



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DEL CAFÉ CRIOLLO (COFFEA ARABICA L).

JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DEL CAFÉ CRIOLLO (*Coffea arabica* L).

JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL
CAFÉ CRIOLLO (*Coffea arabica* L).

JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 24 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.mag.go.cr

Fuente de Internet

4%

2

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

4%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

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

El que suscribe, JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL CAFÉ CRIOLLO (*Coffea arabica* L.), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

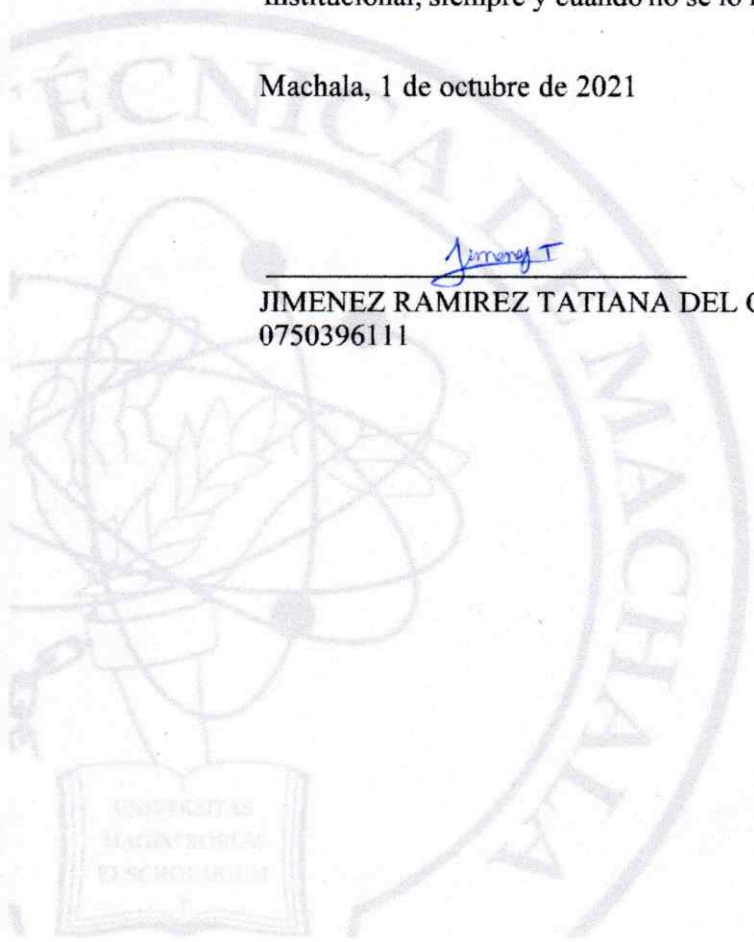
La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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

Machala, 1 de octubre de 2021



JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE
0750396111



DEDICATORIA

A Jehová por darme la oportunidad y fuerzas necesarias para alcanzar mis metas, gracias por hacerlo posible.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional a través de este largo camino y por el ánimo infundido durante mis estudios. A toda mi familia por confiar en mí y estar dispuestos a darme una mano cuando lo necesite, sin su ayuda no lo hubiese logrado.

A mis maestros y compañeros por convertirse en un andamio que se fue reforzando durante todo el periodo de aprendizaje.

Jimenez Ramirez Tatiana del Cisne.

AGRADECIMIENTO

A Jehová en primer lugar por darme la oportunidad de llegar hasta aquí, infundirme las fuerzas necesarias para seguir adelante convertirse en mi motor y ancla en momentos difíciles.

Extiendo un agradecimiento especial al ingeniero José Quevedo quien siempre estuvo dispuesto a compartir sus conocimientos y ser una de las personas que me hizo querer más mi futura profesión.

A mi padre Julio Jimenez por no dudar de mí en ningún momento, enseñarme el camino a seguir, por poner a tu familia antes que a todo hasta antes que, a ti mismo, por ser más que mi padre mi amigo leal en todo momento, por prestarme tu tiempo y tus fuerzas en esta investigación y sobre todo por buscar nuestra felicidad. A mi madre Dayse Ramirez por cuidarnos física y emocionalmente, por ser mi consejera y mi más grande confidente. A mi hermana Deyanira Jimenez mi nonne, por ser mi cómplice, compartir el mismo humor raro que yo y escucharme constantemente. A mi hermano Joel Jimenez por ser la felicidad del hogar y crear momentos de desconexión necesarios para mí.

A mis abuelos Eloy Ramirez, Melva Castillo, Doraliza Aguirre por ser siempre quienes me levantan el ánimo, escuchar lo que expreso y tomar mis decisiones en cuenta y apoyarme en este proyecto. A Edicson Ramirez porque te interesantes desde el primer momento en mi investigación. A toda familia por mostrar interés en este paso que estoy dando.

A Fabian Ramirez por ser mi tío y transformarse en mi hermano todos los días de mi vida dándome animo en todo momento, por creer en mí, por mostrarme un estilo de vida al que aspiro, ser mi modelo, por estar presente siempre y por bromear de mí y conmigo.

A mis compañeros y amigos que he hecho durante el transcurso de la carrera, por darme una mano siempre y por estar ahí siempre que los necesite.

GRACIAS

Jimenez Ramirez Tatiana del Cisne

Evaluación de fertilización edáfica y foliar en el rendimiento productivo del café criollo (*Coffea arabica* L).

Autor: Tatiana del Cisne Jimenez Ramirez

Tutor: Ing. Mgs. José Nicaso Quevedo Guerrero

RESUMEN

En Ecuador el café arábico (*Coffea arabica* L) es cultivado en pocas extensiones dentro de su territorio, este se caracteriza por su calidad reconocida a nivel mundial, además de que es uno de los cultivos más utilizados como bebida caliente. Loja es una de las provincias que más produce este rubro, por contar con un clima favorable para el correcto desarrollo del cultivo, por ello esta investigación fue desarrollada en la comuna Suipira, con el objetivo de evaluar el efecto de dos diferentes fuentes de fertilizantes en el rendimiento del criollo o típica, de acuerdo a la aplicación de cuatro tratamientos, por medio del diseño en bloques completamente al azar o DBCA, dispuesto en 4 bloques, donde cada tratamiento era un bloque (T1: 60g de Yaramila Complex; T2: 100g de Abotek; T3: 200 ml de Seaweed Extract; T4: testigo), cada uno con 6 repeticiones y en cada repetición se evaluaron 6 unidades experimentales. Para verificar los efectos de la fertilización y las diferencias significativas entre ellas, en el momento de la cosecha se evaluaron las variables rendimiento (Kg/planta), peso de 100 granos (g), peso de granos pelados (g), peso de cáscara (g) y grados brix. Para marcar más estas diferencias entre la fertilización edáfica y foliar, no solo en el rendimiento sino también en la calidad de la bebida, se evaluó los atributos presentes en el líquido, su cantidad de fenoles y su actividad antioxidante. Para verificar la existencia de diferencias estadísticas entre las fuentes de fertilización tomando como base las variables agronómicas evaluadas, se realizó un análisis de ANOVA de un factor en el software IBM SPSS STACTICS 22, los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas del rendimiento, peso de 100 granos y del peso de la cáscara entre las fuentes de fertilización, pero en cuanto a la variable peso de granos pelados y grados brix sí mostraron diferencias estadísticas con un nivel de significancia inferior al p-valor (0,05), siendo el T1 (Yaramila) quien obtuvo el mayor peso de granos y el T2 (Abotek) el mayor grado de dulzor, demostrando que la fertilización foliar sola no puede superar a los edáficos en aspectos agronómicos. En cuanto a calidad de bebida la fertilización edáfica potenció atributos como: color de la

bebida, textura, cuerpo, astringencia, equilibrio, posgusto y sabores, además demostró que incrementó el contenido de fenoles (12.585 mg GAE/g PS), por otro lado, la foliar obtuvo un mejor color de crema, un mayor brillo de bebida y la mayor actividad antioxidante registrada (192.254 mg TE/ g PS). En cuanto aromas se presentaron aromas cítricos, tierra y arándanos, en el tostado se percibió aromas a chocolate, cacao, nueces y almendras, en la destilación a terpenos y nuez moscada y en los aromas retronasales, chocolate, caramelo y canela. Demostrando que la fertilización además de influir en las características agronómicas también influye en la calidad de la bebida, otorgándoles aromas y sabores que resaltan la taza, además para potenciar estas características organolépticas es necesario un buen manejo postcosecha del grano y un buen tostado que resalte los atributos del café.

Palabras claves:

Criollo, fertilización, edáfica, foliar, rendimiento, atributos, aromas, sabores, fenoles, actividad antioxidante.

Evaluation of soil and foliar fertilization on the productive yield of criollo coffee (*Coffea arabica* L.).

Author: Tatiana del Cisne Jimenez Ramirez

Tutor: Ing. Mgs. José Nicaso Quevedo Guerrero.

