que destacar que cuentan con los requerimientos agroecológicos requeridos por el cultivo en sus diferentes variedades (Piloza et al., 2022). Y como en otros países, la producción de café es una actividad familiar que requiere mucho trabajo y produce trabajo rural y urbano (Vera et al., 2022).

En Ecuador, según datos estadísticos establecidos en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el café tuvo un rendimiento de 0,30 t ha⁻¹ durante el 2019, distribuido en provincias como: Morona Santiago (1,22 t ha⁻¹), Galápagos (0,98 t ha⁻¹), Pichincha (0,66 t ha⁻¹), Zamora Chinchipe (0,57 t ha⁻¹) y Loja ocupa el noveno lugar con una producción de 0,24 t ha⁻¹, valores que representan un 32 % menos que el rendimiento reportado el año 2018 (0,44 t ha⁻¹). La disminución del rendimiento se evidenció en 10 de las 15 provincias, especialmente en las provincias de Manabí y Loja, principales productoras, siendo la edad de los cultivares una variable que afecta de manera negativa al rendimiento, es decir, que es una de las causas para que la productividad disminuya respecto al año 2018 (Lema, 2019).

El café se ve afectado por el estancamiento de la producción y disminución de la cantidad de productores, los cuales afectan la economía del país por el decrecimiento de la calidad exportable de este rubro. En este aspecto, una de las limitantes nacionales es la escasa implementación de tecnología de caracterización que contribuyan con programas de mejoramiento, así como también, con la renovación de plantaciones más productivas.

La mayoría de los cultivares de *Coffea arabica* L. en el mundo son genéticamente similares, pero morfológicamente presentan diferencias notorias y existen diferencias en la calidad de sus frutos (López García et al., 2016). Con base en esto, la finalidad de esta investigación fue la caracterización y establecimiento del rendimiento de tres cultivares de café arábigo: Typica, Sarchimor y Castillo en la estación Experimental La Argelia y, Acahua, Sarchimor y Castillo en la estación Experimental Zapotepamba; ya que, al no realizarse la caracterización de las variedades de café cultivadas se limita su valorización.

El presente proyecto de titulación está vinculado con la línea de investigación de la Universidad Nacional de Loja denominada “Sistemas agropecuarios sostenibles para la soberanía alimentaria”, así mismo, con la línea de investigación de la Carrera de Agronomía de la Universidad Nacional de Loja denominada “Tecnologías para la producción y posproducción agrícola sostenible”; también se vincula con el Segundo Objetivo de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS 2) denominado “Hambre cero” y es necesario mencionar que este proyecto de titulación forma parte del programa institucional denominado “Programa de investigación para la sostenibilidad de la caficultura de la zona sur del Ecuador” y, se pretende determinar cuáles son las características morfológicas y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo.

3.1. Objetivo General

- Evaluar las características morfológicas y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características morfológicas de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.
- Establecer el rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

4. Marco Teórico

4.1. Centro de origen y diversificación del café arábigo

Los primeros relatos de la historia del café mencionan que originalmente se originó en Etiopía y se atribuye su domesticación al mundo árabe. La planta del café fue descrita por primera vez por Prospero Alpini en 1592 y cien años después por Antoine de Jussieu en 1713 bajo el nombre de *Jasminum arabicanum* (Gil & Díaz, 2016).

Según Gotteland y de Pablo (2007), el café se hizo popular como bebida refrescante en el siglo XIII, y en el siglo XV, los musulmanes llevaron el café a Persia, Egipto y Turquía, donde se estableció la primera cafetería Kiva Han, fue inaugurado en Constantinopla en 1475. Posteriormente, en el siglo XVII, gracias a los comerciantes venecianos, el café llegó a Europa, donde se extendió rápidamente a varios países.

4.2. Importancia económica, social y ambiental

El café es esencial para la economía, la sociedad, el medio ambiente y la salud humana. Económicamente, es una fuente de divisas para el país y una fuente de ingresos para los productores; socialmente, casi todas las etnias, como Kichwas, Shuaras y Tsáchilas, participan en el cultivo del café; desde un punto de vista ambiental, el café se cultiva principalmente en sistemas agroforestales y esto promueve la conservación de la naturaleza (Venegas et al., 2018).

Según Venegas et al., (2018), el café es un producto económicamente muy importante en el Ecuador, allí se cultivan 1 995 hectáreas, correspondiendo el 68 % de esa superficie a especies de *Coffea arabica* y el 32 % a especies de *Coffea canephora*.

4.3. Producción de café en el Ecuador

En Ecuador, la especie de café arábica tiene una amplia adaptabilidad a los diferentes ecosistemas de las cuatro regiones del país, se cultiva desde cerca del nivel del mar hasta los 2 000 metros, pero la mejor calidad de infusión se logra cuando se cultiva a 500 metros (Toledo-Macas et al., 2019).

La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, especifica que Ecuador cuenta con aproximadamente 12,3 millones de hectáreas de tierra destinadas a labores agrícolas, de las cuales el 11,6 % pertenecen al ámbito nacional de cultivos perennes, de los cuales el 9,1 % corresponde a la superficie sembrada y cosechada de café (Toledo-Macas et al., 2019).

Entre los años 2012 y 2013, como parte del proyecto “Reactivación cafetalera en Ecuador” cuyo objetivo es incrementar la producción cafetalera del país, se importaron y distribuyeron diversas variedades de café arábico, principalmente de Brasil, tanto en cafetales de la región Costa y Amazonía (Iniap, 2020).

4.4. Producción de café en Loja

La provincia de Loja ocupa el tercer lugar entre las 17 provincias cafetaleras que cultivan este producto (solo y asociado) con, 7 139 hectáreas, lo que significa 151 toneladas, de las cuales 109 son vendidas y reconocidas en Ecuador por su compromiso con la producción y distribución de café de calidad (Toledo-Macas et al., 2019).

El café se cultiva en 20 de los 21 cantones de la provincia, con excepción de Zapotillo. El café se cultiva en 21 018 hectáreas, lo que representa el 16 % de la producción cafetalera del país. Además, el café es el segundo cultivo con más importancia de la provincia: 44,03 % de la superficie sembrada corresponden al cultivo de maíz duro, seguido de 12,75 % dedicados al café. Finalmente, el 75 % de los cafetales se encuentran en los cantones de Loja, Olmedo, Sozoranga, Quilanga y Chaguarpamba (Paladines, 2018).

4.5. Condiciones agronómicas y ambientales de un cafetal

Las condiciones agronómicas y ambientales a las que se adapta el café Arábica se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones ambientales y agronómicas óptimas para el cultivo de café (Venegas et al., 2018).

Condiciones ambientales y agronómicas óptimas para el desarrollo de un cafetal	
Temperatura	15 a 24 °C.
Precipitaciones	La cantidad óptima de lluvia para el cultivo del café puede variar entre 1 000 y 3 000 mm.
Humedad Relativa	Alrededor del 70-85%.
Viento	La velocidad del viento que no causa daño físico ni fisiológico al cafeto es de 20-30 km/h.
Topografía	Se adapta fácilmente a las condiciones topográficas adversas, aunque terrenos ligeramente ondulados y planos son mejores para este cultivo.
Características Físico-Químicas	<p>Propiedades Físicas: La textura apta para cafetales es media o limosa con estructura granular y la profundidad efectiva debe ser superior a 50 cm.</p> <p>Propiedades químicas: El rango óptimo de pH es 5,5-6,5. La proporción de materia orgánica debe ser del 2-5% y de nitrógeno superior al 3% para que el café se desarrolle correctamente. Las condiciones óptimas de macronutrientes para este cultivo son 0,2-0,7 (meq/100 gr) de potasio y 6-14 (ppm) de fósforo.</p>

4.6. Generalidades del café

4.6.1. Características y clasificación taxonómica

Según Rojo (2014), el café pertenece a la familia Rubiaceae, que contiene alrededor de 500 géneros y más de 6 000 especies, la mayoría de las cuales son árboles y arbustos tropicales (Tabla 2); además, el género *Coffea* incluye más de 100 especies, todas nativas de África tropical y algunas islas del Océano Índico como Madagascar. Todos son leñosos, pero varían desde arbustos hasta árboles de 5 a 10 metros de altura.

Tabla 2. *Taxonomía del café (Rojo, 2014).*

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Dicotiledóneas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Coffea arabica</i> L.

4.6.2. Descripción morfológica

4.6.2.1. La raíz.

La Raíz es superficial, 60,0 % en los primeros 30 centímetros, y la raíz primaria puede extenderse más de un metro de profundidad (Figuroa-Hernández et al., p. f.). La raíz realiza las tareas de anclaje de la planta y exploración del suelo, recibe agua y nutrientes de origen mineral y parte de origen orgánico. Almacena recursos en forma de almidón y azúcares solubles. Las raíces dependen de las hojas para crecer y desarrollarse para obtener alimentos y hormonas del proceso de fotosíntesis. En cambio, los organismos aéreos dependen de las raíces para obtener agua, aminoácidos y elementos minerales del suelo de forma natural o a través de fertilizantes orgánicos y/o inorgánicos (Vásquez, 2018).

4.6.2.2. El tallo.

Dan origen a ramas plagiotrópicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio (Figuroa-Hernández et al., s. f.).

4.6.2.3. Las hojas.

Son opuestas y alternas en el tronco ortotrópico y opuestas en las ramas plagiotrópicas. Son de color verde oscuro, brillante por fuera y verde claro por dentro; Además, son de forma ovalada y terminan en punta con los bordes ondulados. Las hojas nuevas presentan un color bronce o verde claro y luego adquieren el color definitivo (Figuroa-Hernández et al., s. f.).

4.6.2.4. Las flores.

Las inflorescencias forman grupos en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas y, a veces, en las ramas ortotrópicas de la madera tierna; las flores son pequeñas, de color blanco y fragantes. Los cinco pétalos de la corola se unen y forman un tubo y el número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y variedad. El cáliz se divide en 4-5 sépalos (Arcila et al., 2007).

4.6.2.5. El fruto.

El fruto del café es una drupa que contiene dos semillas separadas por la pared interna del ovario. Dependiendo del desarrollo, el color verde de los frutos cambia a amarillo verdoso y luego a burdeos o amarillo, típico de las variedades de café (Monroig, 2016).

La unión de polen y óvulo forma frutos y semillas de café. Los granos de café tienen cuatro períodos o etapas de desarrollo. La primera etapa dura desde la fecundación hasta la 6ª semana, donde el crecimiento del tamaño y peso del fruto es lento. Luego viene la siguiente etapa donde los frutos comienzan a crecer, se necesita agua en esta etapa, de lo contrario, los frutos permanecerán pequeños. En la tercera etapa, la necesidad de nutrientes es alta, los frutos comienzan a cambiar de color de verde a amarillo, en esta etapa la almendra se endurece. La falta de agua en la cuarta etapa hace que los frutos no se desarrollen bien y los granos se formen en verano. Finalmente, en el cuarto período, denominado maduración, los frutos se vuelven rojos (Avendaño, 2017).

4.6.2.6. La semilla.

La semilla está cubierta por una membrana plateada o espermoderma, que consta de varias células fibrosas, translúcidas y de paredes delgadas. En la semilla se destacan en la parte basal el endospermo y el embrión. Las células del endospermo contienen, entre otras sustancias, almidón, aceites, azúcares y alcaloides como la cafeína. El embrión en la parte basal de la semilla mide de 2 a 5 mm de largo y consta de un hipocótilo cilíndrico y dos cotiledones superpuestos (Arcila et al., 2007).

4.7. Características de los cultivares en estudio

4.7.1. Cultivar *Sarchimor*

Cultivar obtenido del cruce del villa sarchi y el híbrido timor con el objetivo de transferir genes de resistencia a la roya al villa sarchi. Es una planta pequeña, pero muy desarrollada y potente. Tiene hojas abundantes y frutos grandes (Alarcó, 2011).

4.7.2. Cultivar *Typica*

Cultivar procedente de Etiopía y una de las primeras de Latinoamérica, por lo que se adapta mejor al medio. Posee una forma cónica y de porte alto, puede crecer libremente hasta cuatro metros. Tiene un solo tronco y sus ramas principales suelen ser horizontales, opuestas y alternas en pares, formando un ángulo de 50 ° a 70 ° con el eje central (Alarcó, 2011).

4.7.3. Cultivar *Acahua*

Proviene del cruce entre Mundo Novo IAC 388-17 y el Sarchimor IAC 1668, por lo cual es muy resistente a la sequía y la roya; presenta tolerancia a los nematodos; bebida de buena calidad y ciclo de maduración tardía.

4.7.4. Cultivar *Castillo*

Este cultivar proviene de un cruce entre Caturra (progenitor femenino) e Híbrido de Timor CIFC#1 343 (progenitor masculino). Se obtuvieron plantas F1 y a partir de autofecundación las generaciones F2 y F3. Estas se cultivaron individualmente por progenie y se seleccionaron por vigor, porte bajo de las plantas, calidad en taza, rendimiento, tasa de daño de las semillas, tamaño de grano, resistencia completa e incompleta a *H. vastatrix* probable tolerancia a la enfermedad de la cereza del café (Castillo & Alvarado, 1997).

4.8. Fisiología del café

4.8.1. Clorofila

Las hojas de café, que son el principal órgano captador de luz del proceso de fotosíntesis, juegan un papel importante en el desarrollo del cultivo, ya que a través de su análisis químico es posible conocer la función de la planta. Las mayores concentraciones de clorofila a, b y total se encuentran durante la floración del cafeto (Marín et al., 2020).

La clorofila es un pigmento verde de las plantas que absorbe la energía lumínica y la transforma en energía química a través de la fotosíntesis, esto para la síntesis de compuestos orgánicos que necesita la planta (Ruiz et al., 2019).

4.8.2. Densidad y apertura estomática

Los estomas pueden considerarse como válvulas de conducción hidráulica, que en la superficie de la hoja se abren para permitir la asimilación de CO₂ y se cierran para evitar la pérdida excesiva de agua, regulada por condiciones ambientales como la luz, el CO₂, la humedad y fitohormonas. Las hojas son órganos especializados en captar la luz necesaria para la actividad fotosintética, que es captada por los cloroplastos; a esto se suma el aporte de agua a través de los

haces vasculares y la asimilación de CO₂ a través de los poros estomáticos, que pueden cambiar rápidamente el grado de apertura (Medina et al., 2008).

Según Pérez et al. (2015) el café, el trigo y el algodón son ejemplos de plantas con un metabolismo C₃, caracterizado porque los estomas se mantienen abiertos durante el día para capturar el dióxido de carbono, mientras que la unión del dióxido de carbono a los carbohidratos (como los azúcares) ocurre independientemente de la luz. Cuando hay demasiado dióxido de carbono en el ambiente, las plantas C₃ acumulan más, por lo que este gas, al ser abundante, permite que las plantas sinteticen más glucosa, lo que significa que a niveles muy altos de dióxido de carbono, las plantas con metabolismo C₃ se verán beneficiadas en cuanto al crecimiento y reproducción.

4.9. Antecedentes de estudios referentes al proyecto de investigación

Blanco et al. (2003) realizaron un estudio sobre la morfología del café en lotes comerciales en Nicaragua con el objetivo de caracterizar cada lote de café, basándose en sus aspectos agro ecológicos; en lo cual demostraron que existieron diferencias entre los lotes de café debido a la variedad sembrada y manejo agronómico. Por otra parte, Cárdenas (2007) realizó una profunda caracterización de toda la colección núcleo del CATIE a través de descriptores morfológicos y agronómicos con el fin de conocer la estructura fenotípica de la colección y la variabilidad de las características de interés agronómico presentes en las accesiones; dando como resultado que existen tres grupos fenotípicos diferentes para los 23 descriptores evaluados.

Cosme-De la Cruz et al. (2020), en su investigación, mencionan que el objetivo fue caracterizar morfológicamente 13 caracteres cualitativos de cinco variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. (Colombia, Catimor, Limani, Catuai y Caturra) y evaluar su grado de resistencia a la roya amarilla; dando como resultado que de las 13 características cualitativas evaluadas en cinco variedades, nueve características fueron similares; hábito de ramificación, ángulo de inserción, forma de estípula, forma de la hoja, forma de ápice, color del peciolo, forma de fruto, color de semilla y forma de semilla. Y, en los cuatro restantes se observaron diferencias en cuanto a la forma de planta, color de hoja madura, color de brotes y color de fruto.

5. Metodología

5.1. Localización del estudio

La presente investigación se realizó en las estaciones Experimentales La Argelia y Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

La estación Experimental La Argelia se encuentra ubicada en la parroquia Punzara (figura 1). Se encuentra a una latitud de 4,04 ° Sur, una longitud de 79,20 ° Oeste y una altitud de 2 138 m.s.n.m. La zona de estudio presenta una temperatura media de 16,1 °C, precipitaciones de 1 089,3 mm anuales y una humedad relativa del 74 %.

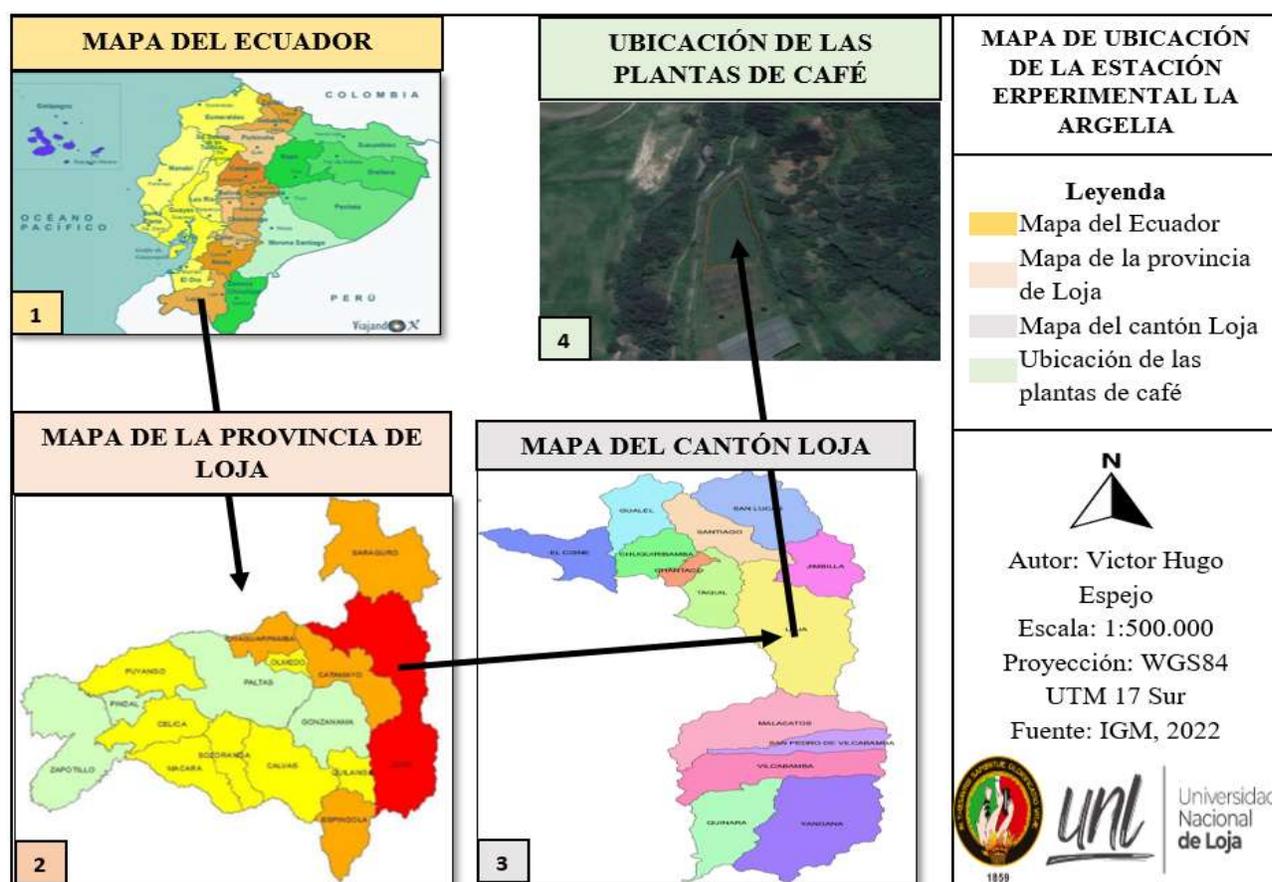


Figura 1. Localización de la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

El Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba(CBFT-Z) de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en la parroquia Casanga, cantón Paltas, provincia de Loja (figura 2). Cuenta con una finca de 195,6 ha, de las cuales, 40 son potencialmente regables, ubicadas en la parte baja de la finca; 150 ha con áreas de secano y formaciones naturales de bosque seco; y, 5,6 ha destinadas para infraestructura educativa y productiva. Geográficamente se ubica en las

coordenadas 79° 46' 27" de longitud Oeste y 04° 01' 01" latitud Sur, con una altitud de 900 m.s.n.m. Posee una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual de 660 mm, encontrándose un régimen pluviométrico definido con un déficit de lluvia (mayo a diciembre); y, precipitaciones concentradas (enero, febrero, marzo, abril) (González et al., 2018).