ABSTRACT

In Ecuador the coffee (*Coffea arabica* L.), they are cultivated on small areas inside the territory, this is characterized by its world-renowned quality, is also one of the most widely used crops as a hot drink. Loja is one of the provinces that produces the most this item, for having a favourable climate for the correct development of the crop, therefore this investigation was developed in the commune Suipira, with the objective of assess the effect of two different fertilizer sources on yields of the criollo or typica (*Coffea arabica* L.), according to the application of four treatment, using the completely randomized block design or DBCA, arranged in 4 blocks, where each treatment in one block (T1: 60g of Yaramila Complex; T2: 100g of Abotek; T3: 200ml of Seaweed Extract; T4: Control), each with 6 replicates and in each replicate 6 experimental units were evaluated. To verify the effects of fertilization and the significant differences between them, at the moment of harvest, the variables yield (kg/plant.), 100 kernel weight (g), peeled kernel weight (g), husk weight (g) and brix degrees were evaluated. To further highlight these differences between soil and foliar fertilization not only on yield but also on the quality of the drink, the attributes present in the liquid were assessed, the amount of phenols and its antioxidant activity were evaluated. To order to verify the existence of statistical differences between fertilization sources based on the agronomic variables evaluated, a one factor ANOVA analysis was carried out in the IBM SPSS STACTICS 22 software, the results obtained showed no significant differences in yield, 100 kernel weight and husk weight between fertilizer sources, but in the peeled kernel weight and brix degrees showed statistical differences with a significance level lower than the p-value (0.05), with T1 (Yaramila) obtaining the highest kernel weight and T2 (Abotek) the highest degree of sweetness, demonstrating that foliar fertilization alone cannot overcome edaphic fertilization in agronomic aspects. In terms of beverage quality, edaphic fertilization enhanced attributes such as: beverage colour, texture, body, astringency, balance, aftertaste and flavours and was also shown to increase phenol content (12.585 mg GAE/g PS), on the other hand, the

foliar obtain a better cream colour, a higher drink and the highest antioxidant activity recorded (192.254 mg TE/ g PS). In terms of flavour, the two fertilizations influenced the fragrance palette. In terms of aromas, citrus, earth and blueberry aromas were present, in roasting, aromas of chocolate, cocoa, nuts and almonds were perceived, in distillation, terpenes and nutmeg, and in retronasal aromas, chocolate, caramel and cinnamon. This shows that fertilization, as well as influencing agronomic characteristics, also influences the quality of the beverage, giving it aromas and flavours that enhance the cup. In addition, to enhance these organoleptic characteristics, good post-harvest handling of the attributes of the coffee.

Keywords:

Criollo, fertilization, edaphic, foliar, yield, attributes, smell, flavours, phenols, activity.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	15
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.1.1. Objetivos específicos.....	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1. ORIGEN	18
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	18
2.3. PRODUCCIÓN	18
2.3.1. Producción mundial.....	18
2.3.2. Producción nacional	19
2.3.3. Zonas cafetaleras en el ecuador.....	20
2.3.4. Producción de café en la provincia de Loja	20
2.4. CAFÉ ARABICO	20
2.5. CAFÉ CRIOLLO O TÍPICA	21
2.6. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	21
2.6.1. Altitud.....	21
2.6.2. Temperatura	21
2.6.3. Humedad relativa	22
2.6.4. Precipitación.....	22
2.6.5. Suelo.....	22
2.7. BOTÁNICA DEL CULTIVO DE CAFÉ.....	22
2.7.1. Raíz.....	22
2.7.2. Tallo	22
2.7.3. Hojas.....	23
2.7.4. Inflorescencias.....	23

2.7.5. Fruto	23
2.8. FENOLOGIA.....	23
2.8.1. Fase vegetativa	23
2.8.2. Formación de hojas nuevas	24
2.8.3. Floración.....	24
2.8.4. Fructificación	24
2.9. FERTILIZACIÓN	25
2.9.1. Yaramila Complex	26
2.9.2. Abotek	26
2.10. ELEMENTOS ESENCIALES.....	26
2.10.1. Nitrógeno.....	26
2.10.2. Fósforo	26
2.10.3. Potasio	27
2.10.4. Magnesio	27
2.10.5. Boro.....	27
2.10.6. Zinc.....	27
2.11. FERTILIZACIÓN FOLIAR	28
2.11.1. Beneficios.....	28
2.11.2. Incremento de floración y cuajado	28
2.11.3. Seaweed Extract	29
2.12. POST COSECHA	29
2.12.1. Cosecha del café.....	29
2.12.2. Beneficio Húmedo.....	29
2.12.3. Despulpado.....	29
2.12.4. Fermentación	30
2.12.5. Lavado	30
2.12.6. Secado	30

2.12.7. Trillado	30
2.12.8. Tostado	31
2.12.9. Molienda.....	31
2.13. ATRIBUTOS SENSORIALES	31
2.14. FENOLES	32
2.15. ACTIVIDAD ANTOXIDANTE	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. MATERIALES	33
3.1.1. Localización del experimento	33
3.1.2. Factores climáticos y ecológicos.....	33
3.1.3. Materiales de campo.....	33
3.1.4. Materiales de laboratorio.....	33
3.1.5. Material genético.....	34
3.1.6. Variables evaluadas.....	34
3.2. METODOLOGÍA	34
3.2.1. Aplicación de los tratamientos	35
3.2.2. Control de arvenses	35
3.2.3. Cosecha del café.....	36
3.2.4. Determinación del rendimiento.....	37
3.2.5. Determinación del peso de 100 granos frescos.....	37
3.2.6. Determinación del peso de 100 granos pelados.....	38
3.2.7. Determinación del peso de la cáscara.....	38
3.2.8. Determinación de los grados brix.....	39
3.2.9. Beneficio húmedo del café.....	39
3.2.10. Determinación de los atributos del café.....	42
3.2.10 Determinación de fenoles.....	45
3.2.11. Determinacion de antioxidantes.....	47

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	48
4.1. RENDIMIENTO (Kg/pl.).....	49
4.2. PESO DE 100 GRANOS (g)	50
4.3. PESO DE GRANOS PELADOS (g)	51
4.4. PESO DE CÁSCARA (g).....	52
4.5. GRADOS BRUX	53
4.6. VARIABLE CUALITATIVAS	54
4.6.1. Atributos del café	54
4.6.2. Aromas	55
4.6.2 Sabores	59
4.6.3. Contenido de fenoles	60
4.6.4. Actividad antioxidante	61
4. CONCLUSIONES	63
5. RECOMENDACIONES	64
6. BIBLIOGRAFÍA.....	65
8. ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nutrientes presentes en el suelo.....	34
Tabla 2. Tratamientos establecidos para la investigación.	35
Tabla 3. Análisis ANOVA de un factor para determinar si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos.	48
Tabla 4. Valores de los atributos de los tratamientos edáfico y foliar.....	54
Tabla 5. Intensidad de los sabores.	59
Tabla 6. Valores obtenidos de fenoles.....	60
Tabla 7. Valores obtenidos para antioxidantes.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países de mayor producción a nivel mundial.....	19
Figura 2. Proporción de producción de café verde en Ecuador.....	19
Figura 3. Ubicación del experimento.	33
Figura 4. Aplicación de los tratamientos.....	35
Figura 5. Control de arvenses.....	36
Figura 6. Cosecha del café.....	37
Figura 7. Peso.....	37
Figura 8. 100 granos de café frescos.	38
Figura 9. Peso de 100 pelados.	38
Figura 10. Peso de la cáscara.....	38
Figura 11. Determinación de los grados brix.	39
Figura 12. Despulpado manual de las cerezas.....	39
Figura 13. Fermentación anaeróbica del café.....	40
Figura 14. Lavado de los granos.	40
Figura 15. Secado.....	41
Figura 16. Trillado manual.....	41
Figura 17. Tostado.....	42
Figura 18. Molido.....	42
Figura 19. Bebidas para la cata.....	45
Figura 20. Extracción de las soluciones.....	46
Figura 21. Contenido de fenoles.....	47
Figura 22. Contenido de antioxidantes.....	48

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Medias del rendimiento (kg/pl.)	50
Gráfico 2. Media del peso de 100 granos frescos (g).	51
Gráfico 3. Media del peso de 100 granos pelados (g).	52
Gráfico 4. Medias del peso de cáscara (g).	53
Gráfico 5. Medias de los grados brix.	54
Gráfico 6. Aromas de la fragancia.	56
Gráfico 7. Aromas del tostado.	57
Gráfico 8. Aromas de destilación de la taza.	58
Gráfico 9. Aromas retronasales.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo.....	73
Anexo 2. Composición química de los fertilizantes.....	74
Anexo 3. Prueba Tukey para variable rendimiento kg/pl.....	74
Anexo 4. Prueba Tukey para variable peso de 100 granos (g).....	74
Anexo 5. Prueba Tukey para variable peso de granos pelados (g).....	75
Anexo 6. Prueba Tukey para variable peso de cáscara (g).....	76
Anexo 7. Prueba de Tukey para la variable grados brix.	76
Anexo 8. Plantación de café criollo.....	77
Anexo 9. Plantas a muestrear.	77
Anexo 10. Tabla de CATAST.....	78
Anexo 11. Tablas de Excel para fenoles y antioxidantes.....	78
Anexo 12. Análisis de suelos al finalizar la investigación.	79

1. INTRODUCCION

Originario de Etiopía con demanda la cual va en aumento y surge la necesidad de ser eficientes en la producción e incrementar la calidad en grano. Actualmente se estima que la mitad de la población mundial consume al menos una taza de café al día, a pesar de ello en el mercado interno su demanda es limitada y sus exportaciones bajas, los precios fluctúan irregularmente, además de que factores como la migración, y la degradación del medio rural, han influido en la baja productividad de los cafetales y la pérdida de cosechas por plagas y enfermedades.

Frente a este escenario es importante ser eficientes en su producción y trabajar en técnicas que incrementen su rentabilidad, calidad y productividad, para que estos sean más competitivos en el mercado, se reduzcan las importaciones y aumenten los ingresos económicos de pequeños agrocultores, los mismos que hoy ven afectado su sector socio-ecológico y la económica, por la dependencia a intermediarios y el acceso limitado al mercado (Caporal, 2012).

En el Ecuador al menos un 80% de los productores manejan sus plantaciones de forma tradicional, obteniendo un rendimiento bajo, a pesar de que el café arábico destaca por su gran sabor y aroma la gran mayoría de la producción circula en el mercado nacional y la mínima parte de esta es para exportación por no ser manejado de forma técnica, un claro ejemplo es la provincia de Loja quien cuenta con varias tazas de oro en cuanto a calidad de la bebida, a pesar de ello no es la provincia con mayor producción y como en el mercado los precios en fresco y pelado son bajos, la producción se comercializa molido en el mismo sector.

Uno de los aspectos que más influye en la producción es el manejo de su nutrición, esta es una de las actividades más importantes para obtener y mantener producciones estables, además de mejorar el vigor y potenciar el desarrollo de estas. En la nutrición hay dos actividades principales a realizar: la fertilización del suelo y la fertilización foliar, que aportan nutrimentos esenciales que potencian el desarrollo de la planta, su resistencia y su producción, además estas influyen en el desarrollo del grano y la calidad organoléptica del café.

Es por ello que el siguiente trabajo se centra en la incidencia de la fertilización edáfica y foliar en la producción del café criollo, en la calidad de la bebida y en la cantidad de

fenoles que puedan aportar estos al grano y su actividad antioxidante. Esta investigación es importante para demostrar que a pesar de sus bajas producciones el café criollo tiene un gran potencial en la calidad en taza.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto de tratamientos edáficos y foliares de fertilización en el rendimiento productivo en el cantón Paltas sitio Suipira.

1.1.1. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto en la producción de frutos y calidad en taza de dos tratamientos edáficos aplicados al café criollo.
- Evaluar la respuesta a la aplicación del abono foliar en la producción de frutos y calidad en taza al café criollo.
- Comparar resultado de la fertilización edáfica y foliar en el rendimiento productivo de café criollo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

No se tiene un origen concreto de este, pero la mayoría de los investigadores consideran que de forma silvestre el arábica fue encontrado en Etiopía, en donde se volvió popular como una bebida estimulante, y posteriormente fue popularizado en Europa. Llegó a diferentes países como Italia, Inglaterra y después se desplazó a Indonesia y Sudamérica, en donde Brasil fue el primer país en establecerlo en 1727 (Gotteland & Saturnino de Pablo, 2007).

Pertenece a la familia rubiácea agrupando alrededor de 80 especies, de las cuales solo dos son las más comercializadas: el café arábico y el robusta, su producción es altamente comercializada como bebida, la cual es obtenida de la mezcla de agua a punto de ebullición y granos tostados de café; considerada la bebida número uno y una de las principales commodities comercializadas en el mundo, su popularidad se basa en el efecto vigorizante y estimulante de la cafeína (Santos, 2018).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Ramiro (2010), su clasificación taxonómica es:

Reino	Vegetal
División	Antofita
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	Arábica

2.3. PRODUCCIÓN

2.3.1. Producción mundial

La mayor producción se concentra en los continentes de: América, Asia, África, Oceanía y Europa. En donde a nivel mundial los países que más producen son: Brasil, Vietnam,

Colombia, Indonesia, Etiopia, India, México, Honduras, Guatemala y Perú como se muestra en la Figura 1.

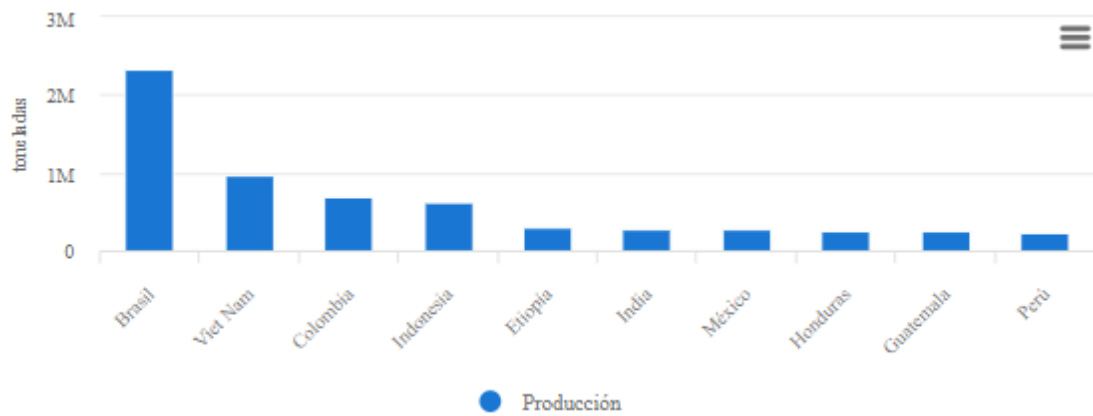


Figura 1. Países de mayor producción a nivel mundial.

Fuente: FAO(2021).

2.3.2. Producción nacional

Según FAO (2021) la producción de café en el Ecuador en el 2018 fue de 8.141 toneladas (tn) en un área de 36.047 hectárea (ha), en la Figura 2 se puede observar su producción a través de los años.

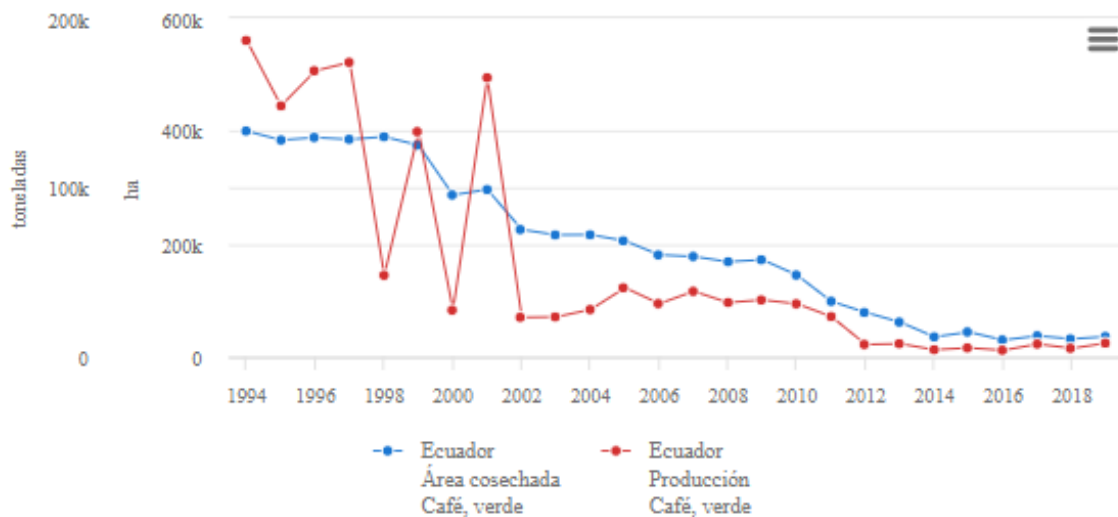


Figura 2. Proporción de producción de café verde en Ecuador.

Fuente: FAO (2021).

2.3.3. Zonas productivas del Ecuador

Según Alulima (2012) en el Ecuador se producen el café arábico y robusta, dentro de sus cuatro regiones. El arábico tiene una gran adaptabilidad a los distintos ecosistemas del Ecuador, a pesar de ello la caficultura ecuatoriana posee una baja productividad por factores como el desconocimiento de la variedad cultivada, primitiva tecnificación y un deficiente control de enfermedades y plagas.

Las variedades arábicas producidas en el Ecuador son: Bourbon, Catimor, Típica, Sarchimor, Catuai, Caturra y Pacas, estas variedades son cultivadas en sistemas tradicionales, en policultivos dentro de bosques ya establecidos, en asociación con especies forestales o frutales y en monocultivos comerciales (Venegas et al., 2018).

En el Ecuador existen cuatro zonas altamente productivas de arábico, Manabí-Guayas en el sistema montañoso Chongón Colonche, la zona sur en El Oro-Loja (Santiana, 2013).