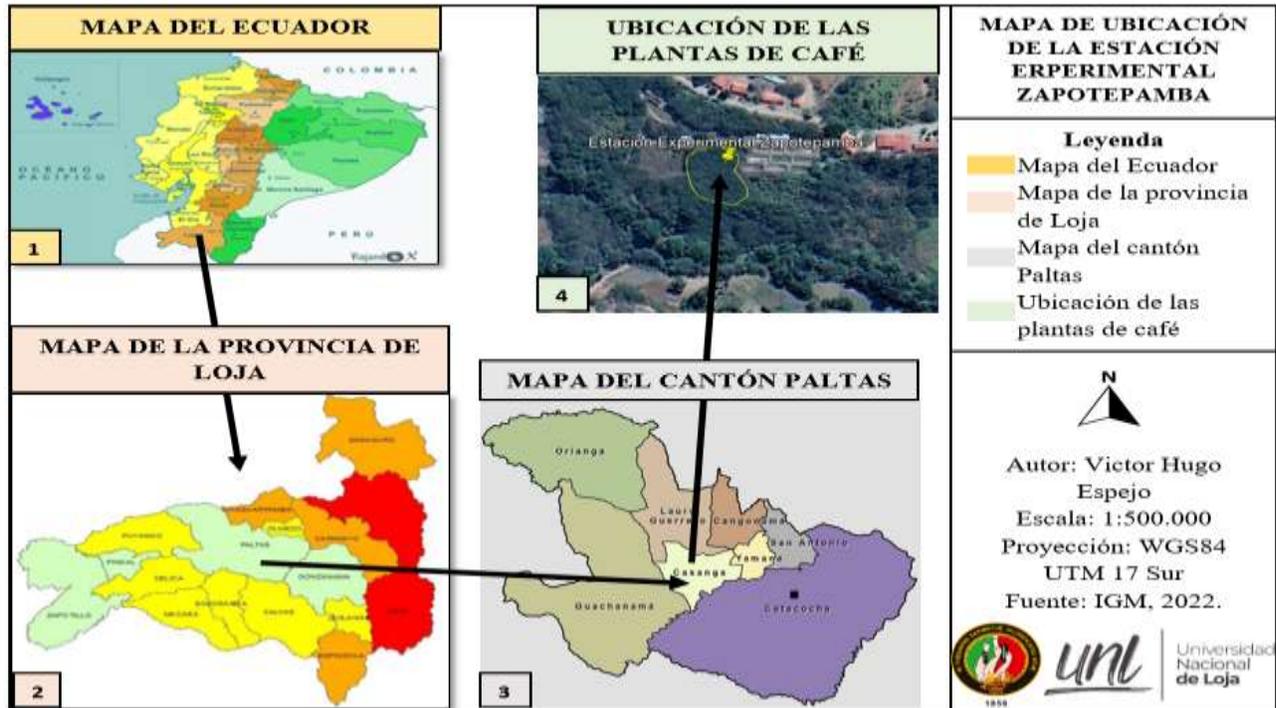


Figura 2. Localización de la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

5.2. Metodología General

La investigación es de tipo no experimental, ya que se llevó a cabo sin la aplicación de un diseño experimental. A su vez, posee un enfoque cualitativo y cuantitativo en el cual se generaron resultados sobre diferencias morfológicas, fisiológicas y del rendimiento con carácter numérico. De acuerdo a las características de este estudio, el alcance de la investigación es no exploratoria y descriptiva porque en los tres cultivares se encontraron diferencias entre las características morfológicas y del rendimiento en las dos estaciones.

Esta investigación se realizó en dos áreas ya establecidas con tres cultivares de café: Typica, Sarchimor y Castillo en la estación Experimental La Argelia; y, Aachua, Sarchimor y Castillo en la estación Experimental Zapotepamba con una densidad de siembra de 1,5 m por planta y 2 m entre surco en las dos localidades.

En las dos áreas experimentales se realizaron controles de arvenses mediante limpieza manual con la ayuda de una lampa, no fue necesario la aplicación de controles de plagas y enfermedades ya que no hubo presencia de estos; además, no se realizó fertilizaciones ya que queríamos obtener los datos sin la influencia de fertilizantes tanto orgánicos como químicos.

No se aplicó ningún tipo de riego en la estación Experimental La Argelia ya que durante el lapso de tiempo en el que se desarrolló la investigación existió presencia de lluvias y para la estación Experimental Zapotepamba los trabajadores encargados regaban el café cada mes. Por su edad y altura no se realizó ningún tipo de poda.

La investigación inicio cuando los cultivares de las dos áreas tenían 2 años 4 meses de edad, lo cual para nuestro registro es considerado como la fecha 1 (o días).

5.2.1. Muestreo aleatorio

Se utilizó un muestreo poblacional aleatorio con 6 plantas por cada cultivar, dando un total de 36 plantas a evaluar. Para seleccionarlas, se realizó una selección visual teniendo en cuenta condiciones fitosanitarias adecuadas libres de plagas, enfermedades y sin signos de presencia de virus, además no presentar deficiencias nutricionales.

Para la toma de datos de las características morfológicas, se realizaron 4 muestreos cada 60 días y para el establecimiento del rendimiento se realizó una sola cosecha; esto con el fin de evitar errores en la toma de datos. Durante este lapso de tiempo se evidenció la emisión de nuevas ramas o ramillas productivas, crecimiento en longitud y crecimiento en diámetro de tallo (Milla et al., 2019).

En las gráficas de los resultados, la desviación estándar representa la dispersión de los datos, cuanto mayor sea la dispersión mayor es la desviación estándar.

5.3. Metodología para determinar las características morfológicas de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

Para dar cumplimiento a este objetivo, se seleccionaron y etiquetaron 6 plantas al azar con el fin de determinar sus características morfológicas; así mismo, para evaluar cada variable se la etiquetó con el fin de medir la misma. Se utilizó el descriptor de café ya establecido (IPGRI 1996), en donde a cada planta se les tomó los datos de las variables cada 60 días para un total de 4 mediciones.

- **Altura de la planta:** Se midió la planta con un flexómetro en cm (Anexo 1), desde la base del tallo hasta el ápice terminal del tallo principal (Zapata y Jiménez, 2016). En cuanto a la tendencia de crecimiento de las plantas, se restó el promedio de las 5 mediciones a los 180 días con el promedio de las 5 mediciones a los 0 días después del inicio de la investigación y el resultado fue expresado como el incremento de la altura de las plantas.
- **Diámetro del tallo:** Se midió en un punto inmediatamente inferior a la inserción de la primera rama utilizando el calibrador digital de vernier expresando en mm (Anexo 2) (Zapata y Jiménez, 2016).
- **Número de ramas por planta:** Se contó directamente el número total de ramas existentes en la planta (Anexo 3).
- **Número de hojas por planta:** Se contó el número total de hojas existentes en toda la planta (Anexo 4).
- **Longitud de la rama:** Se evaluó con el uso de un flexómetro en cm desde la base hasta la parte final de la rama más larga del tercio inferior de cada planta (Anexo 5).
- **Ángulo de inserción de las ramas del eje central:** Se tomaron aleatoriamente cinco ramas del tercio medio de la planta en el tallo dominante y con un graduador se midió el valor del ángulo en grados sexagesimales entre el tallo y las ramas. El ángulo de inserción por planta se expresó como la media aritmética de las 5 medidas (Anexo 6).
- **Ángulo del ápice de la hoja:** Se midió con un graduador 5 hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en diferentes ramas del tercio medio de la planta formando un vértice en el ápice de la hoja, proyectado a una distancia de 3 cm de uno de los lados (Anexo 7). El valor del ángulo del ápice de la hoja se lo expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Longitud de entre nudos:** Se midió con un flexómetro en cm la longitud de entrenudos de 5 ramas del tercio medio de la planta y el valor de la longitud de entre nudos se expresó como el promedio de las 5 mediciones (Anexo 8).
- **Color de la hoja joven:** Se seleccionaron al azar cinco puntos apicales de cinco ramas diferentes, donde se describió el color de las hojas más jóvenes utilizando el colorímetro (Anexo 9). El color de las hojas jóvenes se clasificó utilizando códigos del 1-5, donde (1) verduzca, (2) verde, (3) amarronada, (4) marrón rojiza y (5) bronce. El color de la

hoja joven por planta se determinó con base en la moda de las cinco observaciones (Cárdenas, 2007).

- **Longitud de la hoja:** Para medir esta característica, se muestreó aleatoriamente 5 hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en diferentes ramas (IPGRI, 1996); para ello, se utilizó el medidor de área foliar y el valor de la longitud de la hoja por planta se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Ancho de la hoja:** El procedimiento es similar a la medida de la longitud de la hoja, se muestreó aleatoriamente 5 hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en diferentes ramas (IPGRI, 1996); para ello, se utilizó el medidor de área foliar y el valor del ancho de la hoja por planta se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Longitud de la arista de la estípula:** Se midió la distancia entre la base de la estípula hasta la punta de la estípula de 5 ramas del tercio medio en mm con el calibrador digital de vernier y el valor de la longitud de la arista de la estípula se expresó como el promedio de las 5 mediciones (Cárdenas, 2007).
- **Longitud del peciolo foliar:** Se midió la distancia desde la base del peciolo hasta la inserción con la lámina foliar de 5 hojas maduras bien formadas en mm con el calibrador de vernier y este valor se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Clorofila-SPAD:** Para determinar el contenido de clorofila, se realizaron mediciones en 5 posturas de cada planta, tomando como muestra 5 hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en diferentes ramas; para ello se utilizó un medidor de clorofila SPAD-502 Plus, marca Minolta, el cual mediante la lectura de las absorbancias de la hoja en el rojo y cerca de la región infrarroja, calcula un valor numérico en unidades SPAD que es proporcional a la cantidad de la clorofila.
- **Densidad e índice estomático:** Para la obtención de los datos se utilizó la técnica de la impronta; que consistió en poner esmalte transparente en el envés de las hojas, luego se sacó la lámina y se colocó sobre un porta objeto. Para el conteo de estomas por 1 mm², se efectuó la observación con un microscopio Olympus modelo BX41TF. Olympus (2004), con aumento de 20 X, las imágenes se observaron con el programa Infinity Analyze y se capturaron con el programa Infinity Capture v.6 (Anexo12). Para determinar el número de estomas y células epidérmicas, se utilizó la técnica de

impronta, que consiste en aplicar una película incolora de esmalte de uñas sobre la superficie abaxial de las hojas de los cultivares a evaluar. La parte de la hoja donde se aplicó el esmalte correspondía a la zona central. Las lecturas de número de estomas y células de la epidermis se hicieron con un microscopio óptico con un aumento de 40 X y 100 X en 25 campos seleccionados al azar. El número de estomas/campo se contó cuando estaban presentes dos células guardas (Anexo 14 y 15) y al número de células epidérmicas propiamente dichas son las más abundantes y menos especializadas, y se disponen unidas muy estrechamente, sin dejar espacios intercelulares. Tienen forma y tamaño muy variados que se suelen adaptar a la forma de la estructura que recubren. (Anexo 16), aquellas que tenían toda su área o al menos un 60 % dentro del campo muestreado. Para medir estas características, se muestreó aleatoriamente 3 hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en los tercios superior, medio e inferior de 3 plantas por cultivar. Además de estas dos características, se calculó el índice estomático (IS) según lo propuesto por Azevedo et al. (1990), con la siguiente relación (Silva y Silva, 1998):

$$IE = \frac{N^{\circ} \text{ est.}}{N^{\circ} \text{ est.} + N^{\circ} \text{ cel. epid.}} \times 100$$

N° est. = número de estomas

N° cel. epid. = número de células epidérmicas

5.4. Metodología para establecer el rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas.

Para establecer el rendimiento se evaluaron las variables del fruto y de la semilla, se tomó el valor del descriptor por planta y fue establecido como la media de las 5 mediciones (IPGRI 1996). Se realizó una sola cosecha y se tomaron en cuenta solo a los frutos que se encontraban en la madurez dos ya que según (Peñuela et al., 2022)), una recolección de buena calidad se caracteriza por tener más del 80 % de frutos maduros (color 4 y 5) y sobremaduros (color 6 y 7) y menos del 2,5 % de frutos verdes (color 1). También debe evitarse una alta recolección de frutos en los colores 2 y 3, conocidos como verde-pintones y pintones, respectivamente, los cuales, aún en bajas proporciones, causan deterioro de la calidad, generando bajas calificaciones en taza y asociadas con sabores amargos o astringentes (figura 3).

Estado	Color	Coordenadas L*, a*, b*	Color	Fotografía
Verde	1	55,9*; -15,2*; 20,7*		
Verde pintón	2	66,2*; -4,0*; 28,1*		
Pintón	3	66*; 9,5*; 23,6*		
Maduro 1	4	42,4*; 26,9*; 3,3*		
Maduro 2	5	39,4*; 16,8*; 3,3*		
Sobremaduro 1	6	35,4*; 13,7*; -0,3*		
Sobremaduro 2	7	28,8*; 8,6*; -0,9*		
Seco	8	15,9*; 1,9*; 0,7*		

Figura 3. Estados de madurez e identificación por color de los frutos de café.

5.4.1. Fruto

- **Longitud del fruto:** Se seleccionaron al azar 5 frutos de ramas diferentes del tercio medio e inferior de la planta y con el calibrador digital de vernier se midió en milímetros la parte más larga del fruto, también se los etiquetó para volver a medir los mismos frutos. El valor de la longitud del fruto se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Ancho del fruto:** Se seleccionaron al azar 5 frutos de ramas diferentes del tercio medio e inferior de la planta y con el calibrador digital de vernier se midió en milímetros la parte más ancha del fruto. El valor del ancho del fruto se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Número de frutos por rama:** Para la evaluación de los frutos por árbol, se cosecharon las cerezas que alcanzaron la madurez fisiológica de toda una rama y para guardarlas se utilizaron bolsas plásticas debidamente marcadas con el nombre del cultivar y número de planta (Anexo 10).
- **Forma del fruto:** Se describió la forma del fruto utilizando muestras de imágenes para comparación, clasificadas en códigos de 1-5, donde (1) redondeada, (2) obovada, (3)

oval, (4) elíptica, (5) oblonga y la forma del fruto por planta se determinó con base en la moda del total de los 5 frutos (Anexo 11).

- **Peso del fruto:** El peso de los frutos se determinó para cada planta con la ayuda de una balanza digital de precisión 0,1 mg, y luego se determinó el peso total por cultivar. Antes del pesado se clasificaron los granos sanos y los brocados y solo se pesaron los granos sanos (Anexo 12). El valor del peso fresco del fruto se expresó como el promedio de las 5 mediciones.

5.4.2. *Semilla.*

- **Longitud de la semilla:** Se seleccionaron al azar 5 semillas y con el calibrador digital de vernier se midió en milímetros la parte más larga de la semilla.
- **Ancho de la semilla:** Se seleccionaron al azar 5 semillas y con el calibrador digital de vernier se midió en milímetros en la parte más ancha de la semilla.
- **Peso de la semilla:** Al igual que para el peso del fruto, se utilizó una balanza digital de precisión y se pesó 5 semillas por cada cultivar y el valor del peso de la semilla se expresó como el promedio de las 5 mediciones.
- **Peso de 100 semillas secas:** Se utilizó una balanza digital de precisión 0,1 mg, donde se tomaron 100 semillas sanas y se pesaron cada una de ellas por cultivar.
- **Rendimiento:** Para obtener el rendimiento se realizó el siguiente procedimiento.

Primer paso: Para obtener la superficie de plantas por hectárea, se multiplicó las distancias entre plantas por la distancia entre surco, las cuales para esta investigación fueron de 1,5 m por planta y 2 m entre surco en las dos localidades, dando un total de 3 m²; por lo cual, la superficie por hectárea (10 000 m²) se divide para 3 m², dando un total de 3 333 plantas/ha.

Para el caso de esta investigación tenemos un total de 95 plantas para el cultivar Typica, 279 plantas para el cultivar Sarchimor, 284 plantas para el cultivar Castillo en la estación Experimental La Argelia y 282 plantas para el cultivar Acahua, 235 plantas para el cultivar Sarchimor y 235 plantas para el cultivar Castillo en la estación Experimental Zapotepamba.

Segundo paso: Determinar el número de granos cereza por árbol.

Se identificó el área a tomar los datos y se eligieron cinco plantas al azar.

Por cada planta se tomó en cuenta solo las ramas productivas y se realizó el conteo de los granos por rama, donde se promedió el número de granos por rama y se multiplicó por la cantidad de ramas productivas, seguidamente se sumaron y dividieron para cinco, obteniéndose así el número de granos cereza por árbol y se multiplicó por dos ya que cada fruto sano contiene dos semillas y con esto se obtiene el número de semillas por árbol. Este mismo procedimiento se debe efectuar para los tres cultivares.

Tercer paso: Calcular los Kg de café por planta

Para ello se deben tomar los datos de los promedios de las semillas de café almendra de café y multiplicar por el número total de semillas de café almendra por planta en cada uno de los cultivares en estudio.

Peso promedio de la semilla de café almendra

** # total de semillas de café almendra por planta*

= gr de café almendra/planta

Se transforma los gr a Kg con la siguiente relación:

$$1 \text{ Kg} = 1000 \text{ gr}$$

Seguidamente, se multiplica el peso de la almendra por el total de plantas por ha.

*Peso en Kg de café almendra por planta * 3333 plantas por ha = Kg/ha*

Se transforma los Kg a t utilizando la siguiente relación:

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ Kg}$$

6. Resultados

Para la caracterización morfológica se realizaron cuatro mediciones en diferentes fechas; donde, fecha 1 (0 días), fecha 2 (60 días), fecha 3 (120 días) y fecha 4 (180 días).

6.1. Caracterización morfológica de las plantas de café en la estación Experimental

La Argelia

➤ Altura de la planta

En la figura 4A sobre la altura de las plantas de café en la estación Experimental La Argelia, a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Typica presentó un promedio de 114 cm, seguido del Castillo con 85,83 cm y el Sarchimor con 79,83 cm. En la figura 4B, el cultivar Typica presentó una tendencia de crecimiento de 24,17 cm, el Sarchimor de 20,90 cm y el Castillo de 20,13 cm.

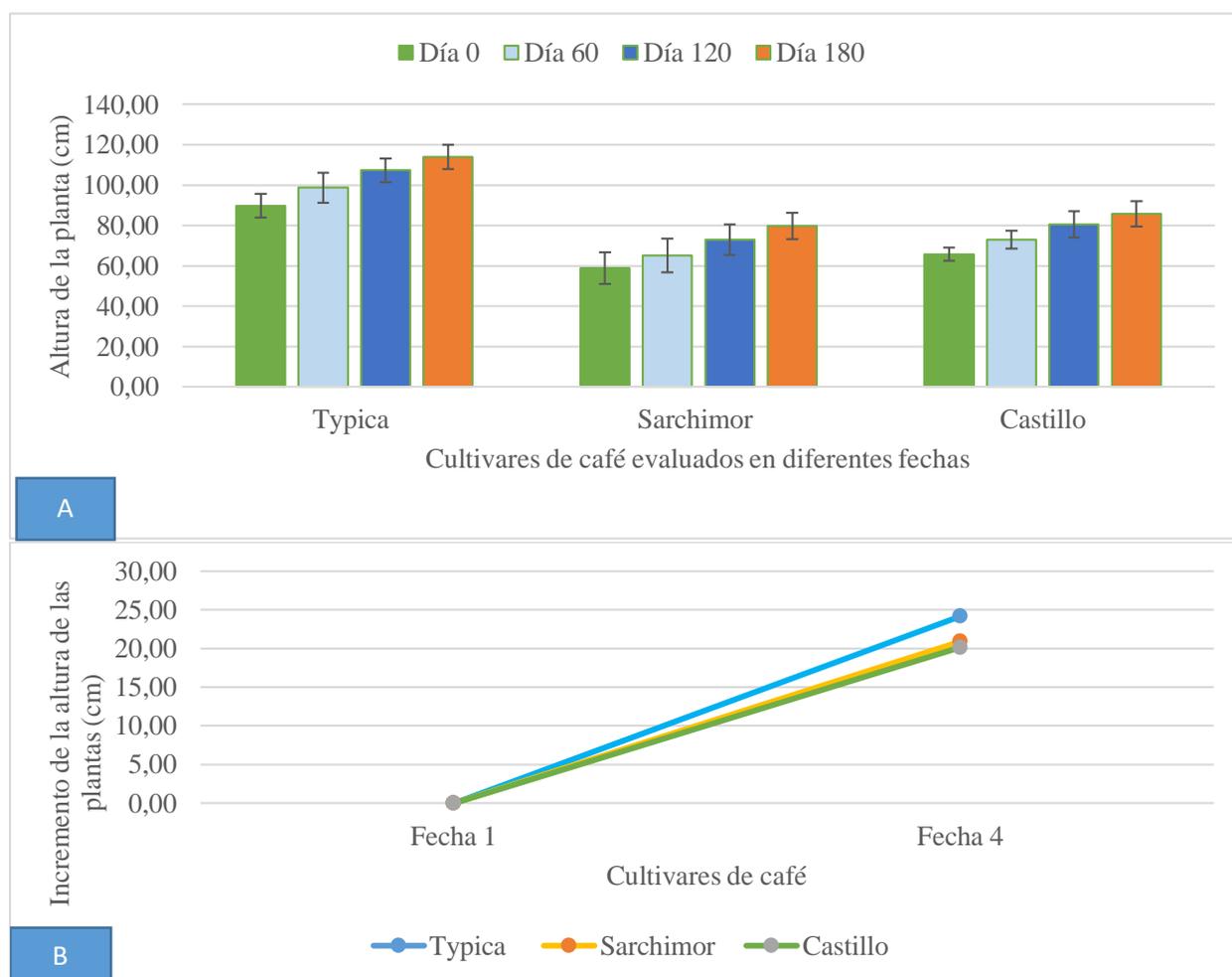


Figura 4. A. Altura de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja. B. Tendencia de crecimiento de las plantas de café.

➤ Diámetro del tallo

En la figura 5 a los 180 días después del inicio de la investigación se evidencia el diámetro del tallo de las plantas de café, donde el cultivar Castillo mostró un promedio de 30,15 mm, el Typica de 28,45 mm y el Sarchimor de 24,85 mm.