2.3.4. Producción de café en la provincia de Loja

La provincia de Loja cuenta con un clima favorable para el desarrollo de los cafetales además de otros cultivos. En el año 2011 ocupaba 29.345 ha y la producción de varios de sus cantones son considerados los mejores cafés y en el 2012 Loja con el cantón Calvas obtuvo el segundo lugar de la taza dorada con un puntaje de 86.50 (Cofenac, 2013).

Los cantones de mayor producción son: Puyango, Sozoranga, Olmedo y Chaguarpamba, y su producción es destinada a la exportación.

2.4. CAFÉ ARABICO

Especie originaria de Etiopía y como cultivo data sus inicios desde hace 2000 años, convirtiéndose en la especie más cultivada en el mundo con el 60% del área cafetalera mundial, con diferentes variedades y cultivares arábigos. Se caracteriza principalmente por ser un arbusto que puede llegar a alcanzar los 4 metros y en forma silvestre hasta los

20 m de altura. Sus hojas son de color verde intenso, sus flores de color blanco y con un olor similar al jazmín y sus granos de color rojo cuando maduran (Coffee IQ, 2019).

Se diferencia de las demás especies porque sus granos una vez tostados tienen un sabor suave, dulce y con una acidez media y balanceada. Generalmente los cafés con taza de excelencia provienen de variedades de café arábico. Su gran desventaja ante los cafés Canephora y Robusta, es su susceptibilidad a plagas y enfermedades, especialmente a la roya y la broca del café.

2.5. CAFÉ CRIOLLO O TÍPICA

La más antigua de las variedades de café, alcanza una altura de 4 m, aunque esta tiene un bajo rendimiento, el cual es inferior a 2 t ha^{-1} , pero sus granos molidos dan una excelente taza (López et al., 2016). Actualmente encontrarla no es muy común debido a la susceptibilidad a plagas y enfermedades por la que ha sido reemplazada por variedades más resistentes.

Fue la primera especie cultivada en América Tropical, se caracteriza por el tamaño grande de su grano, el color bronceado de sus brotes nuevos de hojas, la coloración roja vino de sus granos al llegar a la madurez, su superioridad en la calidad como bebida además de la flexibilidad de sus ramas para la cosecha.

2.6. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

2.6.1. Altitud

La altitud óptima para el cultivo es de 900 a 1500 msnm. Por encima de este se presentan fuertes limitaciones en su desarrollo (Espinosa et al., 2016).

2.6.2. Temperatura

Las temperaturas óptimas son de 18 a 21° C, temperaturas inferiores provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas. Temperaturas altas inhiben el crecimiento porque la fotosíntesis decrece (Sotomayor, 1993).

2.6.3. Humedad relativa

Deben ser inferiores al 85%, al alcanzar humedades superiores favorecen los ataques de enfermedades fungosas y a la proliferación de las plagas.

2.6.4. Precipitación

Naranjo (1997) señala que la precipitación media anual requerida por el cafeto está entre 1800 mm a 2000 mm al año. El cafeto requiere todo el tiempo agua en el subsuelo, pero en las capas más superficiales donde se encuentra todo el sistema radical es necesario un periodo seco en una parte del año, considerablemente de dos a tres meses.

2.6.5. Suelo

Requiere de suelos tipo franco (franco arcilloso, franco arenoso, franco limoso), los cuales deben ser ricos en materia orgánica, profundos, con buen drenaje y una topografía regular.

2.7. BOTÁNICA DEL CULTIVO DE CAFÉ

Es fundamental conocer la planta, su forma, funcionamiento de las partes que la conforman, debido a que la producción de café es influenciada por su fisiología (Blanco et al., 2003).

2.7.1. Raíz

Es el órgano que proporciona alimento a la planta, por donde absorbe el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo. El sistema radical posee un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. El sistema radical del cafeto es uno superficial, ya que se ha constatado que el 94% de sus raíces se encuentran en el primer pie de profundidad en el suelo (Sotomayor, 1993).

2.7.2. Tallo

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central, sus ramas laterales forman un ángulo aproximado a 50° o 70° con el eje central y dado que puede llegar a los 4 m es un café de porte alto y tiene una forma cónica (Anacafé, 2019).

2.7.3. Hojas

Las hojas son oblongas, de una textura lisa y fina. Su forma es ovalada a lanceolada. Su haz es verde brillante y un verde mate en el envés. Las venas son hundidas y sobresalen en el inferior. Las hojas juegan un papel importante en la producción al proteger las yemas, flores y frutos de la radiación directa del sol (Marín et al., 2020).

2.7.4. Inflorescencias

Se desarrollan en las axilas de las hojas. Esta es hermafrodita de un tamaño pequeño, de color blanco y de olor fragante. Las yemas florales aparecen generalmente a los dos o tres años.

2.7.5. Fruto

El fruto o cereza es una drupa alargada, que se ubica a lo largo de la rama del cafeto. De forma ovalada o elipsoidal y ligeramente aplanada de un sabor dulce, en su interior tiene dos semillas planas separadas por un surco interno. El fruto es de color verde al principio y al madurar se torna rojo. Al llegar a la madurez dentro de ellos ocurren cambios químicos y fisiológicos, generados por la hormona etileno la cual causa la característica coloración rojiza de un fruto maduro (Unigarro et al., 2018).

2.8. FENOLOGIA

2.8.1. Fase vegetativa

Al ser un arbusto perenne cuyo ciclo de vida alcanza hasta los 20 años en donde alcanza su máxima producción entre los 6-8 años. Su fase vegetativa inicia con la germinación hasta la primera floración, englobando la etapa de germinación, trasplante, almacigo y siembra (Arcila, 2001). Su desarrollo tanto vegetativo como reproductivo transcurre durante todo su ciclo de vida.

2.8.2. Formación de hojas nuevas

La formación de hojas nuevas o foliación de los cafetos, ocurre todo el tiempo, ya sea por efecto de la Roya o por la acción de otros factores, alcanzando los más altos índices en la época seca y los primeros días de la época lluviosa. El daño ocasionado por las plagas foliares, el envejecimiento natural, la caducidad de las hojas y la influencia de los factores físicos también provocan defoliación. Su formación está estrechamente relacionada con el desarrollo vegetativo, la eficiencia de la fotosíntesis, disponibilidad de agua y nutrientes y con la evapotranspiración (Marín et al., 2018).

2.8.3. Floración

La floración en los cafetos está directamente asociada con el régimen de precipitación de la zona y en la época lluviosa es donde la mayor parte de las áreas de café arábico florecen. Normalmente, entre los meses de septiembre y noviembre, se registran ligeras lloviznas que rompen el estado de dormancia de los cafetos y estimulan su primera floración, concluyendo el período, cuando se inicia la época lluviosa, a más tardar, hacia fines de diciembre o los primeros días de enero (Sotomayor & Duicela, 1995).

2.8.4. Fructificación

El fruto es verde al inicio, tornándose amarillo y finalmente rojo, en su desarrollo la disponibilidad de agua juega un papel importante en su llenado y su déficit afecta su tamaño y llenado (Bermeo & Reyes, 2013). En su desarrollo se distinguen cinco períodos que se describen a continuación:

- **Primero:** etapa comprendida en las siete semanas posteriores a la floración (50 días) de muy poco crecimiento y peso.
- **Segundo:** el fruto aumenta su peso y volumen, por lo que es necesario la disponibilidad de agua, para que el grano no quede pequeño y no se seque, ocurre en la semana ocho a la diecisiete después de la floración (50 –120 días).

- **Tercer:** etapa de una gran demanda de nutrientes. Durante esta la almendra se endurece, sin agua los frutos no se forma y el crecimiento se paraliza (Acosta, 2017). En cuanto la semilla completa su desarrollo esta adquiere consistencia sólida y gana peso.
- **Cuarto:** época de maduración que ocurre entre las semanas 26 a la 32 después de la floración (180–224 días). Dado que el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado cambia a un color rojizo (Jaime et al., 2007).
- **Quinto:** ocurre después de la semana 32, el fruto se sobremadura y se torna violeta, se seca y pierde peso.

Este proceso involucra la sincronización de los patrones reproductivos, contenido de carbohidratos, la actividad hormonal y la nutrición mineral quienes propician la fructificación y su posterior maduración (Chacón et al., 2020).

2.9. FERTILIZACIÓN

El objetivo de realizar la fertilización es obtener el mayor rendimiento posible con un mínimo costo y que la actividad agrícola sea rentable, se recomienda que hasta la floración las plantas de café necesitan principalmente del Nitrógeno Y Fósforo, y a partir de la floración y la etapa de producción, se requiere del Nitrógeno y Potasio. Según Valencia (2000), la forma más rentable, más razonable y más lógica de fertilizar los cultivos, se debe emplear la siguiente ecuación:

$$\text{Extracción} - \text{Aportes del suelo} = \text{Fertilizante requerido.}$$

Para lograr un sustentable sistema de producción que prevenga la erosión del suelo, preservar la biodiversidad, la flora y fauna es necesario realizar un análisis de suelo, este informará al caficultor los nutrientes presentes en este y los factores que limitarían el potencial productivo del café (Nuñez et al., 2011).