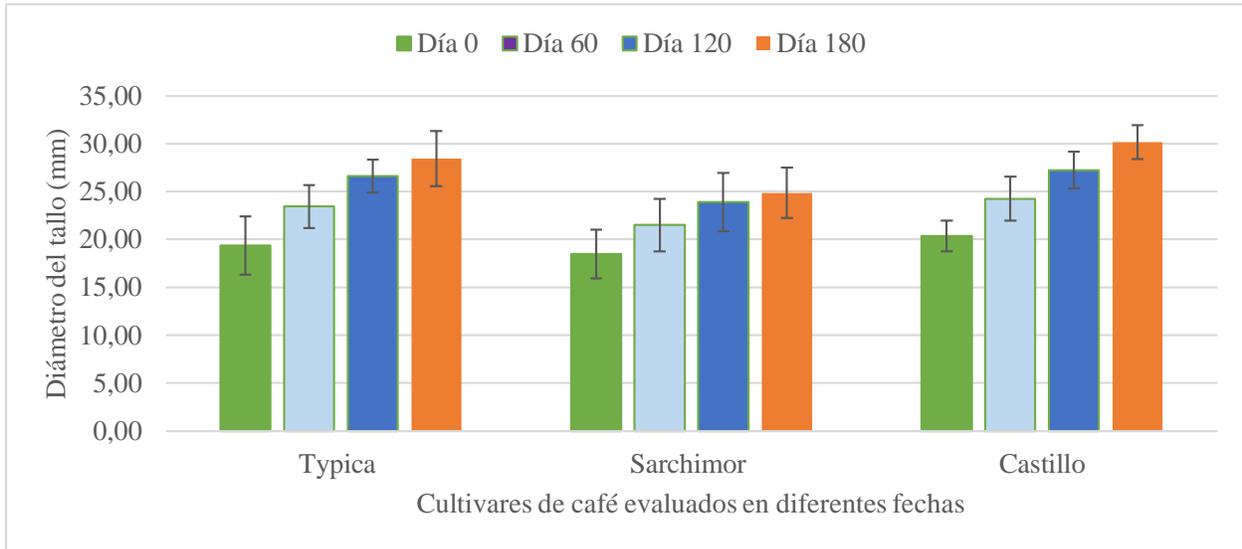


Figura 5. Diámetro del tallo de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Número de ramas por planta

La figura 6 indica el número de ramas por planta de café, en la cual a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Castillo exhibió un promedio de 36 ramas por planta, el Sarchimor de 37 ramas por planta y el Typica de 32 ramas por planta.

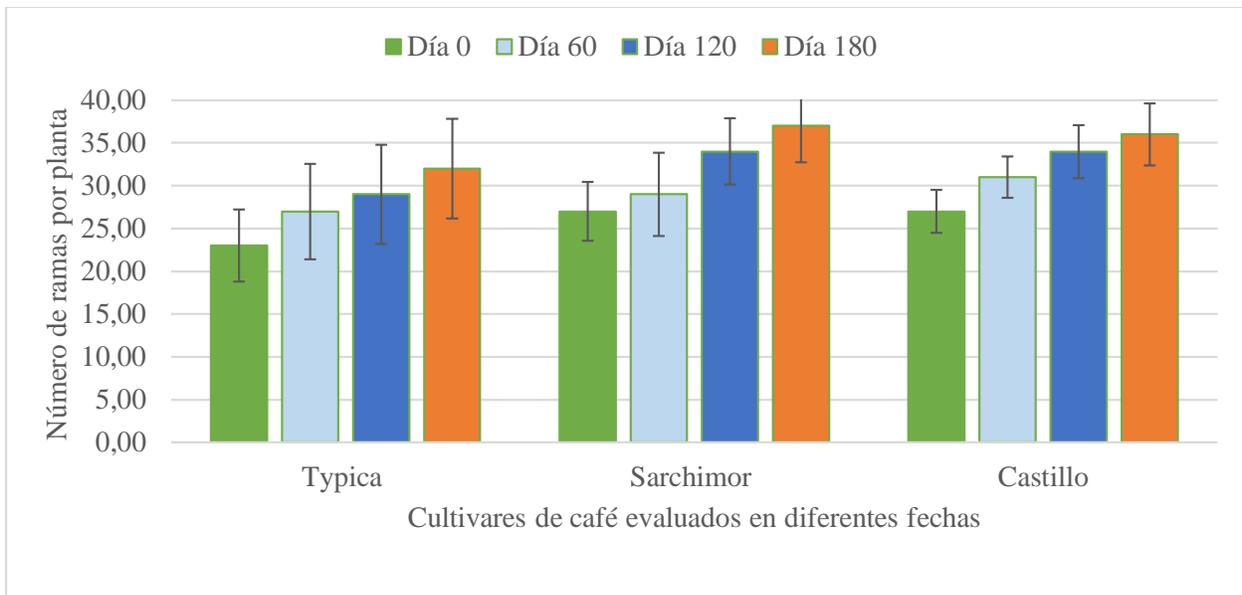


Figura 6. Número de ramas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Número de hojas por planta**

La figura 7 demuestra el número de hojas por planta de café, donde se observa que a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Castillo presentó un promedio de 395 hojas por planta, el Sarchimor de 395 hojas por planta y el Typica de 388 hojas por planta.

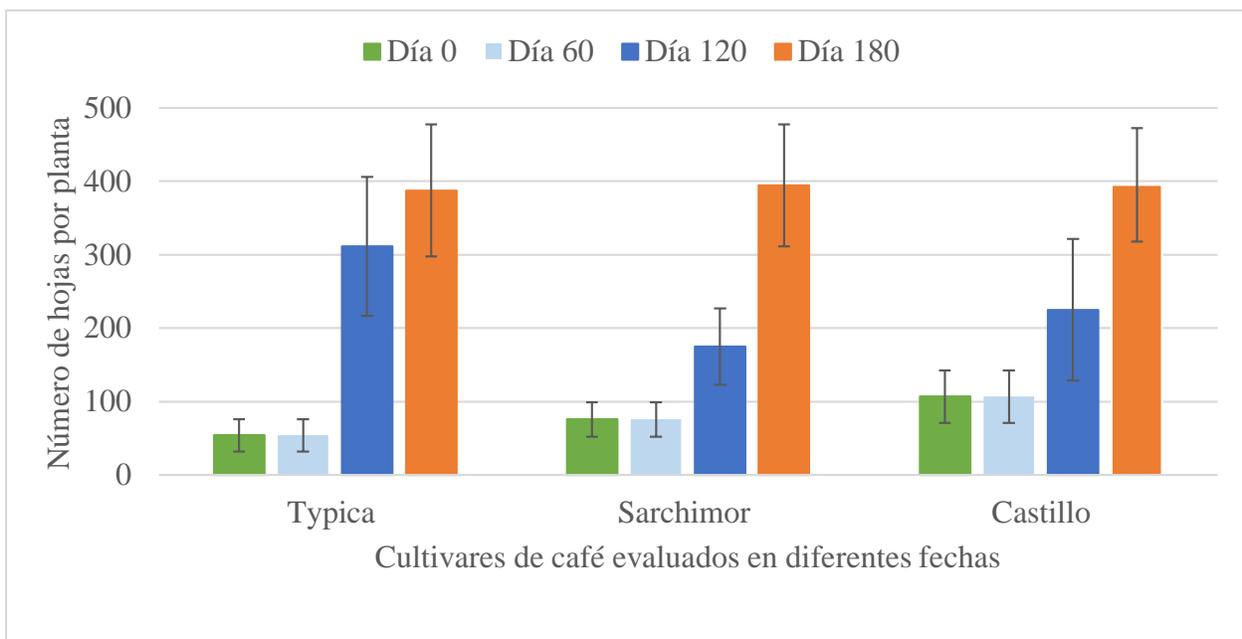


Figura 7. Número de hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Color de la hoja joven

La figura 8 representa el color de las hojas jóvenes de las plantas de café, en la cual se observa a los 180 días después del inicio de la investigación que el cultivar Typica presentó 96,67 % de hojas con color bronce y 3,33 % de color verde, el cultivar Sarchimor 5 % de hojas con color bronce y 95 % de color verde y el cultivar Castillo 53,33 % de hojas con color bronce y 46,67 % de color verde (Anexo 17).

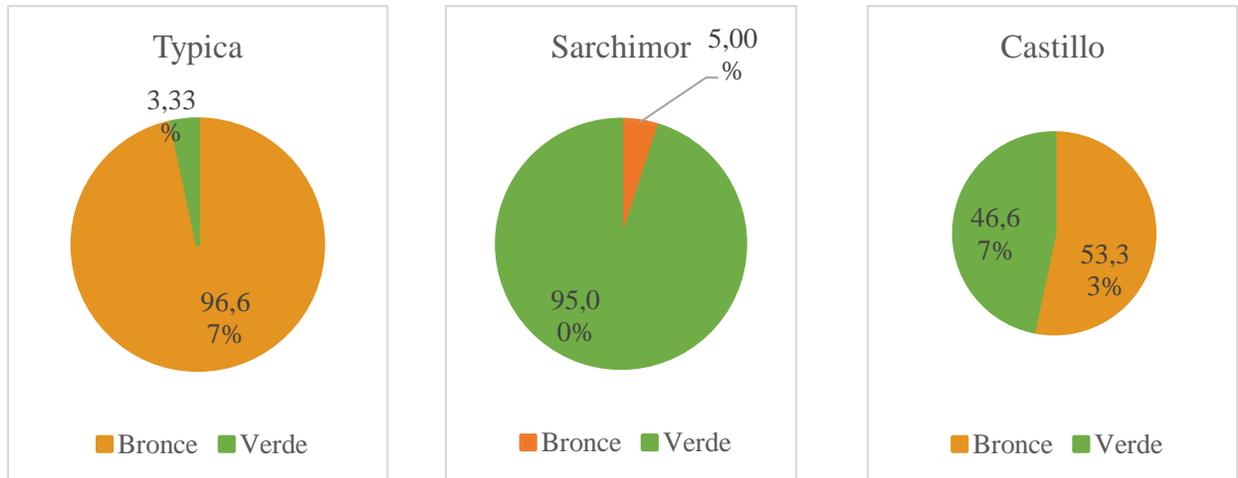


Figura 8. Color de las hojas jóvenes de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Longitud de la hoja

La longitud de las hojas de las plantas de café en la figura 9, demuestra que a los 180 días después del inicio de la investigación en el cultivar Typica exhibió un promedio de 11,64 cm, el Castillo de 10,91 cm y el Sarchimor de 10,43 cm.

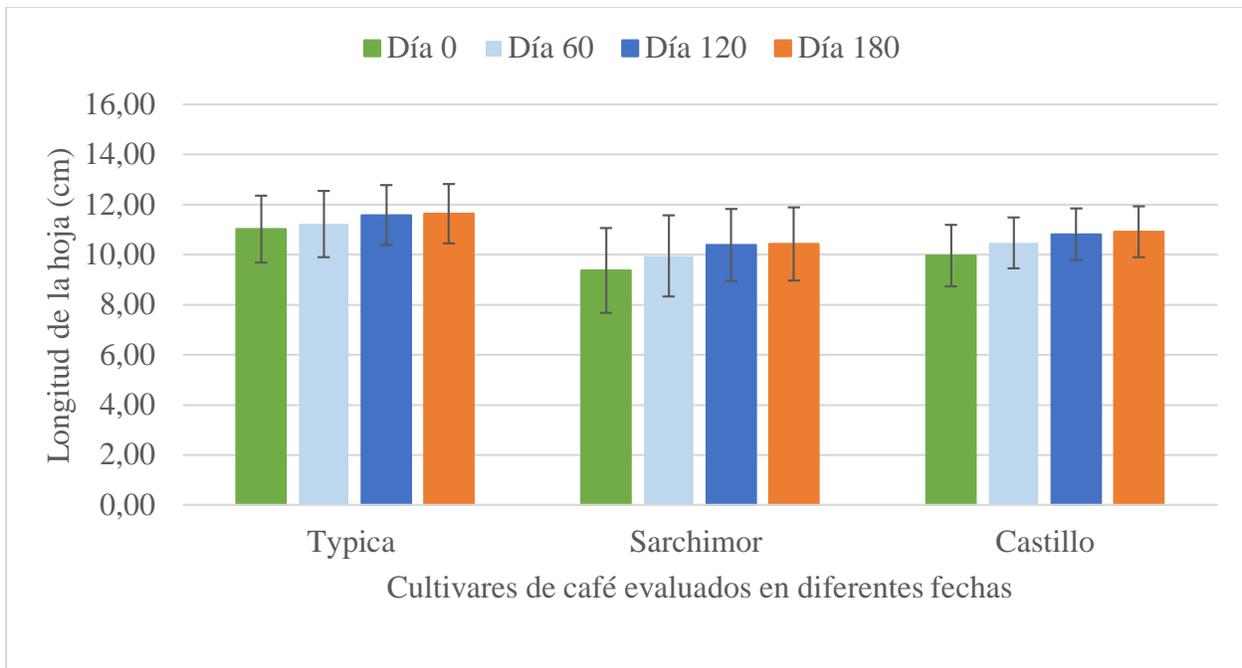


Figura 9. Longitud de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Ancho de la hoja**

La figura 10 indica el ancho de las hojas de las plantas de café a los 180 días después del inicio de la investigación, en las cuales, el cultivar Castillo presentó un promedio de 6,51 cm, el Typica de 5,94 cm y el cultivar Sarchimor de 5,75 cm de ancho.

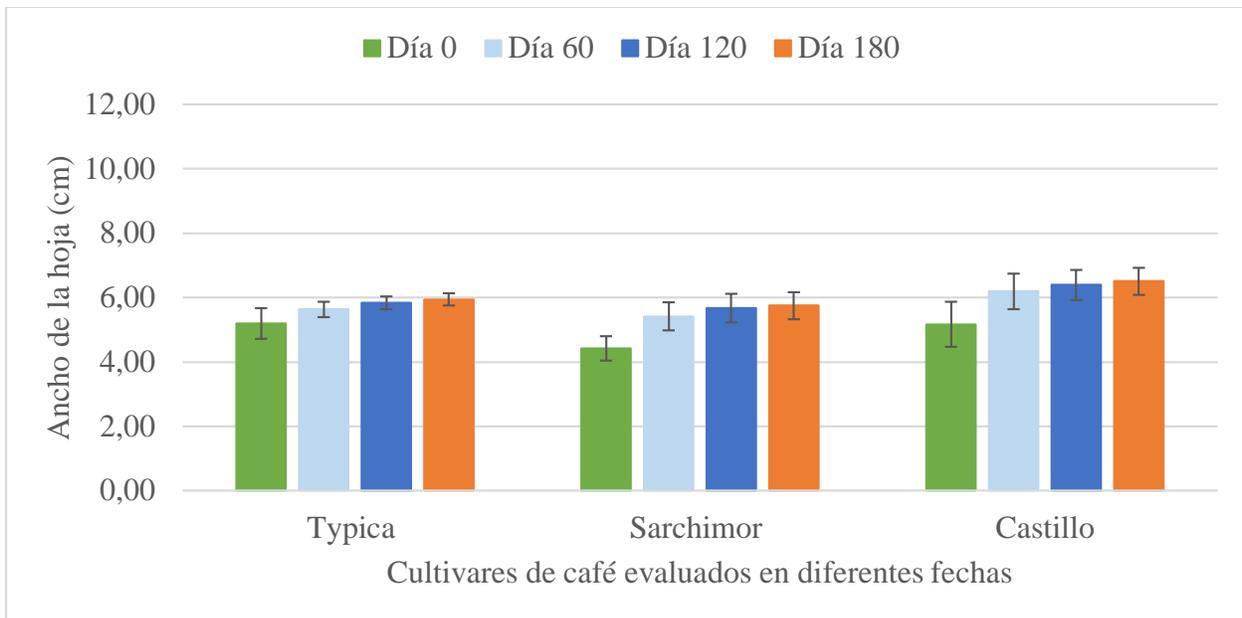


Figura 10. Ancho de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud de entre nudos**

En la figura 11 se muestran la longitud de entre nudos de las plantas de café a los 180 días después del inicio de la investigación, donde el cultivar Typica exhibió un promedio de 7,43 cm, el Sarchimor de 5,89 cm y el Castillo de 5,66 cm.

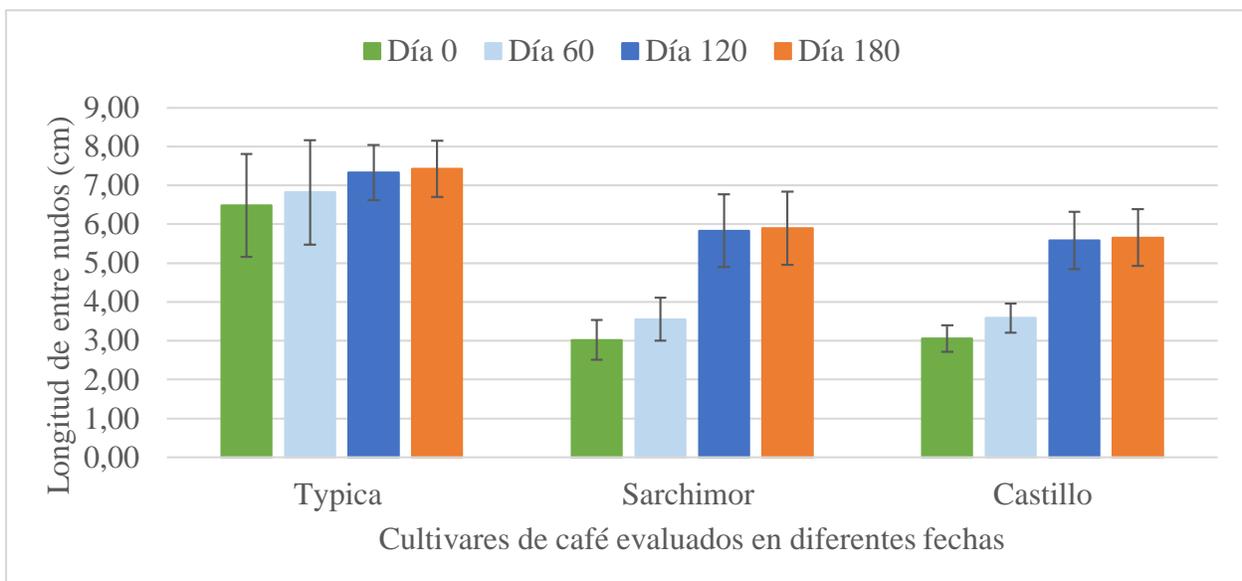


Figura 11. Longitud de entre nudos de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Ángulo del ápice de la hoja

La figura 12 corresponde al ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café, donde se observa que el cultivar Typica mostró un promedio de 67,58 °, el Sarchimor 65,21 ° y el castillo 73,79 °.

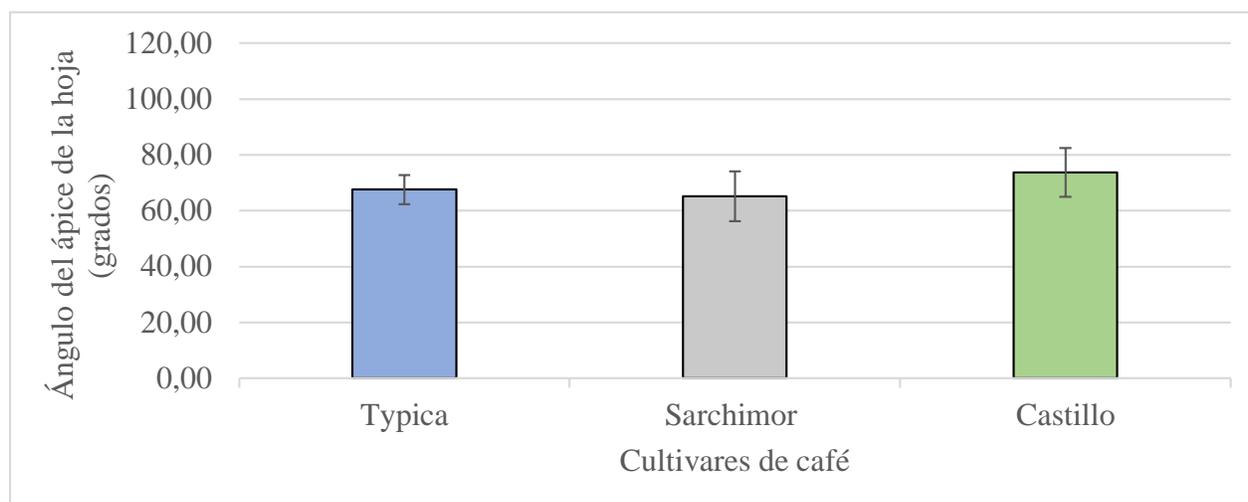


Figura 12. Ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Ángulo de inserción de las ramas del eje central

En la figura 13 se indica el ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café a los 180 días después del inicio de la investigación, donde el cultivar Typica evidenció un promedio de 54,92 °, el Sarchimor 54,13 ° y el castillo 53,96 °.

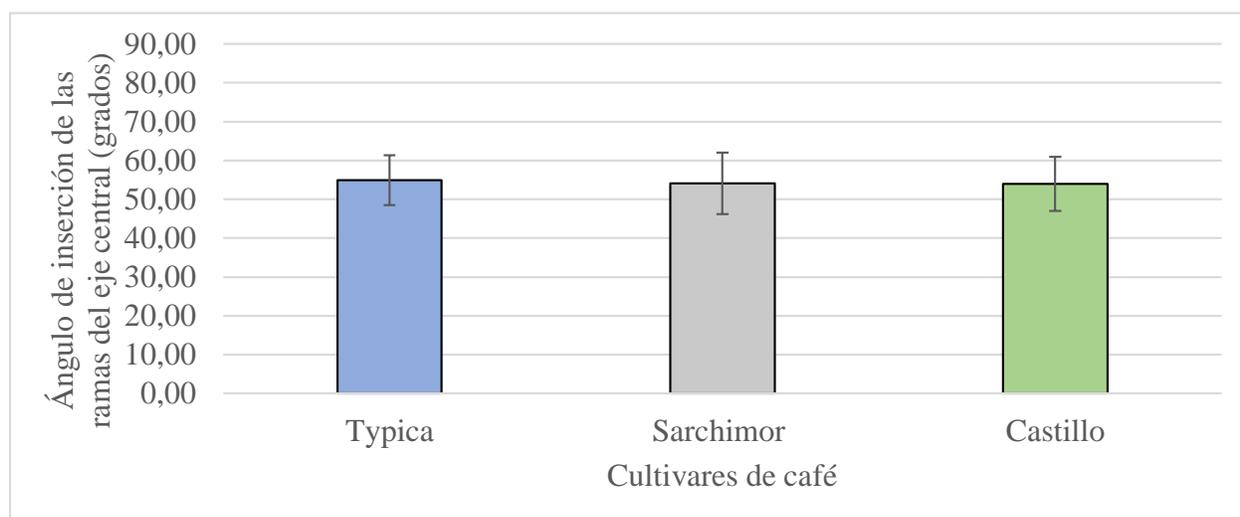


Figura 13. Ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud de la rama**

En la figura 14 se evidencia la longitud de las ramas de las plantas de café, donde a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Typica mostró un promedio de 61,08 cm, el Sarchimor 48,17 cm y el Castillo 56,42 cm.

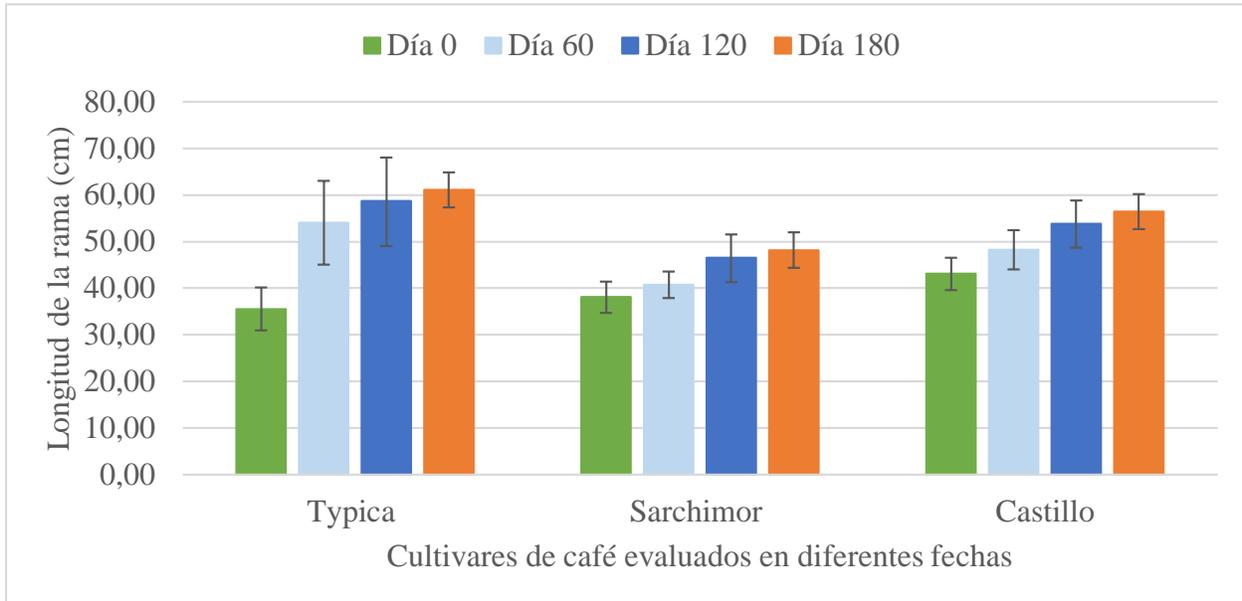


Figura 14. Longitud de la rama de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud de la arista de la estípula**

En la figura 15 sobre la longitud de la arista de la estípula de las plantas de café a los 180 días después del inicio de la investigación, el cultivar Typica exhibió un promedio de 11,24 cm, el Castillo de 10,54 cm y el Sarchimor de 9,78 cm.

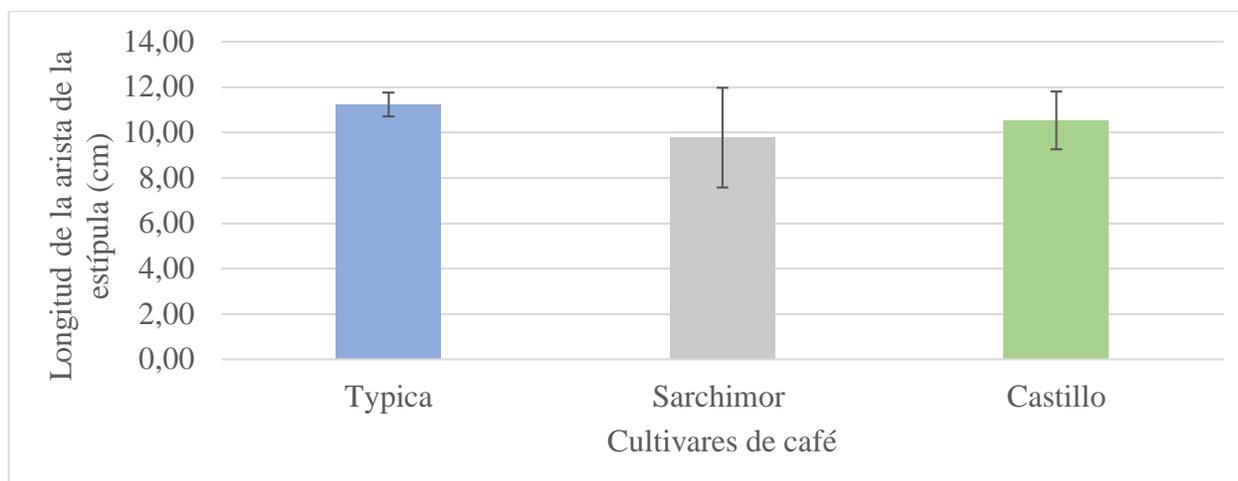


Figura 15. Longitud de la arista de la estípula de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud del peciolo foliar**

En la figura 16 a los 180 días después del inicio de la investigación sobre la longitud del peciolo foliar, los cultivares Typica y Sarchimor presentaron los mismos promedios de 1,00 cm mientras que el cultivar Castillo presentó un promedio inferior de 0,91 cm.

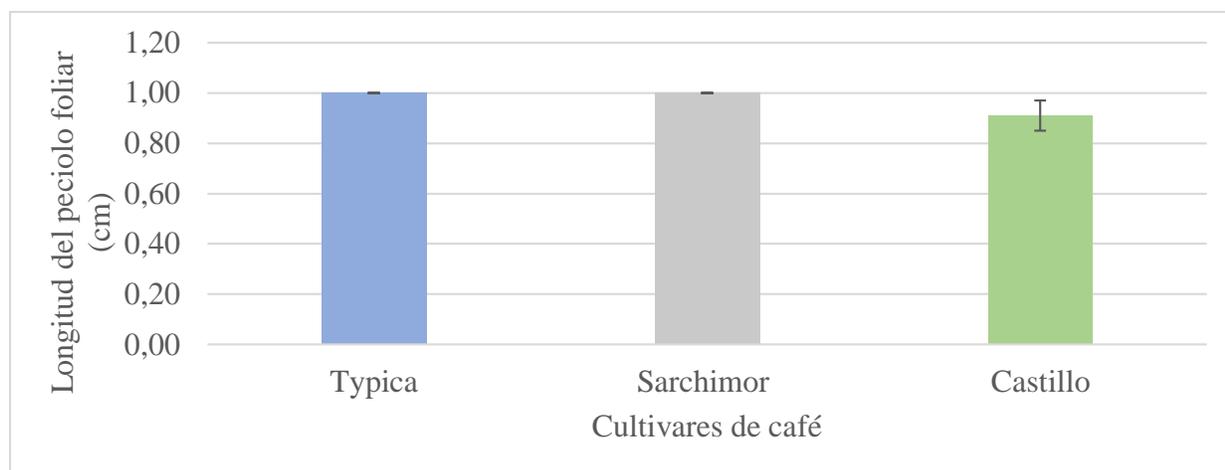


Figura 16. Longitud del peciolo foliar de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Clorofila total**

La figura 17 representa la clorofila total de las plantas de café evaluadas a los 180 días después del inicio de la investigación, donde el cultivar Sarchimor presentó un promedio de 75,08

Unidades SPAD, seguido del Castillo de 79,33 Unidades SPAD y el Typica de 74,45 Unidades SPAD.

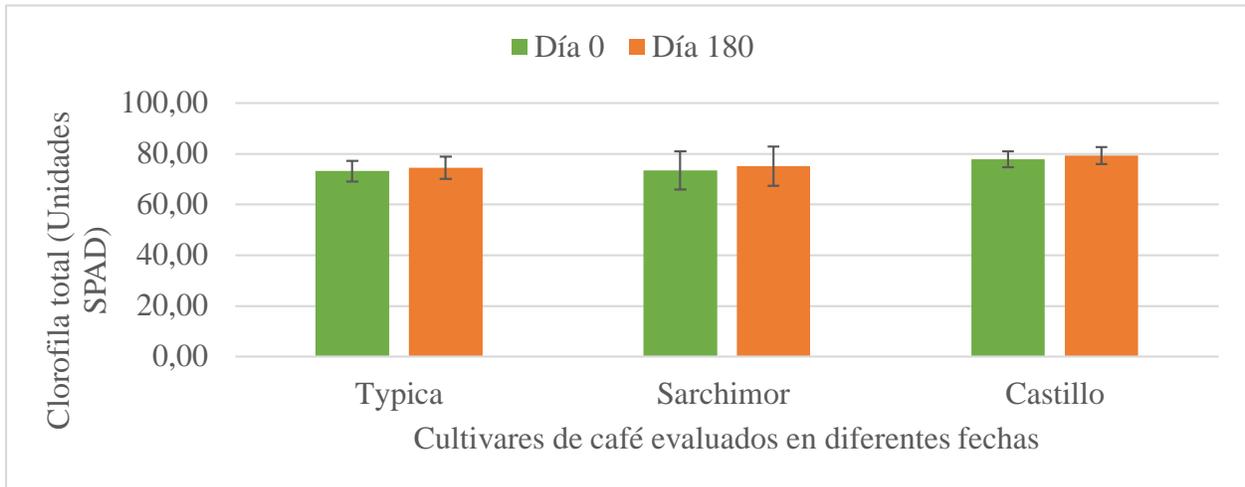


Figura 17. Clorofila Total de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Densidad e índice estomático

La tabla 3 representa la densidad e índice estomático de las plantas de café, donde se observa que el cultivar Typica exhibió un promedio de 130 estomas y un índice estomático de 27 por 1 mm², el cultivar Castillo de 110 estomas y un índice estomático de 24 por 1 mm² y el cultivar Sarchimor de 100 estomas y un índice estomático de 24 por 1 mm².

Tabla 3. Densidad e Índice estomático de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

Zona de estudio	Cultivar	Número de Estomas por 1 mm ²	Número de células epidérmicas típicas por 1 mm ²	Índice Estomático por 1 mm ²
La Argelia	Typica	130	350	27
	Sarchimor	100	330	24
	Castillo	110	350	24

6.2. Caracterización morfológica de las plantas de café en la estación Experimental Zapotepamba

➤ Altura de la planta

En la figura 18A a los 180 días después del inicio de la investigación, se evidencia la altura de las plantas de café en la estación Experimental Zapotepamba, donde el cultivar Castillo mostró un promedio de 93,25 cm de altura, seguido del Acahua con 85,50 cm y el Sarchimor con 79,67 cm. En la figura 18B, el cultivar Castillo exhibió una tendencia de crecimiento de 27,12 cm, el Sarchimor de 19,70 cm y el Acahua de 18,45 cm.

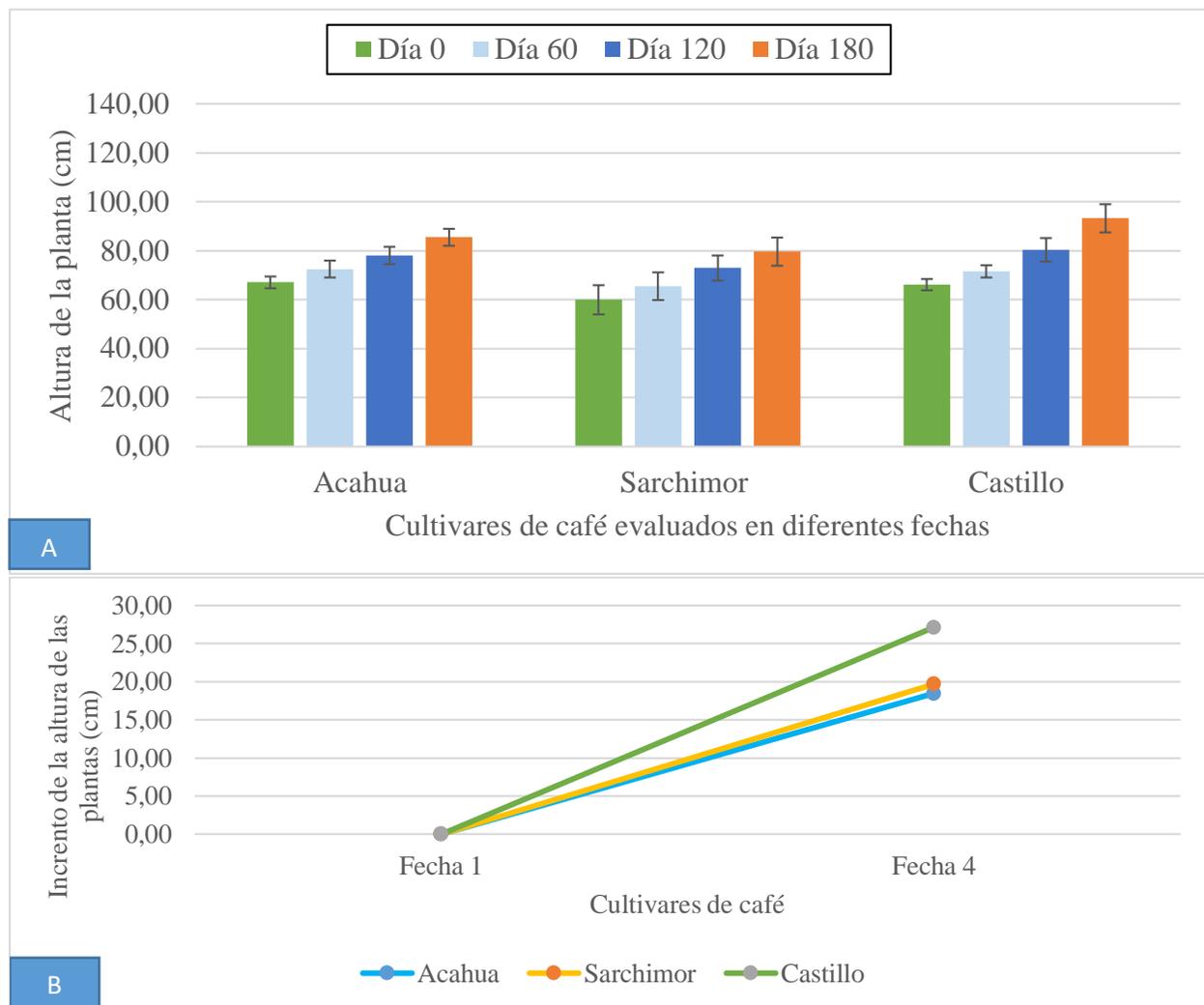


Figura 18. A. Altura de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja. B. Tendencia de crecimiento de las plantas de café.

➤ Diámetro del tallo

En la figura 19 se detalla el diámetro del tallo de las plantas de café evaluadas, donde a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Sarchimor presentó un promedio de 18,18 mm, el Castillo de 18,17 mm y el Acahua de 17,82 mm.

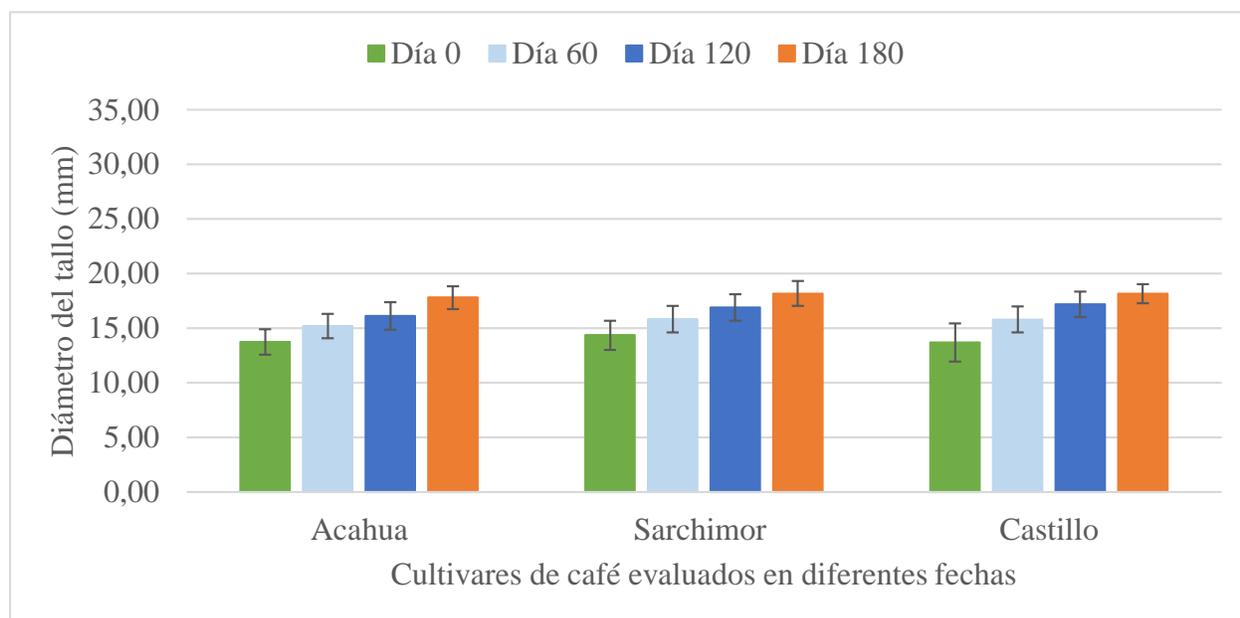


Figura 19. Diámetro de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Número de ramas por planta

La figura 20 demuestra el número de ramas por planta de café, donde a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Castillo exhibió un promedio de 33 ramas por planta, el Sarchimor de 28 ramas por planta y el Acahua de 24 ramas por planta.

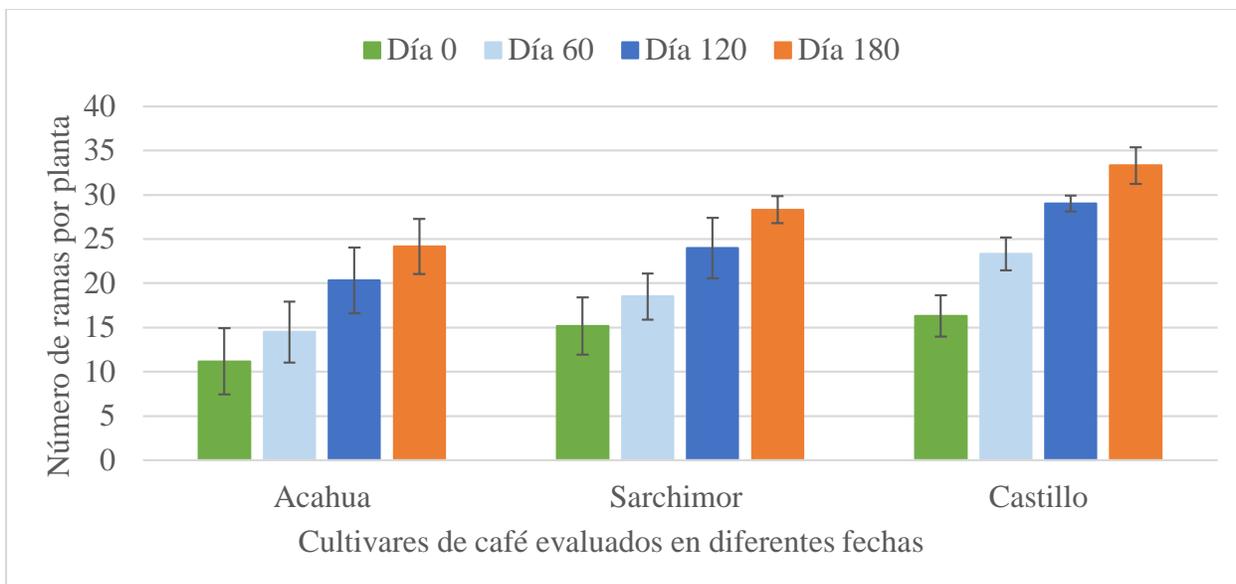


Figura 20. Número de ramas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Número de hojas por planta**

La figura 21 representa el número de hojas del tercio medio de las plantas de café, en la cual, el cultivar Castillo destacó un promedio 101 hojas por planta, el Sarchimor de 93 hojas por planta y el Acahua de 84 hojas por planta a los 180 días después del inicio de la investigación.