Se considera que el momento idóneo para fertilizar es hasta un aproximado de 18 meses después de la siembra, edad en la que se inician las primeras floraciones. Y según el análisis de suelo determinaremos si es necesario incorporar cal agrícola, cal dolomítica o roca fosfórica. El cultivo necesita un balance de 17 N- 6 P₂ O₅- 18 K₂ O- 6 MgO -7 S y se recomienda aplicar de 700 - 800 Kg/ha. De modo que si se aplican las dosis

recomendadas los caficultores potenciarán sus hectáreas y estas serán más productivas (Bedoya & Salazar, 2018).

Cuando el cafetal está en producción, transcurren aproximadamente 32 semanas de tal manera que la primera fertilización se realiza 2 meses antes de que se madure el fruto. La segunda fertilización debe realizarse 6 meses después de la anterior, aunque lo recomendable es fertilizar dos veces por año. No aplicar fertilizante si el suelo está muy seco, ya que la planta en estas condiciones no puede tomar y se corre el riesgo de quemar las raíces y de perder Nitrógeno (Valencia, 2000).

2.9.1. Yaramila Complex

Fertilizante complejo especial de aplicación edáfica, sus micro y macronutrientes, proporcionan al cultivo una nutrición compleja, equilibrada y previene deficiencias que puedan limitar el rendimiento, en su fabricación el fósforo forma polyfosfatos de amonio y este 25% de fósforo que produce son de rápido asimilación (YARA, 2018).

2.9.2. Abotek

Fertilizante granulado con un alto contenido de potasio con un (23%) importante para la producción, prevención del daño por temperaturas frías y déficit de agua (YARA, 2019). Además de su alto contenido de potasio, aporta nitrógeno, fósforo y otros elementos, todos estos elementos son necesarios para el crecimiento de las plantas que promueven la formación, crecimiento y desarrollo de frutos, granos.

2.10. ELEMENTOS ESENCIALES

2.10.1. Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los elementos más limitantes en la producción, por ser requerido en grandes cantidades por la planta y su baja disponibilidad en los suelos por no ser no es un componente importante de su fracción mineral. Además, su deficiencia afecta drásticamente la formación de clorofila, manifestándose como una clorosis generalizada en las hojas siendo más evidente en hojas viejas (Chaves, 1999).

2.10.2. Fósforo

Al encontrarse en los tejidos meristemáticas de la parte aérea y radical, y en la de frutos

jóvenes, está presente en las reacciones energéticas del metabolismo, como en las funciones de fotosíntesis, respiración, la síntesis de grasas y proteínas. A pesar de que este cultivo es poco exigente de fósforo por su eficiente absorción del mismo, pero cuando existe deficiencia se muestra como una coloración marrón en las hojas bajas, la caída prematura de las mismas y el crecimiento del cafeto se ralentiza (Ochoa et al., 2000).

2.10.3. Potasio

Su principal función es activar las enzimas que participan en los procesos metabólicos, como la fotosíntesis, respiración y síntesis de almidones y proteínas, destacando en los mecanismos que regulan la apertura y cierre de estomas; además de transportar los fotoasimilados por los conductos del floema (Chaves,1999). La sintomatología de su deficiencia se muestra en las hojas viejas, las cuales muestran lesiones de color café oscuro necrosis o necrosis en los bordes de la lámina foliar.

2.10.4. Magnesio

Es parte de la estructura en la clorofila y también es el activador enzimático en los procesos de respiración y formación de ácidos nucleicos. Los síntomas de deficiencia, se observan en las hojas más viejas, como una clorosis intervenal en franjas que abarca el área de las venas laterales secundarias. Es importante en el llenado del fruto, por ser la época de más demanda de nutrientes es grande (Alvarado, 2017).

2.10.5. Boro

Interviene en la formación de auxinas, sustancias fenólicas, proteínas y ácidos nucleicos, además participa en la formación y funcionamiento de las paredes y membranas celulares, en la germinación y fertilidad del polen. Entre los síntomas más característicos de su deficiencia es el desarrollo anormal de las hojas, estas se vuelven más pequeñas con bordes irregulares y de tono opaco. También se presenta con cortos entrenudos y la muerte de puntos de crecimiento (Chaves, 1999).

2.10.6. Zinc

Las plantas con deficiencias suelen acumular ácido indolacético en las células, este microelemento interviene en la biosíntesis de las auxinas y también como activador metabólico de numerosas enzimas. La deficiencia es más evidente es la escasa formación

de hojas, baja área foliar, coloración verde pálido y de textura áspera.

En el Cuadro 1 se muestran las dosis de todos los nutrientes antes mencionados.

Elemento	Dosis (kg ha⁻¹)
Nitrógeno	150-300
Fósforo	30-50
Potasio	100-200
Magnesio	40-80
Azufre	30-60
Boro	3-6
Zinc	5-10

Cuadro 1. Dosis de los elementos para fertilización

Fuente: Molina (2001).

2.11. FERTILIZACIÓN FOLIAR

La fertilización foliar es un complemento de la edáfica y no un sustituto del mismo. Los micronutrientes que son aportados con mayor facilidad en esta fertilización son el boro y zinc; es recomendable aplicar 2 a 3 aplicaciones en el periodo lluvioso en plantaciones con suelos limitantes (Chaves, 1999).

2.11.1. Beneficios

Permite tener un control natural de enfermedades, corrige las deficiencias en plantas, es un gran aporte de minerales naturales, contienen una gran cantidad de elementos minerales que no se encuentran en los suelos agrícolas y genera un ahorro en costos de producción al aplicar un producto completo en vez de aplicar varios productos por separado para obtener un beneficio similar.

2.11.2. Incremento de floración y cuajado

Para incrementar la producción de café, la floración y cuajado tienen que ser optimizados, al suministrar nutrientes por medio de la fertilización. Entre los nutrientes que se requieren para esto son (YARA, 2020):

- **Nitrógeno:** estimula la producción del follaje y maximiza el número de flores.
- **Fósforo:** los fertilizantes fosfatados incrementan el cuajo de los frutos y el rendimiento del cultivo.
- **Boro:** este estimula el metabolismo de carbohidratos y la síntesis de ácidos nucleicos, aumentando la floración y el cuajo de los frutos.

2.11.3. Seaweed Extract

Bioestimulante a base de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), conformado por más de 60 nutrientes además de calcio, magnesio, citoquininas, giberelinas y auxinas. Además promueve la generación de metabolitos como las betaínas que protegen a los vegetales del ataque de enfermedades (Ecuanoicias, 2021).

2.12. POST COSECHA

2.12.1. Cosecha del café

Consiste en la recolección de las cerezas maduras de forma escalonada ya que el café tiene floraciones escalonadas. La planta es cosechada en zigzag desde arriba hacia abajo, se recolectan sólo los frutos maduros y deben ser desprendidos sin el peciolo. Es de suma importancia que las cerezas estén maduras y no verdes, porque los granos inmaduros afectan la calidad de la taza y esta presenta sabores amargos (Puerta, 2000).

2.12.2. Beneficio Húmedo

Esta es la acción de recolectar el café y clasificar las cerezas por medio del boyado. Luego el proceso continúa con el despulpado, fermentación y lavado, una vez obtenido el café pergamino húmedo se seca y se transforma en seco, este posteriormente se trilla (Duicela et al., 2018).

2.12.3. Despulpado

Es la separación de los granos de café de la pulpa sin utilizar agua, evitando así los daños mecánicos al grano, el mucílago el cual es el líquido gelatinoso que se encuentra entre la pulpa y el grano es quien permite esta separación mediante la acción de fuerza, si este es a máquina se debe eliminar todas las impurezas como maderas o residuos vegetales (Fernández et al., 2020). Además, debe estar bien calibrada para que esta no dañe los granos, es recomendable despulpar el café el mismo día que se lo ha recolectado.

2.12.4. Fermentación

Es la descomposición del mucílago por la acción de microorganismos que lo descomponen y facilitan el lavado. Para este proceso se pueden utilizar tanques, tinas o cajones de madera. Gracias a este proceso se desdoblan los azúcares insípidos polisacáridos a saborizantes los cuales son los precursores de la fragancia, aroma y sabor, aportando a la bebida suavidad, cuerpo y balance a la taza (TECNICAFÉ, 2019).

2.12.5. Lavado

Se utiliza agua de buena calidad para eliminar el mucílago y que este quede pergamino, para ello se realizan varias lavadas hasta que los granos se sientan ásperos.

2.12.6. Secado

Cumple con la finalidad de evaporar el exceso de agua en el grano a un porcentaje que permita su almacenamiento. Se puede realizar el secado natural y el artificial, el natural es el secado al sol en patios de cemento o secadores, el tiempo de secado depende del clima y la frecuencia con la que se revuelva; el secado artificial en hornos especiales, que requieren menos mano de obra y que es más rápido el secado. Cuando está bien secado el grano adquiere una coloración verde oliva y el porcentaje de humedad debe oscilar entre 11-12% (Cárdenas & Pardo, 2014).

2.12.7. Trillado

Proceso final del beneficio en donde se separa el grano de las cáscaras y se obtiene el café verde listo para exportar o tostar según el deseo del agricultor.