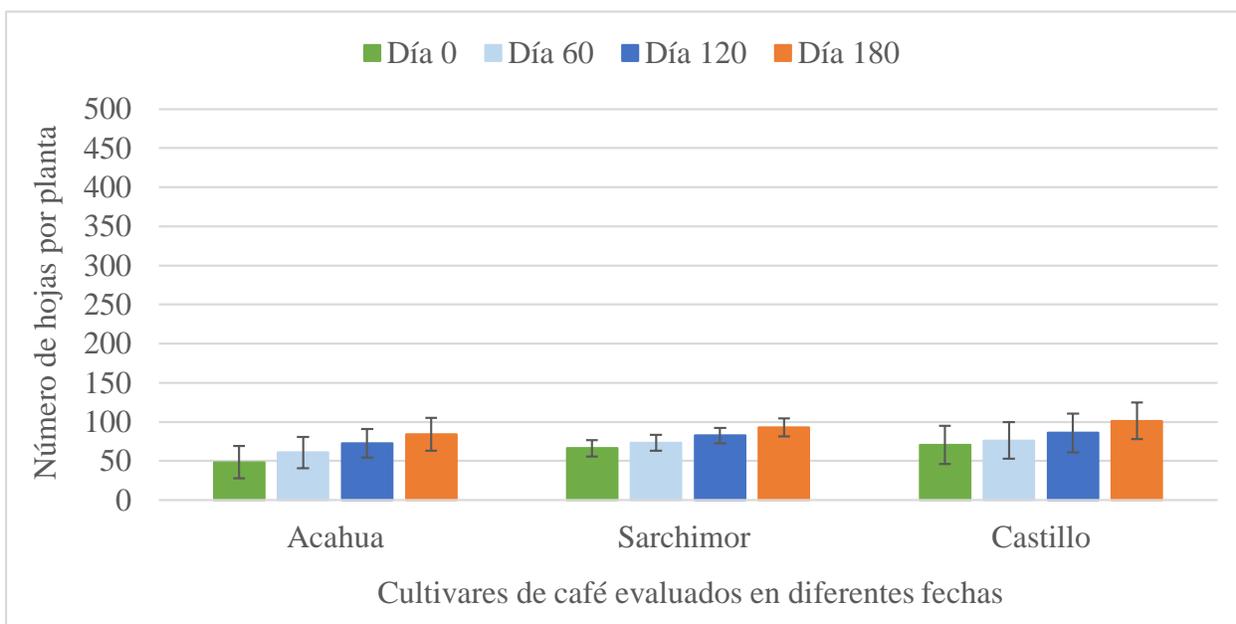


Figura 21. Número de hojas del tercio medio de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Color de la hoja joven**

En la figura 22 se detalla el color de las hojas jóvenes, donde el cultivar Acahua mostró 97 % de hojas con color verde y 3 % con color verde claro, el cultivar Sarchimor 2 % de hojas con color bronce y 98 % con color verde y el cultivar Castillo 53,33 % de hojas con color bronce y 46,67 % de color verde (Anexo 18).

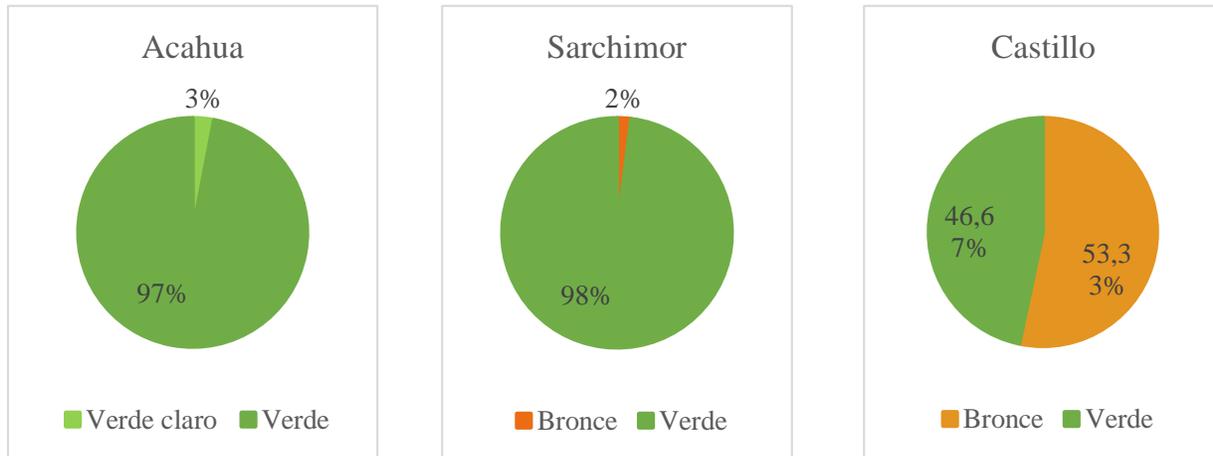


Figura 22. Color de las hojas jóvenes de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud de la hoja**

En la figura 23 se detalla la longitud de la hoja, en la cual a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Sarchimor presentó un promedio de 14,70 cm, el Acahua de 14,33 cm y el Castillo de 13,83 cm.

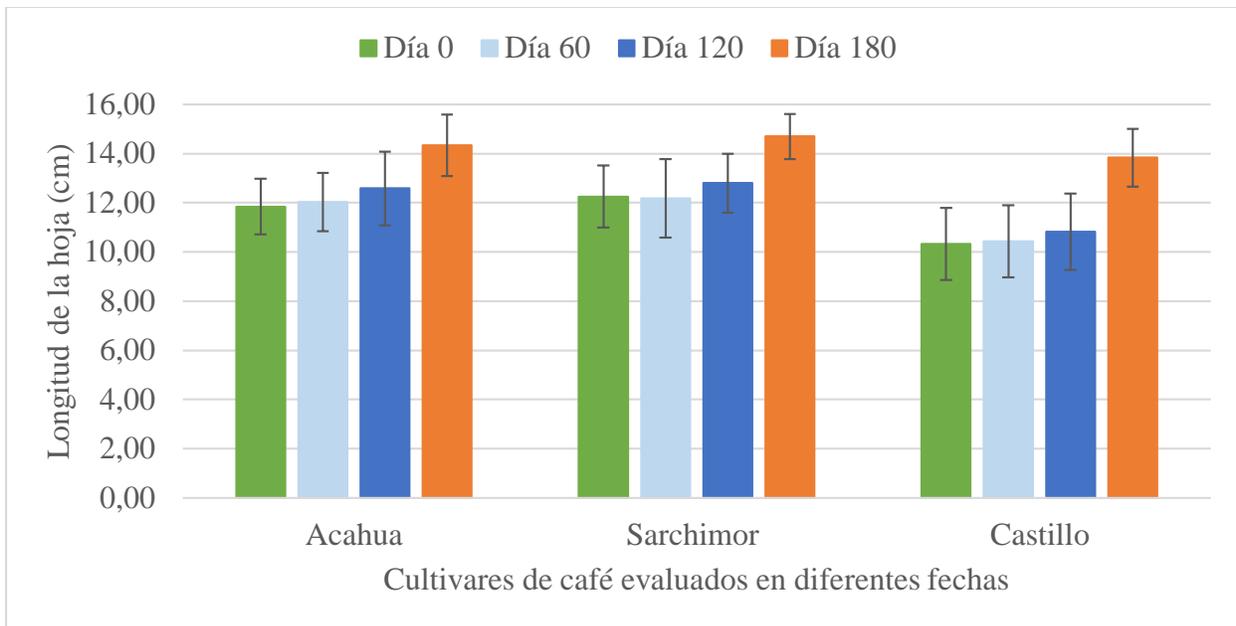


Figura 23. Longitud de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Ancho de la hoja**

En la figura 24 se demuestra el ancho de las hojas de las plantas de café, donde se observa que a los 180 días después del inicio de la investigación los cultivares Castillo y Acahua presentaron un promedio de 8,15 cm y el cultivar Sarchimor presentó un promedio de 8,05 cm de ancho.

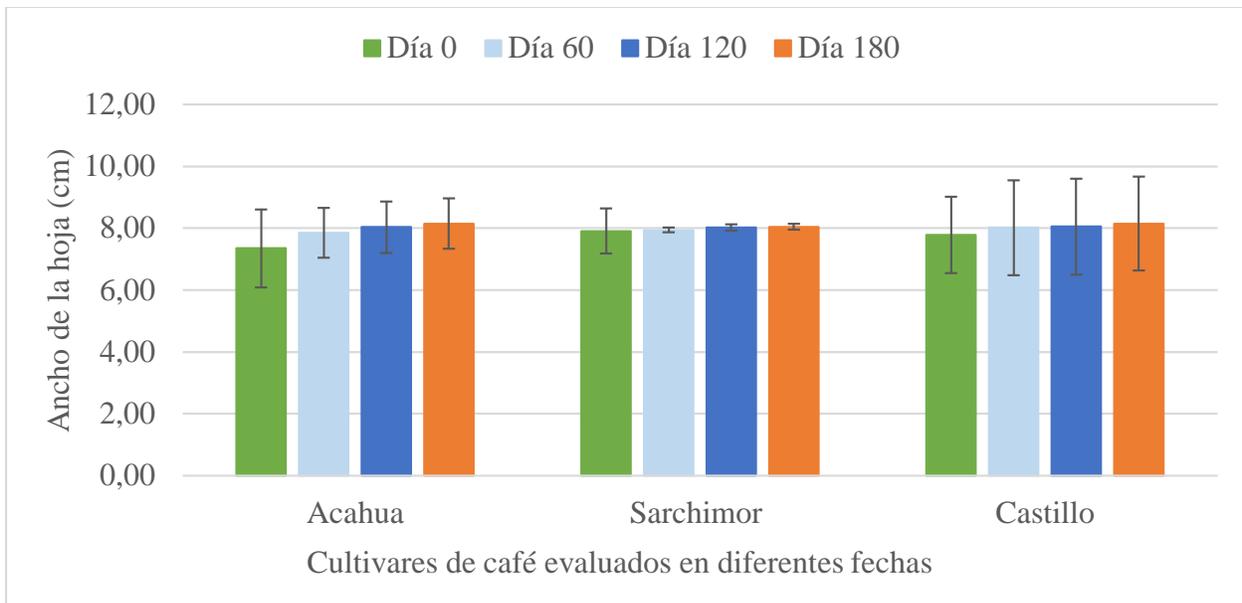


Figura 24. Ancho de las hojas de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud de entre nudos**

La figura 25 sobre la longitud de entre nudos muestra que a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Acahua exhibió un promedio de 6,36 cm, el Castillo con 6,19 cm y el Sarchimor de 5,95 cm de longitud.

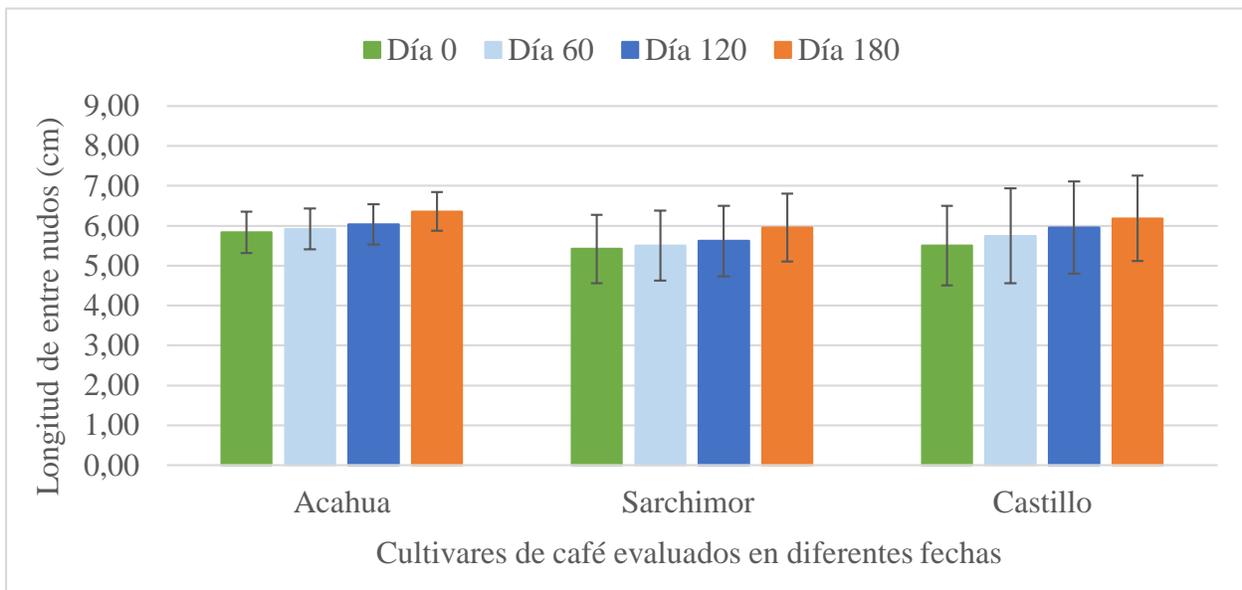


Figura 25. Longitud de entre nudos de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Ángulo del ápice de la hoja**

La figura 26 corresponde al ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café, donde a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Acahua mostró un promedio de 83,50 °, el Sarchimor de 89,79 ° y el Castillo de 88,79 °.

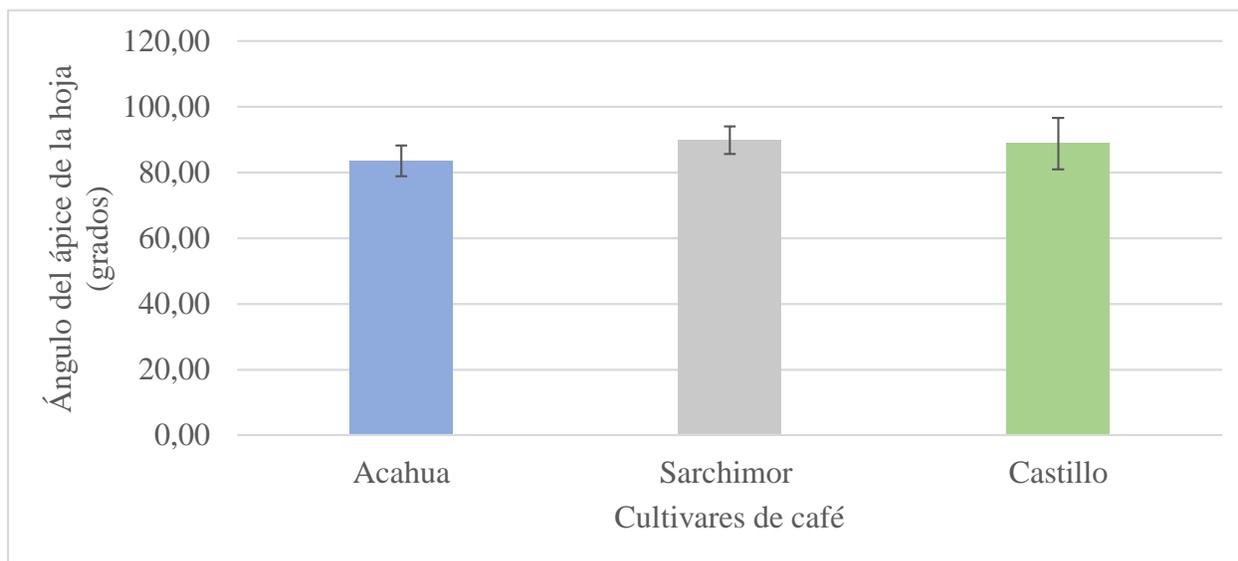


Figura 26. *Ángulo del ápice de la hoja de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ **Ángulo de inserción de las ramas del eje central**

En la figura 27 a los 180 días después del inicio de la investigación se evidencia el ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café, en la cual el cultivar Acahua presentó un promedio de 61,83 °, el Sarchimor de 72,46 ° y el Castillo de 64,79 °.

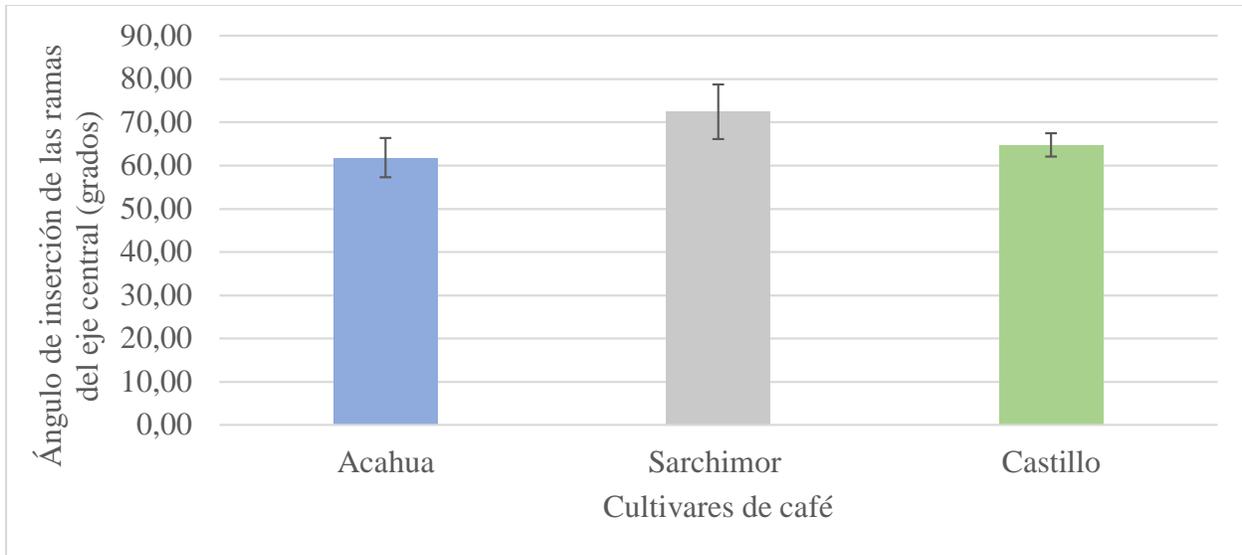


Figura 27. *Ángulo de inserción de las ramas del eje central de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ **Longitud de la rama**

En la figura 28 sobre la longitud de las ramas de las plantas de café, se observa que a los 180 días después del inicio de la investigación el cultivar Acahua exhibió un promedio de 57,83 cm, el Sarchimor de 61,17 cm y el Castillo de 50,50 cm.

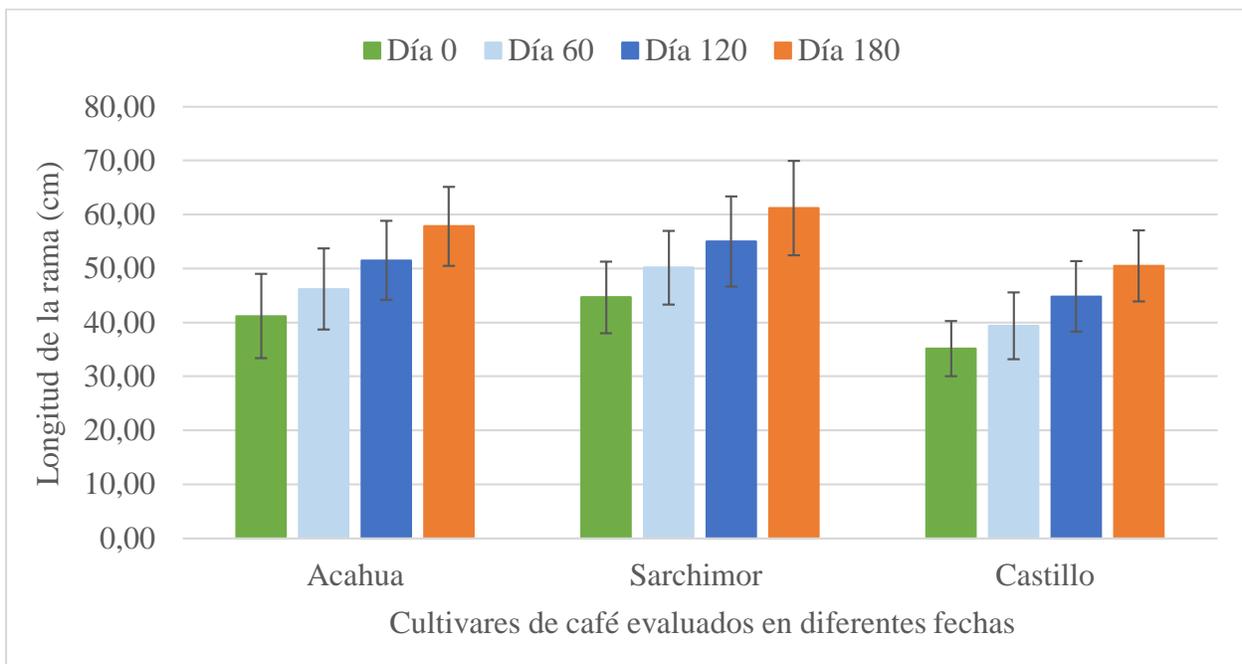


Figura 28. *Longitud de la rama de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ **Longitud de la arista de la estípula**

En la figura 29 se indica la longitud de la arista de la estípula a los 180 días después del inicio de la investigación, donde se observa que el cultivar Acahua mostró un promedio de 11,05 cm, el Sarchimor de 10,06 cm y el Castillo de 11,15 cm.

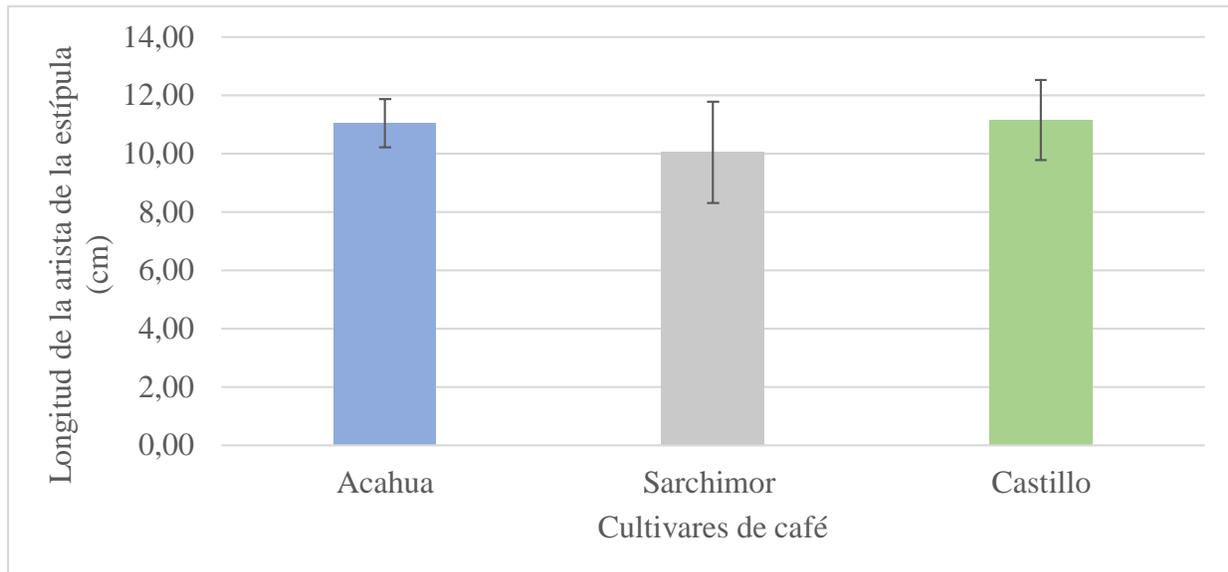


Figura 29. Longitud de la arista de la estípula de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Longitud del peciolo foliar**

En la figura 30 se muestra la longitud del peciolo foliar, donde a los 180 días después del inicio de la investigación los cultivares Acahua Sarchimor presentaron los mismos promedios de 1,00 cm y el Castillo presentó un promedio de 0,92 cm.

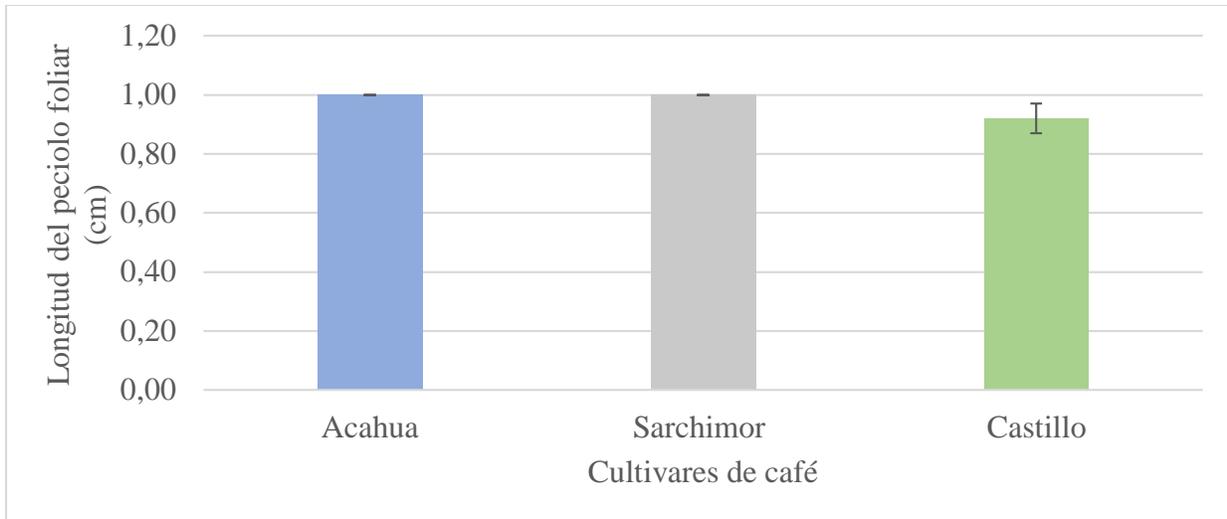


Figura 30. Longitud del peciolo foliar de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Clorofila total**

La figura 31 sobre la clorofila total de las plantas de café evaluadas a los 180 días después del inicio de la investigación, el cultivar Acahua presentó un promedio de 76,45 Unidades SPAD, seguido del Sarchimor de 72,53 Unidades SPAD y el Castillo de 74,58 Unidades SPAD.

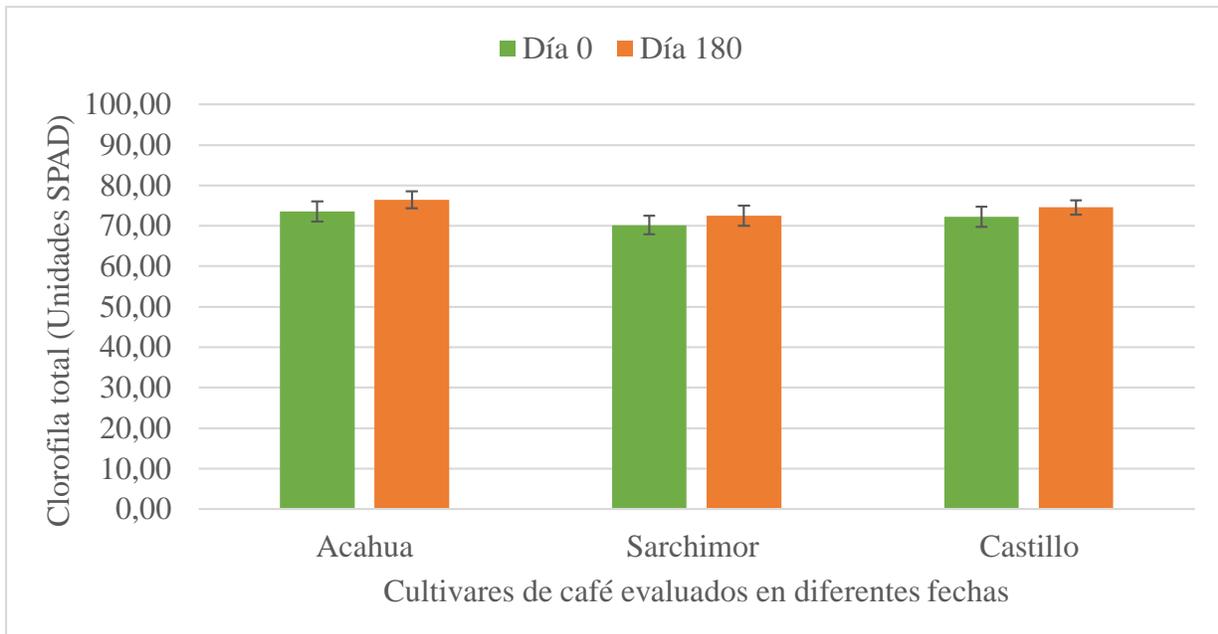


Figura 31. Clorofila Total de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Densidad e índice estomático**

En la tabla 4, se detalla la densidad e índice estomático, donde el cultivar Acahua mostró un promedio de 80 estomas y un índice estomático de 18 por 1 mm², el cultivar Castillo de 80 estomas y un índice estomático de 20 por 1 mm² y el cultivar Sarchimor de 70 estomas y un índice estomático de 19 por 1 mm².

Tabla 4. Densidad e Índice estomático de las plantas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

Zona de estudio	Cultivar	Número de Estomas por 1 mm ²	Número de células epidérmicas típicas por 1 mm ²	Índice Estomático por 1 mm ²
Zapotepamba	Acahua	80	370	18
	Sarchimor	70	310	19
	Castillo	80	330	20

6.3. Rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja

➤ Longitud del fruto

En la figura 32 se presentan los resultados de la longitud del fruto, donde se observa que a los 60 días después del inicio de la investigación el cultivar Typica indicó un promedio de 14 mm, el Sarchimor de 12,98 mm y el Castillo de 14,4 mm.

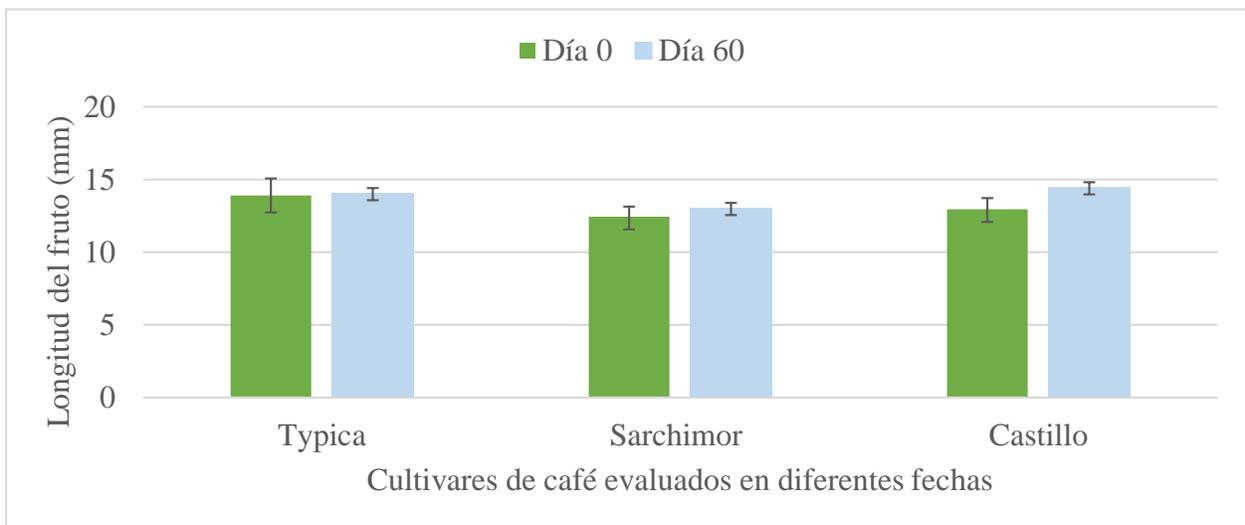


Figura 32. Longitud del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Ancho del fruto**

En la figura 33 se evidencia el ancho del fruto, en la cual a los 60 días después del inicio de la investigación el cultivar Castillo reveló un promedio de 113,6 mm, el Typica de 13,5 mm y el Sarchimor de 12 mm.

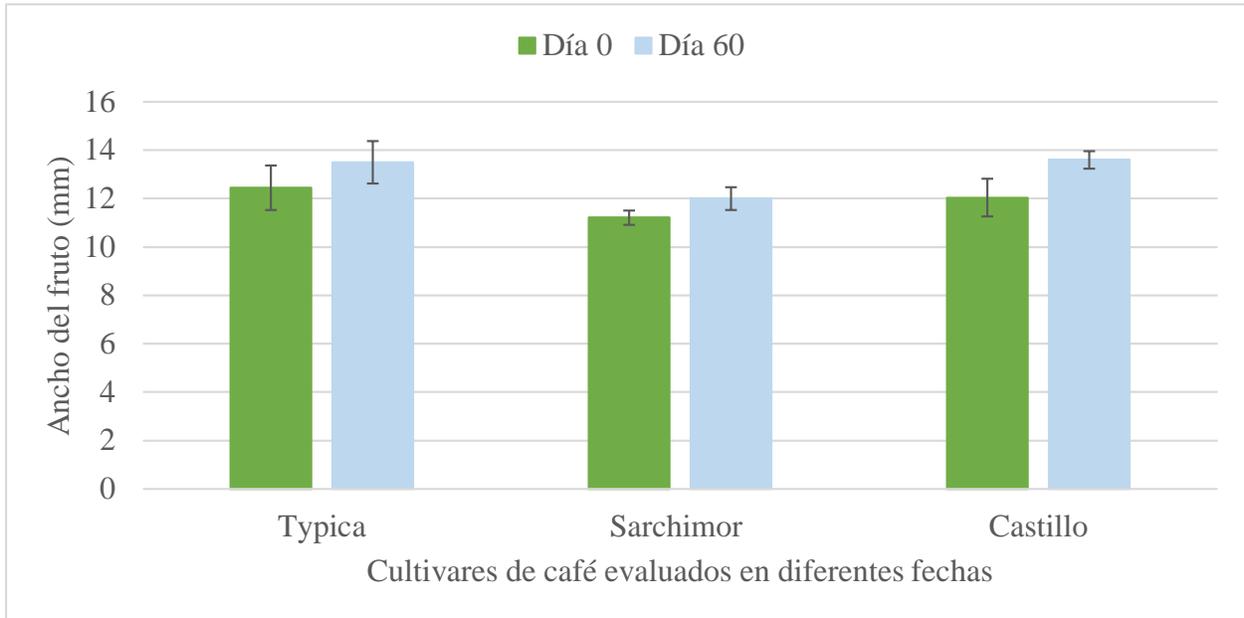


Figura 33. Ancho del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Forma del fruto**

En la figura 34 sobre la forma del fruto, el cultivar Typica presentó un promedio de 86,67 % de frutos con forma redondeada y 13,33 % con forma elíptica, el cultivar Sarchimor de 90 % de frutos con forma redondeada y 10 % con forma obovada y el cultivar Castillo de 86,67 % de frutos con forma redondeada y 13,33 % con forma obovada.



Figura 34. Forma del fruto de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Número de frutos por planta

La figura 35 muestra el número de frutos por planta, en la cual a los 60 días después del inicio de la investigación el cultivar Typica exhibió un promedio de 92 frutos por planta, el cultivar Sarchimor de 102 frutos por planta y el cultivar Castillo de 108 frutos por planta.

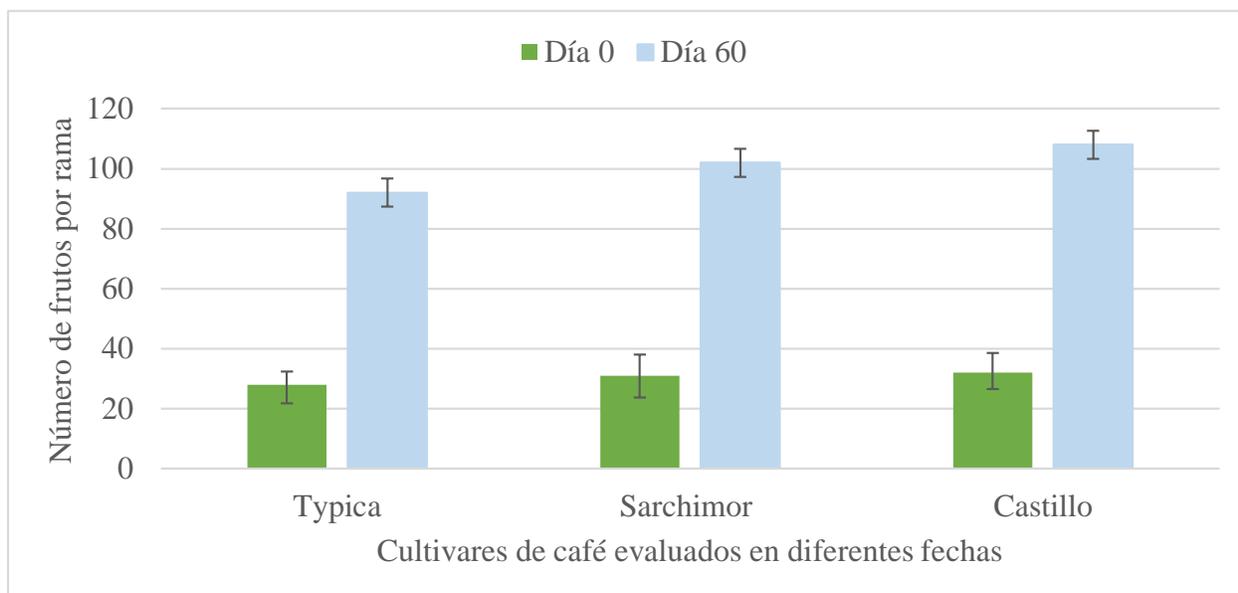


Figura 35. Número de frutos por planta de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ Peso del fruto

La figura 36 detalla el peso del fruto, en la cual el cultivar Typica mostró un promedio de 2 g, el Castillo de 1,8 g y el Sarchimor de 2,1 g.

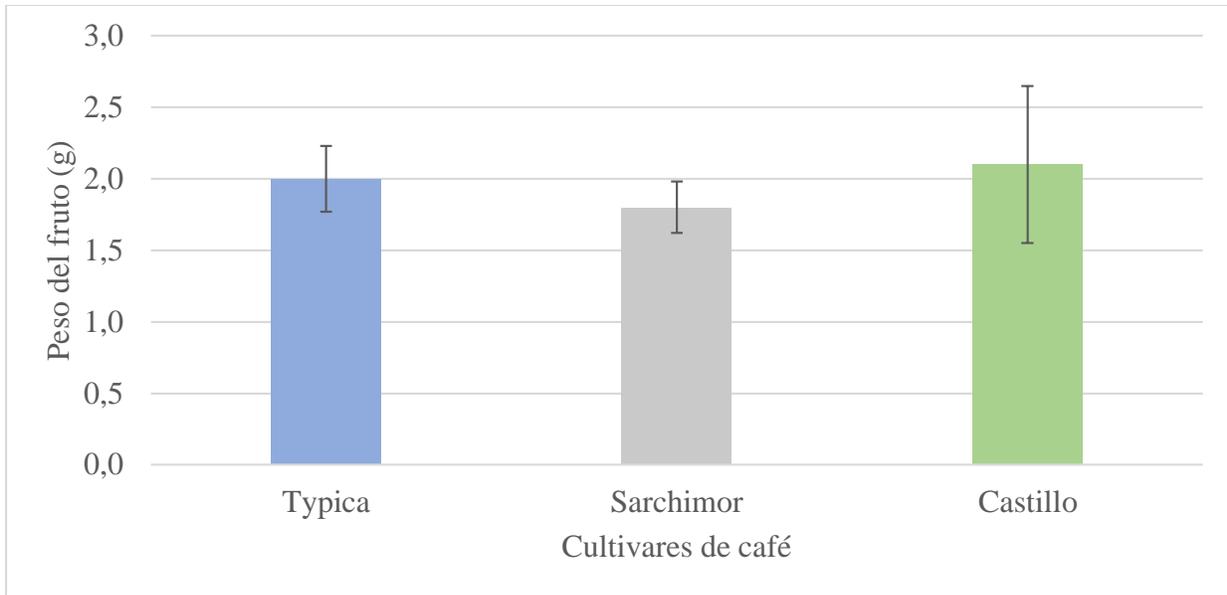


Figura 36. *Peso promedio de cinco frutos de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ **Longitud de la semilla**

La figura 37 indica la longitud de la semilla, donde el cultivar Typica exhibió un promedio de 9,65 mm, el Sarchimor de 9,12 mm y el Castillo de 9,45 mm.

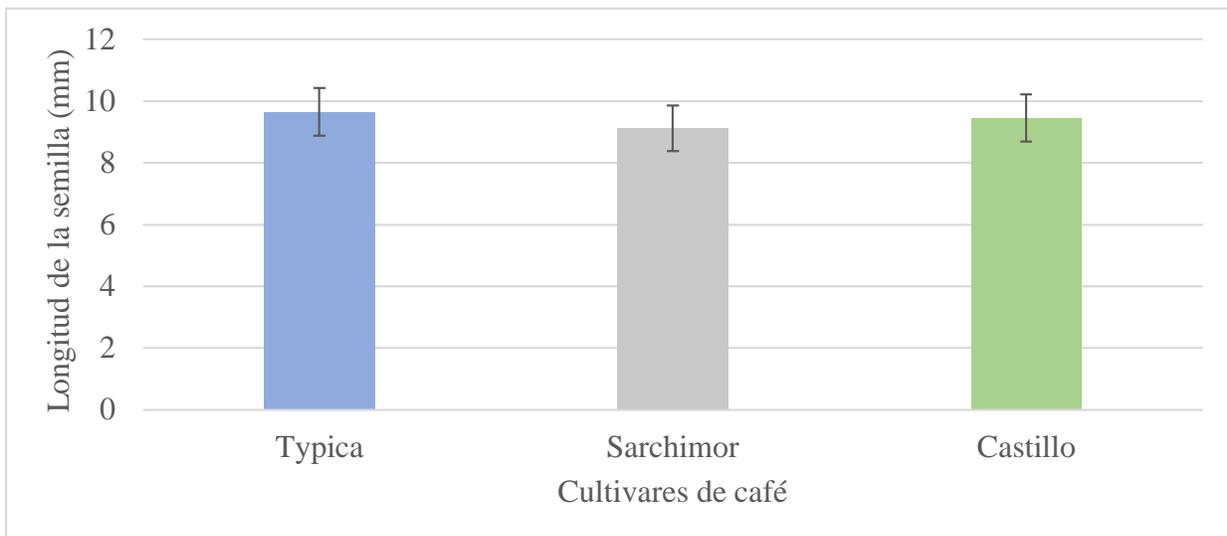


Figura 37. *Longitud de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ **Ancho de la semilla**

En la figura 38 sobre el ancho de la semilla, el cultivar el Typica ostentó un promedio de 5,82 mm, el Sarchimor de 5,76 mm y el Castillo de 6,12 mm.