2.12.8. Tostado

Es el proceso que permite cambios en las propiedades químicas, físicas y sensoriales al exponer la almendra a una alta temperatura en un periodo de tiempo ya sea largo o corto según su propósito. Durante este proceso el grano pierde peso, aumenta su volumen, se descompone la sacarosa y cambia de color (Sánchez et al., n.d.).

Consta de tres fases, secado, tostión y enfriamiento, en el secado se evapora el agua presente en la almendra y el grano se torna amarillo, en la tostión las células producen unas membranas que son las responsables del sabor y el aroma, y en la última fase el enfriamiento donde se disminuye la temperatura del grano por la inyección de aire o agua (López, 2003).

2.12.9. Molienda

Se lo utiliza para extraer los componentes solubles del café previamente tostado, entre más fina sea molida se obtienen mejores componentes.

2.13. ATRIBUTOS SENSORIALES

Son las características o atributos que se pueden evaluar por medio de los sentidos ya sea la vista, olfato o el tacto. Para la evaluación sensorial del café se toman en cuenta parámetros como la fragancia, aroma de la bebida, cuerpo, amargo, dulce, acidez y carácter. Para evaluar la fragancia y aromas se verifica su intensidad en seco y luego de la adición de agua y para los demás parámetros se deja enfriar el café y se consume una cucharada de la infusión (Gutierrez, 2017).

La calidad de la tasa depende de un conjunto que se pueden apreciar solo en la bebida, para evaluar el aroma se deja reposar la infusión un minuto y para los siguientes parámetros se deja reposar entre cuatro a cinco minutos para que las partículas se depositen en el fondo para que los sentidos gustativos evalúen la bebida (Holder et al., 2021).

2.14. FENOLES

Los fenoles tienen funciones dentro de las plantas por ejemplo en la defensa de las mismas, atracción de polinizadores o absorción de la radiación ultravioleta, estos son sintetizados como compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides (Martín Gordo, 2018).

La mayor concentración de polifenoles se encuentra en la pulpa, piel y mucílago del grano de café. Los compuestos fenólicos que se encuentran en el café son los taninos y flavonoides, además los procesos fermentativos promueven la generación de compuestos fenólicos (Ormaza et al., 2018).

2.15. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Los antioxidantes bloquean la producción de radicales libres, inhiben la oxidación y degradación de los productos de la oxidación. Estos compuestos en el café se encuentran como ácido clorogénico, ésteres, ácidos químicos y melanoidinas, los cuales representan el 7-10% de la materia seca del café en verde (Martín, 2009), una vez expuestos los granos a altas temperaturas durante el tueste, estos se reducen significativamente a un 0.5-6%, según el tipo el proceso utilizado y el grado de tueste.

Los granos de café arábico contienen de 5-7% de estos compuestos, a pesar de su reducción lo restante contribuye a la función antioxidante de la taza de café, al bloquear la producción de radicales libres, inhiben la oxidación y degradación de los productos de la oxidación, beneficiando la salud al prevenir ciertos tipos de cáncer y mejora los mecanismos de defensa del cuerpo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en la Huerta Ramirez en la comuna Suipira del cantón Paltas, provincia Loja- Ecuador, ubicado en las siguientes coordenadas geográficas, de longitud 79°38'47.3" W y de latitud 4°03'08.5" S con una altitud de 1400 msnm, como se muestra en la Figura 3.

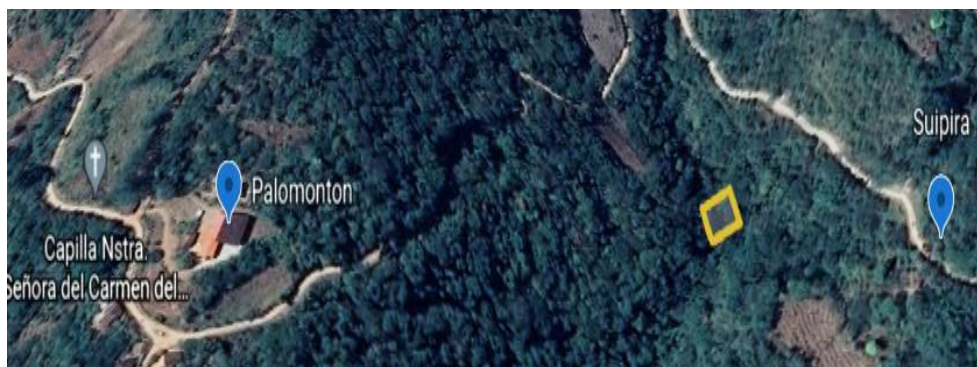


Figura 3: Ubicación del experimento.

Fuente: Google Earth

3.1.2. Factores climáticos y ecológicos

Según (GADC-PALTAS, 2019) la temperatura de la zona varía de 16.8°C-24°C, la precipitación de 500 mm – 2000 mm y en los meses secos 3 mm, la humedad relativa 65-85%. La textura del suelo es franco arenoso arcilloso, con un pH de 6.8 prácticamente neutro y un contenido de materia orgánica media de 4.36.

3.1.3. Materiales de campo

En el siguiente trabajo se utilizó: cinta métrica, lampas, machetes, bomba de fumigación, fertilizantes edáficos Yaramila Complex y Abotek, fertilizante foliar Seaweed Extract, cuaderno de notas, rollo de cinta, botella de 6 litros, agua, manguera de suero, cernidor, bandejas, malla plástica, cocineta, molinillo, tazas y tabla de CATAST.

3.1.4. Materiales de laboratorio

Los materiales utilizados en laboratorio fueron, papel higiénico, papel aluminio, tubos eppendorf, tubo graduado, tubos de ensayo, tubo único para la lectura del espectrofotómetro, pipeta de 1ml, micropipeta de 1000 µl, agua destilada, reactivo de Folin (Folin-ciocalteu), carbonato de sodio, DPPH (radical difenil 1-picrihidrazil), metanol, estufa, balanza analítica, centrífuga y espectrofotómetro.

3.1.5. Material genético

Para el trabajo de investigación se utilizaron 564 plantas de café arábico criollo de 7 años de edad y se evaluaron 144 plantas. El cultivo ya se encontraba establecido y separado en dos lotes cada uno con una distinta distancia de siembra, el lote 1 con 2.35m * 1.55 m y el lote 2 con 1.55m * 1.70m.

3.1.6. Variables evaluadas

Las variables agronómicas evaluadas en esta investigación fueron, rendimiento (Kg/pl.), peso de 100 granos frescos (g), peso de granos pelados (g), peso de cáscara (g), grados brix, y las cualitativas los atributos del café, contenido de fenoles y actividad antioxidante.

3.2. METODOLOGÍA

Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un análisis de suelo del cual se obtuvo los parámetros de la Tabla 1, y los cuales se detallan en el Anexo 1.

Tabla 1. Nutrientes presentes en el suelo.

Elemento	ppm.
NH4	51
P	8
Cu	1.8
Fe	22.5
Mn	7.6
K	0.24
Ca	16.28
Mg	5.75

El trabajo experimental se estableció en base a la fertilización edáfica y foliar y se diseñaron cuatro tratamientos como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos establecidos para la investigación.

N	Tratamientos
T1	60 g/pl. Yaramila Complex
T2	100 g/pl. Abotek
T3	200 ml de Seaweed Extract
T4	Testigo

3.2.1. Aplicación de los tratamientos

La fertilización edáfica y foliar se aplicó en horas tempranas de la mañana, la primera fertilización se realizó al inicio de la época lluviosa. Y la segunda luego de tres meses. Los fertilizantes utilizados fueron Yaramila Complex, Abotek y Seaweed Extract cuya composición química se muestra en el Anexo 2. Los fertilizantes edáficos fueron aplicados al plato del cafeto y para la fertilización foliar se mezclaron 200 ml del fertilizante en 20 L en una bomba de mochila.



Figura 4. Aplicación de los tratamientos.

Fuente: Autor

3.2.2. Control de arvenses

El control fue realizado manualmente con machete y lampilla cada dos semanas, dado que estas tenían un constante crecimiento por las lluvias.



Figura 5. Control de arvenses

Fuente: Autor

3.2.3. Cosecha del café

Se realizó la cosecha con los frutos en estado de madurez óptima, tomando en cuenta que las cerezas estén rojizas y sanas.





Figura 6. Cosecha del café.

Fuente: Autor

3.2.4. Determinación del rendimiento.

Esta variable se evaluó el mismo día de cosecha, pesando todas las cerezas maduras cosechadas por cada planta, este dato fue expresado en kilogramos por planta (kg/pl.).



Figura 7. Peso

Fuente: Autor

3.2.5. Determinación del peso de 100 granos frescos.

De los granos obtenidos por planta se separaron 100 granos y se los pesó, para obtener su peso en fresco expresado en gramos.



Figura 8. 100 granos de café frescos.

Fuente: Autor

3.2.6. Determinación del peso de 100 granos pelados.

Se retiró cuidadosamente la cáscara de los 100 granos separados anteriormente, una vez despulpados se tomó su peso.



Figura 9. Peso de 100 pelados.

Fuente: Autor

3.2.7. Determinación del peso de la cáscara.

Una vez el grano despulpado se separó las cáscaras y se las peso.