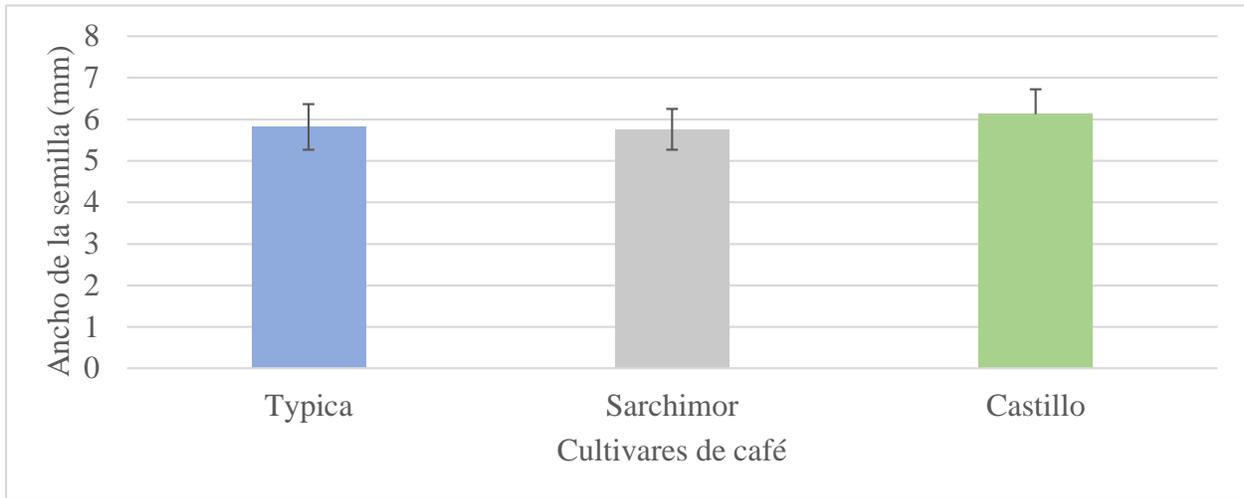


Figura 38. Ancho de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Peso de la semilla**

La figura 39 corresponde al peso de la semilla almendra del café, donde el cultivar Typica exhibió un promedio de 0,27 g, el Sarchimor de 0,24 g y el Castillo de 0,29 g.

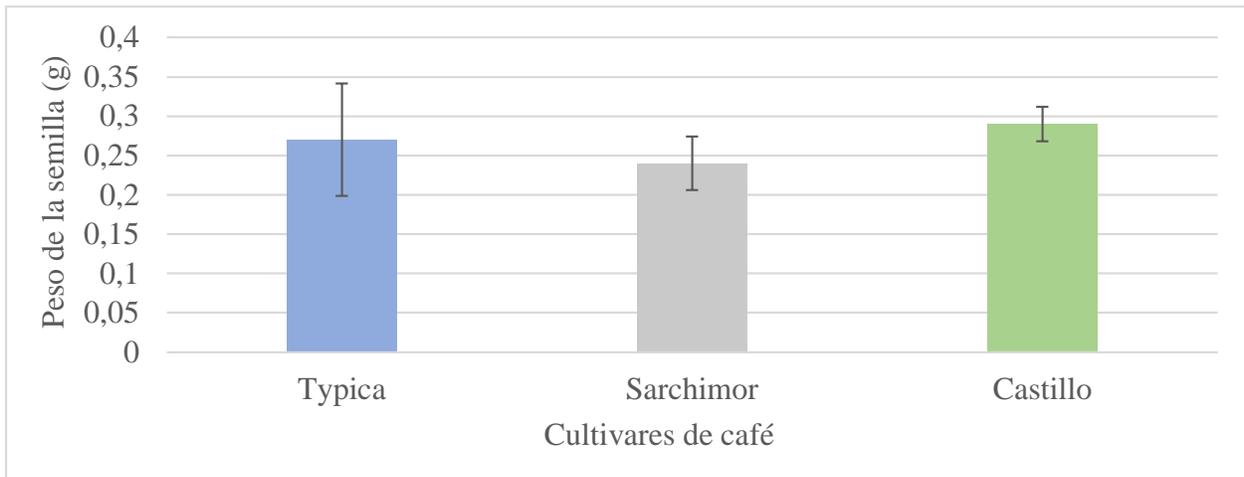


Figura 39. Peso de la semilla almendra de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

➤ **Peso de 100 semillas secas**

En la figura 40 se presentan el peso de 100 semillas almendra de café, donde se observa que el cultivar Typica ostentó un promedio de 26,5 g, el Sarchimor de 24 g y el Castillo de 29 g.

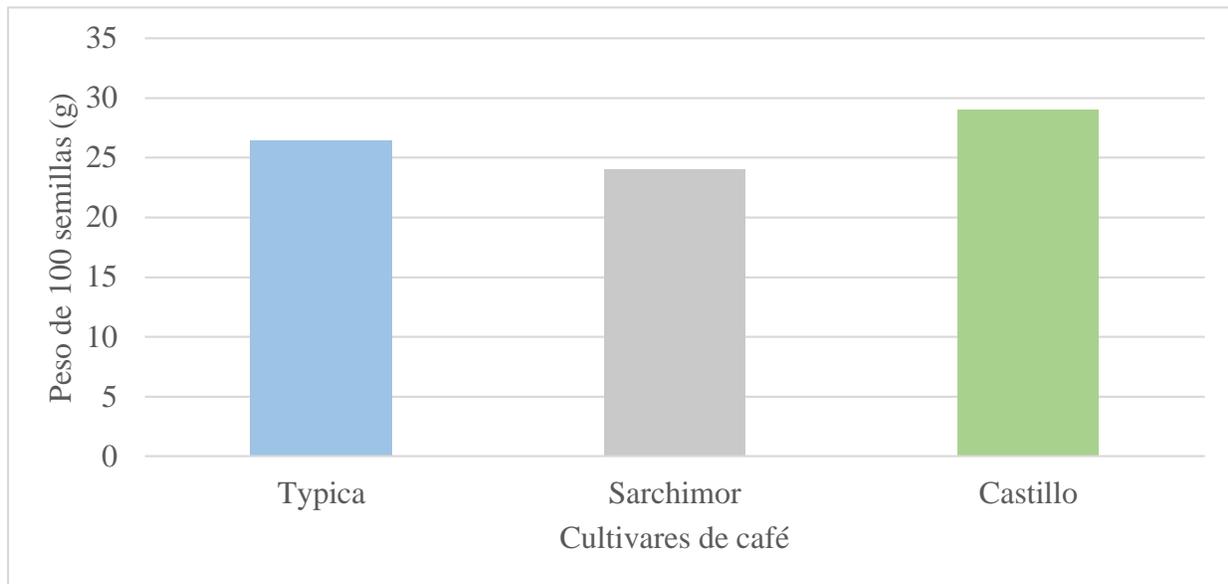


Figura 40. *Peso de 100 semillas almendra de café secas de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.*

➤ Rendimiento

En la figura 41 se detalla el rendimiento, en la cual el cultivar Castillo presentó el mayor rendimiento con $0,68 \text{ t ha}^{-1}$, seguido del Sarchimor con $0,45 \text{ t ha}^{-1}$ y el Typica con $0,40 \text{ t ha}^{-1}$ de semilla de café almendra.

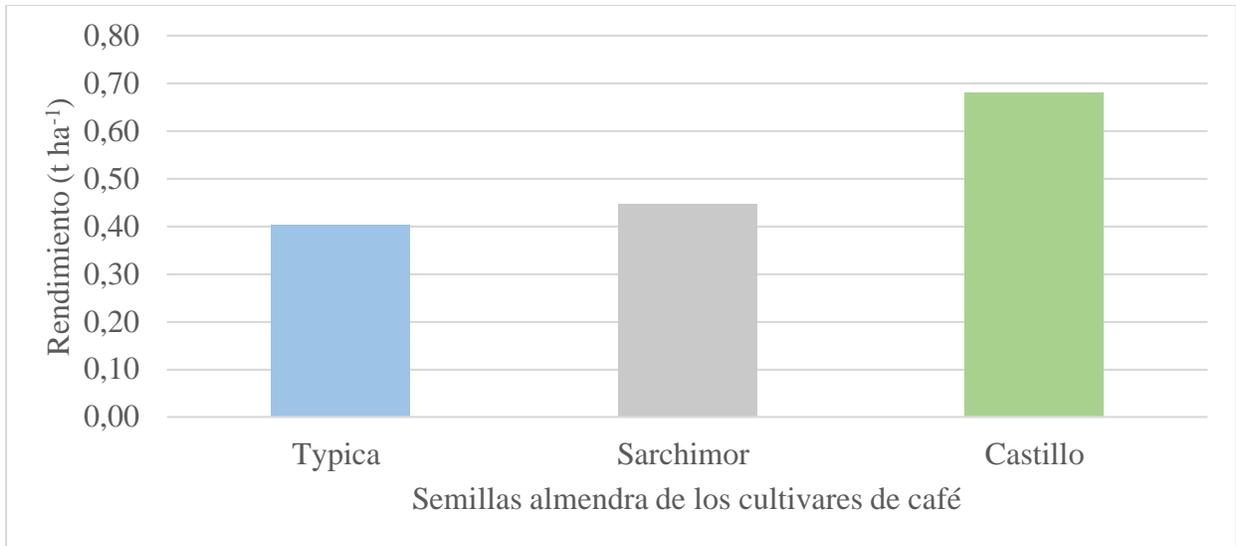


Figura 41. Rendimiento de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja.

6.4. Rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café Arábigo en el sector Zapotepamba del cantón Paltas.

➤ Número de frutos por planta

La figura 42 muestra que los tres cultivares presentaron un alto número de frutos, donde a los 60 días después del inicio de la investigación el cultivar Castillo mostró un promedio de 70 frutos por planta, el cultivar Sarchimor de 55 frutos por planta y el cultivar Acahua de 50 frutos por planta; estos datos, se atribuyen a que las plantas se encontraban en la fase de llenado de los frutos.

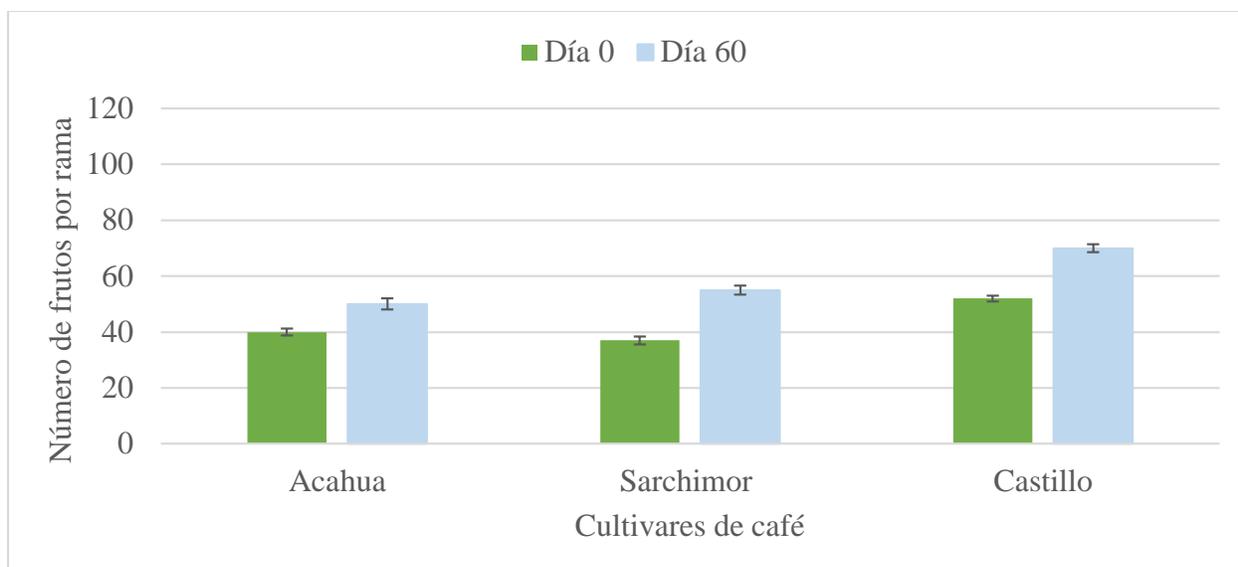


Figura 42. Número de frutos por rama de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja.

Considerando que las plantas de los diferentes cultivares de café en la Estación Experimental Zapotepamba no presentaron frutos en maduración; no fue posible estimar el rendimiento por planta por hectárea, ya que según Arcila (2008), desde el momento de la floración hasta la maduración del fruto transcurren en promedio 32 semanas y el desarrollo del fruto dura de 220 a 240 días en promedio, dependiendo del lugar. Durante su desarrollo, el fruto pasa a través de diferentes estados:

Etapa 1: Primeras 7 semanas después de la floración (0 – 50 días). Es una etapa de crecimiento lento, en la cual el fruto tiene el tamaño de un fósforo.

Etapa 2: Semanas 8 a la 17 después de la floración (50 – 120 días). El fruto crece en forma acelerada y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa.

Etapa 3: Semanas 18 a la 25 después de la floración (120–180 días). La semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.

Etapa 4: Semanas 26 a la 32 después de la floración (180 – 224 días). El fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

Etapa 5: Después de la semana 32 (más de 224 días), el fruto se sobremadura y se torna de un color violeta oscuro y finalmente se seca. En esta etapa generalmente el fruto pierde peso.

7. Discusión

7.1. Estación Experimental La Argelia

En la investigación los resultados obtenidos, indican que las plantas de café del cultivar Typica a los 2 años 10 meses de edad presentaron una altura de 114 cm, ángulo del ápice de la hoja de 67,58 °, ángulo de inserción de las ramas del eje central de 51,67 ° y la longitud de entre nudos de 7,43 cm; datos que concuerdan con la clave de caracterización Anacafé (2019) y con la investigación realizada por Duicela (1989), donde indican que el cultivar Typica, es un arbusto que puede tener 4 metros de altura después de 48 meses, las ramas laterales forman un ángulo de 50 a 70 ° con el eje central, posee ápices agudos, presenta entrenudos largos y se adapta a zonas medias y zonas altas (1 300 a 1 800 m.s.n.m.).

Las claves de caracterización para las variedades de café arábigo (Anacafé, 2019; Flórez y Arias 2017), mencionan que el color de las hojas jóvenes o brotes es el bronce; lo que se relaciona con los datos obtenidos en esta investigación, donde este cultivar presentó 96,67 % de hojas con color bronce.

También la clave de caracterización Anacafé (2019), demuestra que el cultivar Castillo es una planta de porte bajo, con ramas largas, entrenudos cortos, vigorosa y con adaptabilidad a zonas medias y zonas altas; lo que concuerda con los resultados obtenidos donde la altura de las plantas fue de 85,83 cm, la longitud de las ramas fue de 56,42 cm, la longitud de entre nudos fue de 5,66 cm y según la guía para la caracterización de las variedades de café Flóres y Arias (2017) éste cultivar, se caracteriza por presentar plantas con brotes de color bronce y plantas con brotes verdes en un mismo lote; datos que coinciden con los obtenidos con esta investigación, donde el cultivar Castillo presentó 53,33 % de hojas con color bronce y 46,67 % de color verde que caracterizan su diversidad genética.

La misma clave de caracterización Anacafé (2019), menciona que las plantas del cultivar Sarchimor, son plantas de porte bajo, buen vigor, color verde en sus hojas jóvenes o brotes, bien adaptado y de buena taza; lo que se relaciona con los datos obtenidos en esta investigación, donde las plantas del cultivar Sarchimor presentaron una altura de 79,83 cm, ángulo de inserción de las ramas del eje central de 54,13 °, longitud de las ramas de 48,17 cm y 95 % de hojas con color verde. Además, las características mencionadas tienen una semejanza con las características de la variedad Cuscatleco que proviene del híbrido Sarchimor T-5296, la cual se produce en el Salvador y que pertenece a los Sarchimores, donde presenta entrenudos cortos, las bandolas forman un

ángulo de 50 a 55 grados con el eje principal, es de porte intermedio (2,40 m), bandolas largas (más de 0,80 m). El follaje es denso con hojas grandes y corrugadas de color verde intenso, brotes de color verde claro.

De acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación las variables diámetro del tallo, número de ramas y hojas por planta; demuestran que el cultivar Castillo presentó el mayor promedio a diferencia de los dos cultivares Typica y Sarchimor que presentaron promedios inferiores, aunque tenían la misma edad; estos datos obtenidos se relacionan con los resultados obtenidos por Montoya et al. (2017), donde el cultivar Castillo mostró el mayor desarrollo en cuanto diámetro del tallo, número de ramas y hojas por planta. Y según Zapata y Jiménez (2016), el número de ramas también depende de la interacción genotipo ambiente y es una característica de la planta la misma que va a determinar la producción de cada una de las variedades de café arábigo; además, el diámetro del tallo es una característica varietal que presenta cada una de las variedades en estudio la misma que va a depender de la productividad del suelo, calidad de planta, controles fitosanitarios, fertilización etc.

En las variables longitud de la arista de la estípula y la longitud del peciolo foliar de las plantas de café, el cultivar Typica presentó el mayor promedio.

Para las variables clorofila Total y densidad estomática, los tres cultivares presentaron similitudes, ya que los resultados para la clorofila total se encontraban en un rango entre 70 y 80 Unidades SPAD, y a su vez, presentaron un promedio de número de estomas por 1 mm^2 superior a 100 estomas y un índice estomático con un rango de 20 a 30 por 1 mm^2 , datos que difieren de los obtenidos por Encalada et al. (2016) donde la densidad estomática para plantas de café a pleno sol y a 70 % de nivel de luz fue de 144 y 207 estomas por 1 mm^2 respectivamente y que los valores de la densidad estomática incidieron en el índice estomático ya que guardaron correspondencia en su comportamiento.

7.2. Estación Experimental Zapotepamba

La clave de caracterización Anacafé (2019), demuestra que el cultivar Castillo es una planta de porte bajo, ligeramente más alta, con ramas largas, entrenudos cortos, vigorosa y con adaptabilidad a zonas medias y zonas altas; lo que concuerda con los resultados obtenidos donde la altura de las plantas fue de 93,25 cm, longitud de entre nudos de 6,19 cm y la longitud de las ramas fue de 50,50 cm y según la guía para la caracterización de las variedades de café (Flóres y Arias, 2017) este cultivar, se caracteriza por presentar plantas con brotes de color bronce y plantas

con brotes verdes en un mismo lote; datos que coinciden con los obtenidos con esta investigación, donde el cultivar Castillo presentó 53,33 % de hojas con color bronce y 46,67 % de color verde que caracterizan su diversidad genética.

La misma clave de caracterización Anacafé (2019), menciona que las plantas del cultivar Sarchimor, son plantas de porte bajo, buen vigor, color verde en sus hojas jóvenes o brotes, bien adaptado y de buena taza; lo que se relaciona con los datos obtenidos en esta investigación, donde las plantas del cultivar Sarchimor presentaron una altura de 79,67 cm, longitud de las ramas de 61,17 cm y 98 % de hojas con color verde. Además, las características mencionadas tienen una semejanza con las características de la variedad Cuscatleco que proviene del híbrido Sarchimor T-5296, la cual se produce en el Salvador y que pertenece a los Sarchimores donde presenta entrenudos cortos, las bandolas forman un ángulo de 50 a 55 grados con el eje principal, es de porte intermedio (2,40 metros), bandolas largas (más de 0,80 metros). El follaje es denso con hojas grandes y corrugadas de color verde intenso, brotes de color verde claro.

No existiendo una clave de caracterización definida para el cultivar Acahua, en esta investigación se presentan datos donde la altura de planta a los 2 años 10 meses fue de 85,50 cm, diámetro del tallo de 17,82 mm, color verde predominante en las hojas jóvenes o brotes, longitud de entre nudos de 6,36 cm y ángulo de inserción de las ramas del eje central de 60 a 70 °; datos que se relacionan con el trabajo de titulación “Comportamiento morfológico y agronómico de diferentes cultivares de café arábigo en la parroquia La Unión del cantón Jipijapa”, donde el cultivar Acahua a los 36 meses de sembrado, presentó una altura promedio de 59,67 cm y color verde en las hojas jóvenes o brotes (Angulo, 2021).

En esta investigación realizada a los tres cultivares de café de la estación Experimental Zapotepamba, las variables; longitud de la arista de la estípula, número de ramas y hojas, demuestran que el cultivar Castillo fue el que presentó el mayor promedio a diferencia de los dos cultivares Acahua y Sarchimor que presentaron promedios inferiores, aunque tenían la misma edad; estos datos se encuentran en relación con la investigación realizada por Montoya et al. (2017), donde el cultivar Castillo exhibió el mayor número de ramas, longitud de la arista de la estípula y mayor número de hojas por planta.

Para las variables clorofila Total y densidad estomática, los tres cultivares presentaron similitudes, ya que los resultados para la clorofila total se encontraban en un rango entre 70 y 80 Unidades SPAD, y a su vez, presentaron un promedio de número de estomas de entre 70 a 80

estomas y un índice estomático con un rango de 18 a 20 por 1 mm², datos que concuerdan con la investigación realizada por Encalada et al. (2016), donde menciona que a niveles de luz de 20 y 50 %, la densidad estomática de las plantas fue de 100 y 136 estomas por 1 mm² respectivamente.

7.3. Rendimiento

Con los datos obtenidos en esta investigación, los resultados indican que los tres cultivares evaluados en la estación Experimental La Argelia, presentaron similitudes entre las variables longitud y ancho del fruto. Demostrando así, que el fruto de café en la etapa de maduración dos presenta una forma redondeada.

Para el peso de las semillas almendra de café con un porcentaje de secado al 12 %, el cultivar Castillo fue el que mostró el mayor promedio en cuanto al peso.

El cultivar Typica exhibió un bajo rendimiento en t ha⁻¹ lo que concuerda con la clave de caracterización Anacafé (2019), donde menciona que el fruto es alargado, grande, de coloración vinosa en su madurez y tardío en su maduración y que, en comparación con otras variedades, Typica es de baja productividad, con acentuado comportamiento bienal en su producción y susceptible al ataque de roya.

El cultivar Castillo indicó un alto rendimiento en t ha⁻¹, lo que concuerda con la clave de caracterización Anacafé (2019), donde manifiesta que este cultivar presentó una productividad alta, maduración intermedia y tamaño del grano grande. La misma clave de caracterización demuestra que el cultivar Sarchimor presentó una productividad alta, maduración del fruto intermedia y tamaño del grano grande; lo que concuerda con los datos obtenidos en esta investigación donde este cultivar mostró un rendimiento alto en t ha⁻¹.

En base a los datos obtenidos en esta investigación y siendo la primera cosecha de los tres cultivares, el cultivar Castillo fue el que presentó el mayor rendimiento con 0,68 t ha⁻¹, seguido del Sarchimor con 0,44 t ha⁻¹ y el Typica con 0,40 t ha⁻¹, resultados que se relacionan con los rendimientos alcanzados por Lema (2019), el cual manifiesta un rendimiento ponderado nacional de café arábigo para el año 2019 de 0,30 t ha⁻¹.

8. Conclusiones

- En la estación Experimental La Argelia el cultivar Typica fue el que presentó las mejores características morfológicas en cuanto a: altura de la planta, ángulo del ápice de la hoja, ángulo de inserción de las ramas del eje central, longitud de entre nudos, longitud de la hoja, longitud de la rama, longitud de la arista de la estípula, longitud del peciolo foliar, mayor porcentaje de color en sus hojas jóvenes y mayor densidad e índice estomático; mientras que el cultivar castillo fue el que exhibió las mejores características en cuanto a: diámetro del tallo, número de ramas y hojas por planta.
- En la estación Experimental Zapotepamba el cultivar Castillo fue el que mostró las mejores características morfológicas en cuanto a: altura de la planta, número de ramas por planta, número de hojas por planta, longitud de entre nudos, longitud y ancho de la hoja, ángulo de inserción de las ramas del eje central y mayor densidad e índice estomático; mientras que el cultivar Sarchimor fue el que ostentó las mejores condiciones de desarrollo en cuanto a: diámetro del tallo y mayor porcentaje de color en sus hojas jóvenes.
- El cultivar Castillo fue el que exhibió el mayor rendimiento con $0,68 \text{ t ha}^{-1}$; mientras que el cultivar Typica fue presentó el menor rendimiento ($0,40 \text{ t ha}^{-1}$) dentro de los cultivares de la estación Experimental La Argelia. Por otra parte, en la estación Experimental Zapotepamba, esta información no se pudo obtener debido a que los cultivares se encontraban en la fase de llenado de granos.

9. Recomendaciones

- Elaborar una ficha de caracterización varietal de café arábigo para su mejor identificación.
- Realizar un plan de fertilización, con el cual se promueva la aplicación de fertilizantes que beneficien el desarrollo y la productividad de las plantas de café.
- Ejecutar controles de arvenses continuos, con la finalidad de disminuir los efectos de competencia.
- Hacer estudios de identificación de zonas adecuadas para cultivos de café en la provincia de Loja.
- Elaborar una caracterización anatómica y molecular con el fin obtener más datos que determinen sus características varietales.
- Realizar estudios genéticos a nivel genotípico para evaluar si las características estudiadas influyen en el desarrollo y producción de diferentes variedades.

10. Bibliografía

- Alarcó, A. (2011). Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) Madrid.
- Anacafé. (2019). Guía de variedades de café Guatemala. Recuperado el 02 22, 2023, de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Angulo, J. M. (2021). Comportamiento morfológico y agronómico de diferentes cultivares de café arábico en la parroquia La Unión del cantón Jipijapa. *Trabajo de titulación Modalidad: Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí.
- Alvarado-Alvarado, G., Posada-Suárez, H. E., & Cortina, H. A. (2005). Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. *Avances Técnicos Cenicafe*, 337, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0337>
- Avendaño, J. (2017). *Clasificación de las estructuras vegetativas presentes en ramas de café usando visión de máquina*. Recuperado el 14 de 06 de 2022, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60900/TesisMSc-JAVENDANOP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blanco, M., Hagggar, J., Moraga, P., Madriz, J. D. C., & Pavón, G. (2003). Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 97-103. <https://doi.org/10.15517/am.v14i1.11996>
- Blanco-Navarro, M., Hagggar, J., Moraga, P., Madriz, J. D. C., & Pavón, G. (2013). Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 97. <https://doi.org/10.15517/am.v14i1.11996>
- Castillo, J., & Alvarado, G. (1997). Resistencia incompleta de genotipos de café a la roya bajo condiciones de campo en la region central de Colombia. *Cenicafe*, 48(1), 40-58.
- Cárdenas, S. (2017). *Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (Coffea arabica L.) del CATIE* [Magister Scientiae en Agricultura Ecológica].
- Cosme-De la Cruz, R. C., Buendía-Molina, M., Adama-Rojas, E., & Pocomucha-Poma, V. (2020). Caracterización morfológica de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) y su

- resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), en el Valle del Alto Huallaga, Tingo María. *Revista Peruana de Innovación Agraria - ISSN: 2810-8876 (En línea)*, 1(1), Article 1.
- Duicela, L. A. (1989). *CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBIGO EN EL ECUADOR*.
- Encalada, M., Soto, F., Morales, D., & Álvarez, I. (2016). Influencia de la luz en algunas características fisiológicas del cafeto (*Coffea arabica* L. cv. Caturra) en condiciones de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 89-97.
- Figueroa-Hernández, E., Pérez-Soto, F., & Godínez-Montoya, L. (s. f.). *La producción y el consumo del café*.
- Flóres, C., & Arias, J. (2017). Guía para la caracterización de las variedades de café: Claves para su identificación. *Cenicafé*, 1-12.
- González, M. V., Eras Guamán, V. H., Moreno Serrano, J., Guerrero Rodríguez, R., Minchala Patiño, J., Yaguana Arévalo, M., & Valarezo Ortega, C. (2018). Comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de bosque seco, en un huerto semillero en la Estación Experimental Zapotepamba, provincia de Loja, Ecuador. 8(1).
- Iniap. (Diciembre de 2020). Programa de cacao y café. Recuperado el 11 de 06 de 2022, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5715/1/iniapecaIACC2020.pdf>
- Lema. (2019). Informe de rendimientos objetivos de café 2019. <https://online.fliphtml5.com/ijia/zeck/>
- López, A. A., Díaz-Ambrona, C. G. H., & Quezada, P. A. (s. f.). *Proyecto fin de carrera*. 228.
- Medina, C. I., Sánchez, D., & Lobo, M. (2008). Anatomía foliar comparativa de materiales de lulo. 10.
- Montoya, E. C., Hernández-Arredondo, J. D., Unigarro, C. A., & Flóres, C. P. (2017). Estimación del área foliar en café variedad Castillo® a libre exposición y su relación con la producción. *Revista Cenicafé*, 68(1), 55-61. <https://doi.org/10.38141/10778/68105>
- Monroig, M. (2016). Morfología del cafeto. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf
- Muñoz-Belalcázar, J. A., Benavides-Cardona, C. A., Lagos-Burbano, T. C., & Criollo-Velázquez, C. P. (2021). Manejo agronómico sobre el rendimiento y la calidad de café (*Coffea arabica*) variedad Castillo en Nariño, Colombia1. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 750-763.

- Ortiz, N., Barbón, R., Capote, A., Pérez, A., & Robaina, M. (2017). Caracterización morfológica en vivero de plantas de *Coffea arabica* L. cv. Caturra rojo J-884 obtenidas por embriogénesis somática. *Bioteología Vegetal*, 17(4), 251-257.
- Paladines, D. (2018). Riesgo y modos de bienestar: El caso de la producción de café en San Antonio de las Aradas (Loja).
- Peñuela, A. E., Guerrero, Á., & Sanz, J. R. (2022). Cromacafé® Herramienta para identificar los estados de madurez de las variedades de café de fruto rojo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 535, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0535>
- Pilozo Mantuano, W., Indacochea Ganchozo, B., Castro Landín, A., Vera Tumbaco, M., & Gabriel Ortega, J. (2022). Principales enfermedades causantes de la pérdida de rendimientos de los cultivos de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en la zona sur de Manabí, Ecuador: principales enfermedades causantes de la pérdida de rendimientos de los cultivos de café arábigo (*Coffea arabica* L.). *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 6(2), 117-134. <https://doi.org/10.47230/unesciencias.v6.n2.2022.632>
- Rodríguez, L. A., Guevara, F., Gómez, H., Flores, M., & Gómez, J. C. (2016). Anatomía foliar relacionada con la ruta fotosintética en árboles de café (*Coffea arabica* L., var. Caturra Rojo) expuestos a diferentes niveles de radiación solar en la Sierra Maestra, Granma, Cuba. *Acta Agronómica.*, 65(3), 7.
- Rojó, E. (2014). Café I (G. Coffea). *Reduca (Biología)*, 7(2), 113-132.
- Ruiz, F., Ruiz, J., Hernández, J., García, R., & Valadez, A. (2019). Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 891-196.
- Silva, R., & Silva, A. (1998). Índice estomático en materiales genéticos de café resistentes o susceptibles a la roya. *10(2)*, 57-61.
- Tobasura, I., & Obando, F. H. (2015). El imperativo de la agricultura hoy: cuidar la tierra. *Luna Azul*, 41, 385-396. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.21>
- Toledo-Macas, R.-K., Zumba Zúñiga, M., & Fernández, V.-A. (2019). La denominación de origen como estrategia de comercialización de productos agroalimentarios. el caso del café de altura de la provincia de Loja, Ecuador (pp. 401-413).

- Vásquez, L. (Septiembre de 2018). Edad del material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de café (*Coffea arabica*) variedad caturra. *Revista de Investigación Valdizana*, 12(4). Recuperado el 14 de 06 de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/5860/586062188005/html/>
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 2(2), Article 2. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.72-91](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91)
- Zapata Illánes, O., & Jiménez Becerra, J. E. (2016). Evaluación agromorfológica de dos variedades de café arábica (*Coffea arabica* L.) en tres localidades del cantón Caluma, provincia Bolívar, Ecuador. *Avances*. 3(2), 43-50.

11. Anexos

Anexo 1. *Altura de la planta de café arábigo.*



Anexo 2. *Diámetro del tallo de la planta de café arábigo.*



Anexo 3. Número de ramas.



Anexo 4. Número de hojas.



Anexo 5. *Longitud de la rama.*



Anexo 6. *Ángulo del eje central de las ramas.*



Anexo 7. *Ángulo del ápice de la hoja.*



Anexo 8. *Longitud entrenudos.*



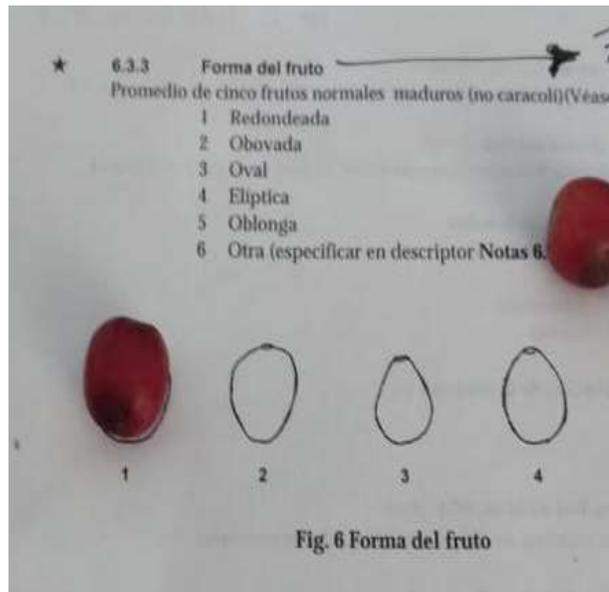
Anexo 9. *Color de las hojas jóvenes.*



Anexo 10. *Número de granos.*



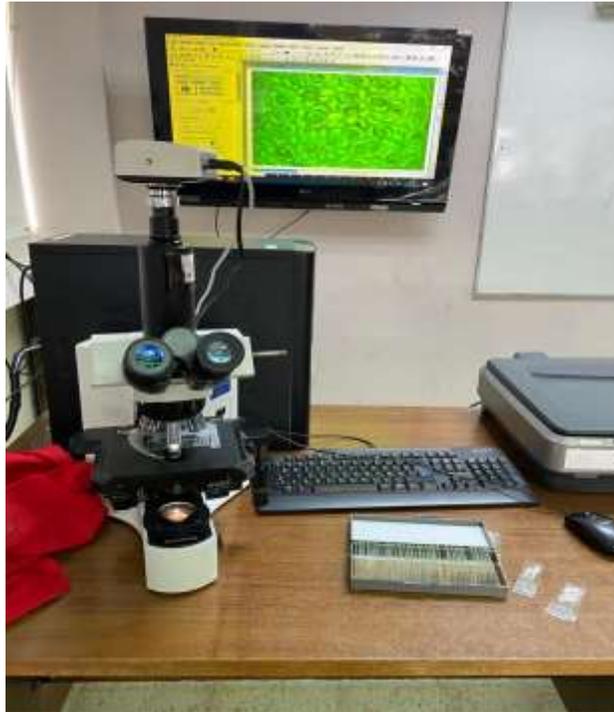
Anexo 11. Forma del fruto de café.



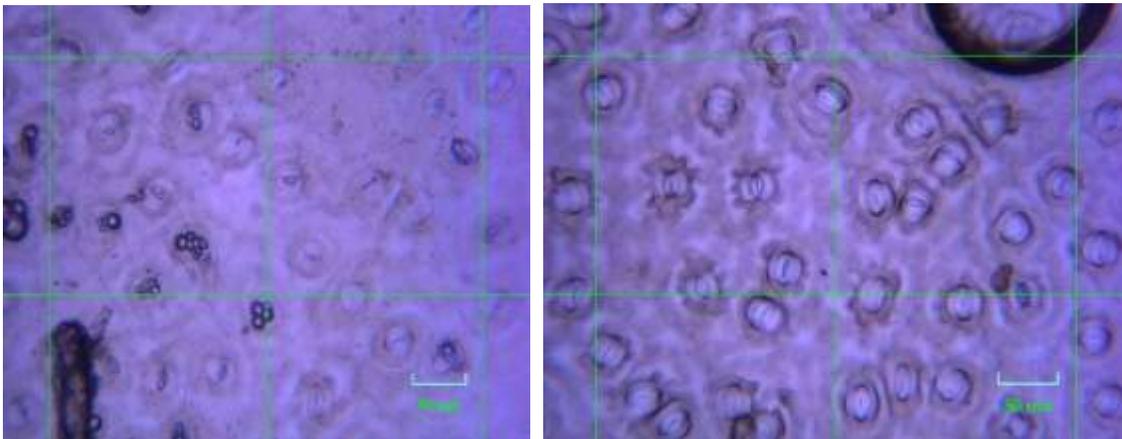
Anexo 12. Peso de los frutos cosechados.

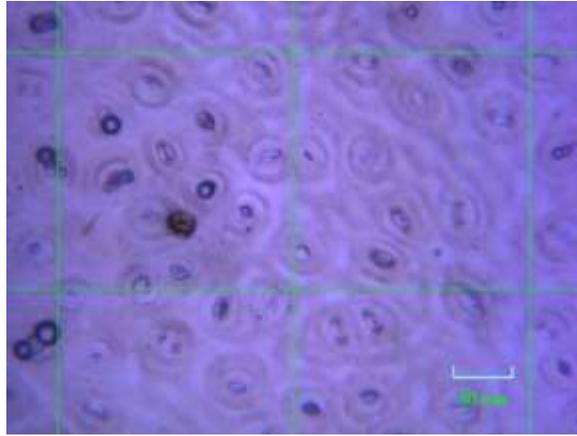


Anexo 13. *Microscopio Olympus modelo BX41TF.*

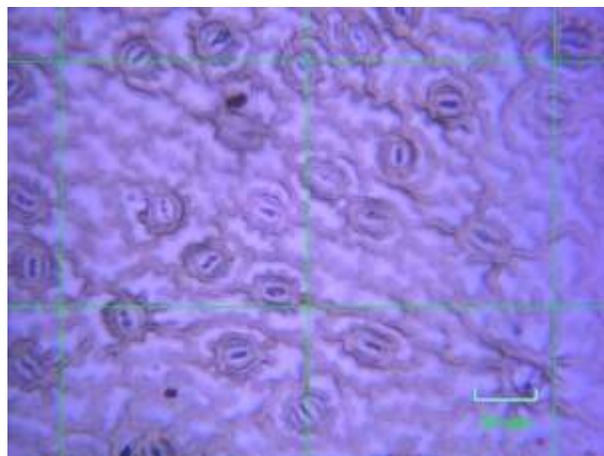
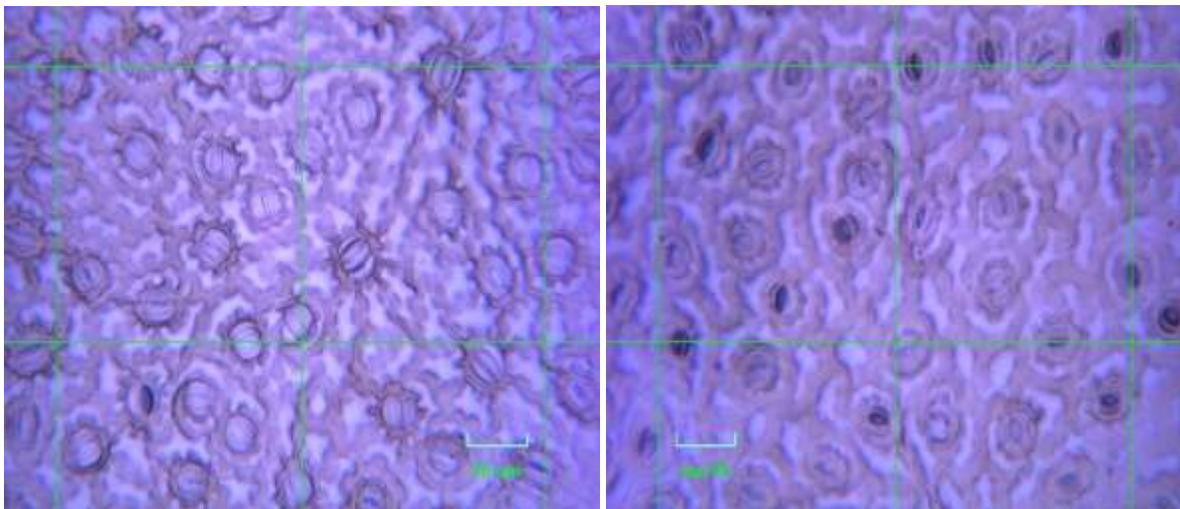


Anexo 14. *Estomas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja. A (Typica), B (Sarchimor) y C (Castillo).*

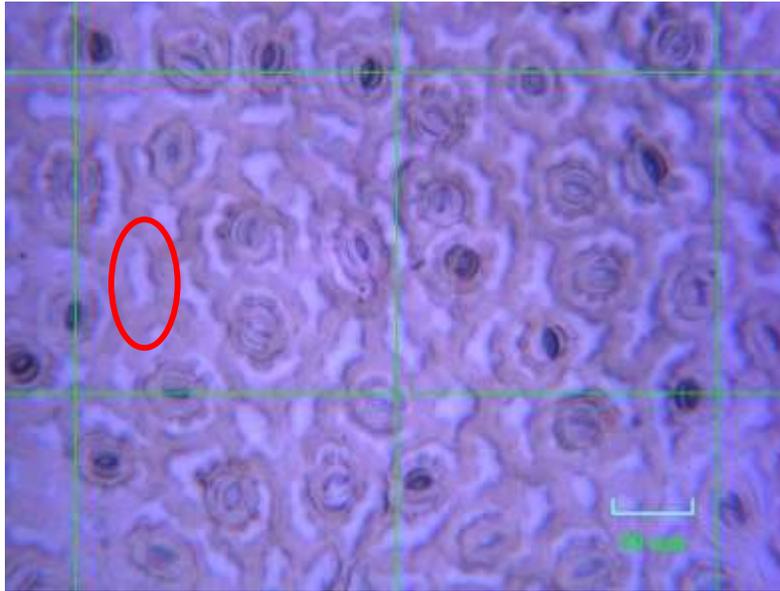




Anexo 15. Estomas de café de cada cultivar evaluado en la estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja. A (Acahua), B (Sarchimor) y C (Castillo).



Anexo 16. *Células Epidérmicas Típicas del cultivar Sarchimor.*



Anexo 17. *Color de las hojas jóvenes de las plantas de café en la estación Experimental La Argelia. (A: Typica, B: Sarchimor y C: Castillo).*



Anexo 18. *Color de las hojas jóvenes de las plantas de café en la estación Experimental Zapotepamba. (A: Acahua, B: Sarchimor y C: Castillo).*



Anexo 19. Certificado de Ingles.

Lic. Andrea Sthefania Carrión Mgs

0984079037

andrea.s.carrion@unl.edu.ec

Loja-Ecuador

Loja, 27 de junio del 2023

La suscrita, Andrea Sthefania Carrión Fernández, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR**
(registro de la SENESCYT número: 1008-12-1124463), **ÁREA DE INGLÉS-UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el señor: **Victor Hugo Espejo Abendaño** con cédula de ciudadanía No. **1105382426**, cuyo tema de investigación se titula: "Caracterización morfológica y del rendimiento de la primera cosecha de tres cultivares de café arábigo en el sector la Argelia del cantón Loja y Zapotepamba del cantón Paltas" ha sido realizado y aprobado por mi persona, Andrea Sthefania Carrión Fernández, Mgs. Docente de Educación Superior en la enseñanza del inglés como lengua extranjera.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.



Andrea Sthefania Carrión Fernández, Mgs.

English Professor