Figura 10. Peso de la cáscara.

Fuente: Autor

3.2.8. Determinación de los grados brix.

Se midieron los grados brix de la miel de los granos exprimiendo algunos granos de café y este extracto se lo ponía en el lente del refractómetro, el cual mide los grados de azúcar en un rango de 0-32.



Figura 11. Determinación de los grados brix.

Fuente: Autor

3.2.9. Beneficio húmedo del café.

3.2.9.1. *Despulpado*

Se seleccionó 1 kg de café por cada método de fertilización tanto edáfico como foliar. Luego se los lavó para eliminar las impurezas y se las dejó en bollado para separar las cerezas vanas. A las cerezas buenas se las despulpa de forma manual.



Figura 12. Despulpado manual de las cerezas.

Fuente: Autor

3.2.9.2. Fermentación

Se separó en dos tratamientos para la fermentación anaeróbica en botellas de 6 litros, estos se dejaron por 60 horas en fermentación.



Figura 13. Fermentación anaeróbica del café.

Fuente: Autor.

3.2.9.3. Lavado

Transcurridas las 60 horas se vació el agua y se depositó los granos fermentados en un cernidor y se lavó el mucílago presente aun en los granos.



Figura 14. Lavado de los granos.

Fuente: Autor

3.2.9.4. *Secado*

Una vez lavados se colocó los granos en una malla plástica, la cual se encontraba bajo sombra, estos fueron secados durante 12 días. Una vez secos fueron guardados en dos fundas herméticas hasta su trillado.



Figura 15. Secado

Fuente: Autor

3.2.9.5. *Trillado*

Se retiró la parte endocarpica de forma manual, mediante la aplicación de fuerza, para no causar daños al grano.



Figura 16. Trillado manual

Fuente: Autor

3.2.9.6. *Tostado*

Se realizó a fuego medio durante 12 minutos, en donde fue notorio el cambio de color verde olivo a café y además del olor que desprendieron. Luego se lo dejó reposar 2 días

en bolsas de papel para la concentración de los olores. Para obtener un tostado uniforme en todos los granos se los dividió en pequeñas muestras de 100 gramos.



Figura 17. Tostado

Fuente: Autor

3.2.9.7. Molido

Se lo realizó en un molinillo de granos en donde se lo trituro hasta obtener partículas pequeñas de los granos.



Figura 18. Molido

Fuente: Autor

3.2.10. Determinación de los atributos del café

Para determinar los atributos del café se cato las cuatro muestras correspondientes a la fertilización edáfica y la foliar, para ello se agregó 8 gramos de café molido en 130 ml de agua hirviendo, para determinar la calidad sensorial del café.

3.2.10.1. Color de la crema

El color de la crema, es la característica que nos demuestra si la bebida tuvo una correcta elaboración. Evaluado visualmente por la intensidad de color, utilizando la escala de: 1 (beige claro), 2 (beige), 3 (marrón claro), 4 (marrón), 5 (marrón oscuro).

3.2.10.2. Textura de la crema

La presencia de espesor y pocas burbujas o imperceptibles son características de una buena preparación. Evaluado de forma visual con la escala de: 1 (ligera), 2 (poco densa), 3 (densa), 4 (espesa), 5 (compacta).

3.2.10.3. Persistencia de la crema

Duración de la crema en la taza, una adecuada debe durar entre 3 y 4 minutos y una muy floja dura menos de un minuto. Para su evaluación se utilizó la escala: 1 (sin), 2 (poca), 3 (persistente), 4 (muy resistente), 5 (no desaparece).

3.2.10.4. Color de la bebida

Característica estrechamente relacionada con el tiempo de tostado, según (CATAST, 2013) este puede ir desde un marrón claro a casi negro dependiendo de la caramelización de los azúcares. Calificado visualmente con la escala: 1 (marrón claro), 2 (marrón poco oscuro), 3 (marrón oscuro), 4 (muy oscuro), 5 (negro).

3.2.10.5. Brillo

Dependiente del grado del tostado y puede variar de muy brillante a apagado. Calificado de acuerdo a la escala: 1 (sin brillo), 2 (mate), 3 (poco brillante), 4 (brillante), 5 (muy brillante).

3.2.10.6. Densidad de la bebida

Depende del tamaño de las partículas del café. Calificado según la escala: 1 (nítida), (2) Turbia, (3) Poca densa, (4) Densa, (5) Muy densa.

3.2.10.7. Aromas

Aromas de la fragancia, se determina en seco; aromas de tostado, son los aromas desprendidos por la alta temperatura; aromas de destilación, se evalúa en la infusión tomando en cuenta los aromas establecidos por CATAST; y los aromas retronasales captados al sorber la bebida.

Los valores utilizados para calificar la intensidad de los aromas se utilizó la escala del 1-5, 1: (casi inapreciable), 2 (suave), 3 (fuerte), 4 (intenso) y 5 (muy intenso).

3.2.10.7. Sabores

Sabor dulce, detectado en la punta de la lengua; sabor salado, detectado en los bordes de la lengua; sabor amargo, no se manifiesta al ser absorbido sino después y el sabor ácido un importante atributo del café se lo detecta en los bordes de la lengua. Calificados de acuerdo a la escala: 1 (inapreciable), 2 (suave), 3 (fuerte), 4 (intenso), 5 (muy intenso).

3.2.10.8. Cuerpo

Sensación de sabor fuerte que se conserva después de un sorbo. Evaluado según la escala: 1 (muy poco), 2 (poco), 3 (con cuerpo), 4 (bastante), 5 (mucho).

3.2.10.9. Astringencia

Provoca la sensación de sequedad de la saliva después de beber del café. Calificado de acuerdo a la escala: 1 (inapreciable), 2 (suave), 3 (fuerte), 4 (intenso), 5 (muy intenso).

3.2.10.10. Complejidad

Cuando los gustos y aromas percibidos son variados y en el café se detectan una gran variedad de paleta de sabores. Calificado con la escala: 1 (muy poco complejo), 2 (poco), 3 (complejo), 4 (bastante), 5 (muy complejo).

3.2.10.11. Equilibrio

Cuando ningún sabor o aroma sobresale por encima de las demás. Calificado según la escala: 1 (muy poco), 2 (poco), 3 (equilibrado), 4 (bastante), 5 (muy equilibrado).

3.2.10.12. Posgusto

Es la sensación que queda en el paladar después de tomar el café (CATAST, 2013). Los valores utilizados para calificar fue la escala del 1-5: 1 (inapreciable), 2 (suave), 3 (fuerte), 4 (intenso) y 5 (muy intenso).

Para la preparación de las bebidas se agregó el café molido en cuatro tasas y luego se agregó el agua y se llenó la tabla de cata de CATAST.



Figura 19. Bebidas para la cata.

Fuente: Autor.

3.2.10 Determinación de fenoles

3.2.10.1. Extracción de las soluciones

Se utilizaron 2 muestras por cada método de fertilización, teniendo un total de 4 muestras, para cada una de ellas se pesaron 0.1 g por muestra, se adicionaron 1 ml de agua destilada hirviendo y se pesó la muestra. Posteriormente se las llevó a la centrifuga por 30 minutos a 4500 revoluciones/ minuto y se extrajo la solución acuosa y se aforo a 5 ml con agua destilada.



Figura 20. Extracción de las soluciones

Fuente: Autor.

3.2.10.2. Determinación de fenoles

La determinación de fenoles se realizó en base a lo señalado por (Ordoñez et al., 2019), realizando los procesos que se detallan a continuación:

- Preparación del Folin para 12 muestras, se tomó 3 ml de Folin puro y 27 ml de agua destilada, este se colocó en un frasco se tapó y se envolvió en papel aluminio.
- Para la preparación del carbonato de sodio para las 12 muestras, con una concentración de 7%, preparando 2.1 g de reactivo en un vaso precipitado y se agregó 15 ml de agua destilada para disolverlo y finalmente se aforó a 30 ml, se traspasó a un frasco ámbar y se tapó.
- Para la preparar el blanco se depositó 50 μ l de agua destilada y para las muestras 50 μ l del extracto acuoso o solución madre, 1000 μ l de folin y se agitó durante 4 minutos, pasados estos cuatro minutos se agregó 1000 μ l de carbonato de sodio, 400 μ l de agua destilada, se agitaron nuevamente por 4 minutos y finalmente se las envolvió en papel aluminio para que reposen 90 minutos en oscuridad.
- Para tomar los datos una vez encendido el espectrofotómetro se calibró a 760 nm, a una transmitancia de 100 y una absorbancia de 0, una vez calibrado se colocó el blanco y se registró el valor arrojado, luego se toma el dato encerado al valor anterior para cada muestra.

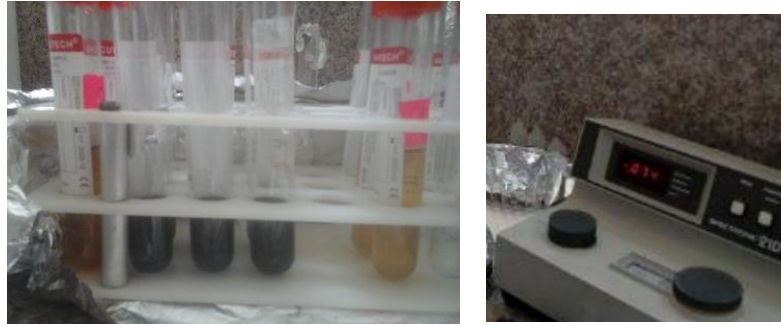


Figura 21. Contenido de fenoles

Fuente: Autor

3.2.11. Determinación de antioxidantes

Para la determinación de antioxidantes se realizaron los siguientes procesos:

- Para utilizar el espectrofotómetro se enciende 15 minutos antes y se encera a 515 nm, transmitancia 100 y absorbancia 0. Una vez calibrado se depositó el metanol el cual debe estar entre 40-45.
- Para la preparación del blanco se depositó en el tubo único de lectura 2,5 ml de DPPH y su valor debe estar entre 766-776, para llegar a este se hace disolución con metanol. Y encera a 0.
- Para las muestras se utiliza 2375 μ l de DPPH y 125 μ l de solución madre.





Figura 22. Contenido de antioxidantes.

Fuente: Autor.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Las variables agronómicas analizadas por medio de ANOVA de un factor son: rendimiento obtenido de cada planta (RPG), peso de 100 granos (P100G), peso de granos pelados (PGP), peso de cáscara (PC) y los grados brix (GB). Las variables que presentaron diferencia significativa entre los tratamientos son: (PGP) y (GB), como se muestra en la Tabla 3, ya que el nivel de significancia de estas es menor al p-valor (0,05), mostrando que existe la incidencia de los diferentes métodos de fertilización en estas variables.

Tabla 3. Análisis ANOVA de un factor para determinar si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos.

Variables	Sig.
RPG (Kg/pl.)	,145
P100G (g)	,165

PGP (g)	,000
PC (g)	,080
GB	,000

RPG (Kg/pl.): Rendimiento en kilogramos por planta.

P100G (g): Peso de 100 granos.

PGP (g): Peso de granos pelados.

PC: Peso de cascara.

GB: Grados brix.

4.1. RENDIMIENTO (Kg/pl.)

Para esta variable su valor de significancia es mayor al nivel de significancia como se muestra en la Tabla 3 de tal manera que las fuentes de fertilizantes no influyen en el comportamiento de la variable. Con la prueba Tukey (Anexo 3) se evidencia un único subconjunto por la falta de diferencias significativas entre los tratamientos.

Pero de acuerdo con el Gráfico 1 se puede observar que las medias del rendimiento entre los tratamientos con fertilización fluctuaron muy poco de tal manera que el T1 (60 g Yaramila Complex) presenta un mayor rendimiento con una media de 0.328 Kg, seguido del T2 (100 g Abotek) con 0.317 Kg, T3 (200 ml Seaweed Extract) con 0.311 kg y el T4 (testigo) con el menor peso de 0.276 kg/pl. Estos resultados difieren con F. López et al.(2016) quien menciona que el peso promedio es de 0.5kg/pl. y con lo expresado por Teixeira et al. (2019) que el fertilizante Seaweed Extract puede incrementar hasta un 43% la producción, promedios que no se alcanzaron por factores no controlados como la edad del cultivo y el abandono al cual estuvo por 5 años, en donde el crecimiento excesivo y no controlado de arvenses disminuyo la producción como menciona (Salazar & Hincapié, 2005) en un 65% al ser hospederos de insectos plagas y vectores de enfermedades.

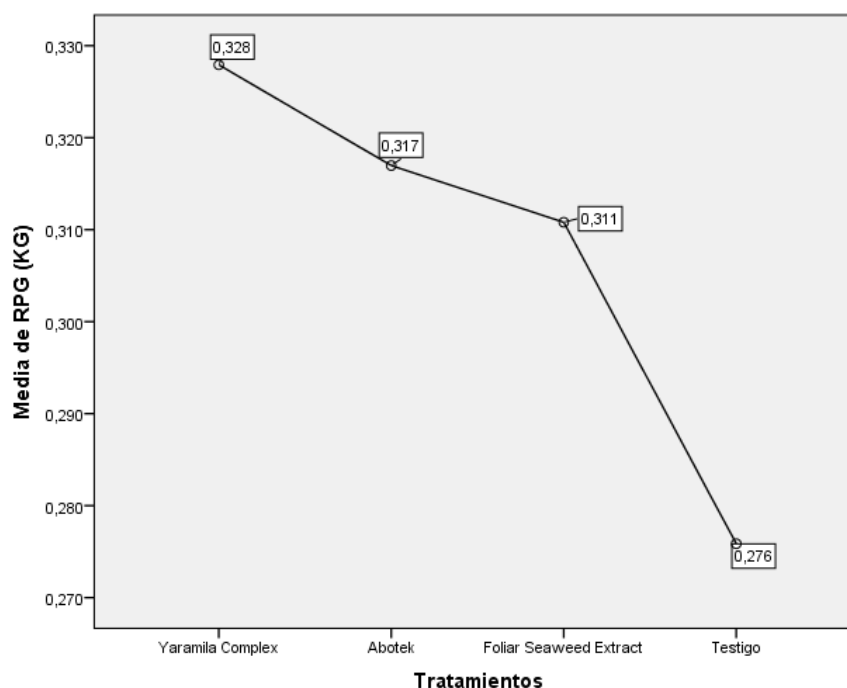


Gráfico 1. Medias del rendimiento (kg/pl.)

4.2. PESO DE 100 GRANOS (g)

En esta variable el valor de significancia al ser superior al nivel de significancia como se observa en la Tabla 3 se evidencia la poca influencia de las fertilizaciones en el comportamiento del peso en 100 granos. En la prueba Tukey (Anexo 4) para el peso de 100 granos se evidencia un único subconjunto.

En la variable peso de 100 granos frescos el peso promedio de la cereza entre todos los tratamientos es de 1.8g concordado con Rendón et al. (2008) quienes mencionan que el peso promedio por cereza fluctúa de 1.73- 1.92 y que el factor que incide en el desarrollo de estas es la disponibilidad hídrica, la cual si se tuvo dado que esta fase se dio en la época lluviosa.

En el Gráfico 2 nos muestra que la media que presentó un mayor peso para los 100 granos fue el T1 con una media de 188.51g, seguido del T2 con una media de 184.39g, cabe destacar que a pesar de que el T3 es el tratamiento foliar tuvo una media de 182.60g la cual es muy parecida a la media del T4 con una media de 181.28g.

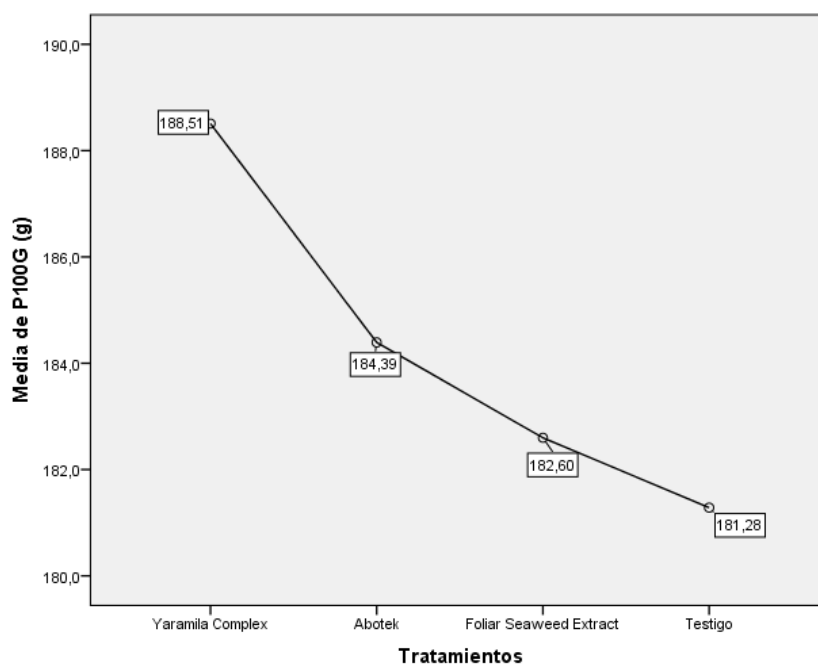


Gráfico 2. Media del peso de 100 granos frescos (g).

4.3. PESO DE GRANOS PELADOS (g)

Para esta variable la significancia es inferior al p-valor (0,05) como se muestra en la (Tabla 3), por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las distintas fuentes de fertilizantes en el peso de granos pelados. En la prueba de Tukey del (Anexo 5) se establecieron tres subconjuntos, donde destacan el T1 y T2 con los mayores pesos en el grano pelado, además se muestra que estos valores no son significativamente diferentes.

Como se observa en el Gráfico 3 los tratamientos con un menor peso son el T3 (200 ml Seaweed Extract) con 121.58 g y el T4 (Testigo) con 121.18 g, por otro lado, el T1 (60 g Yaramila Complex) obtuvo el mayor peso con 128.15 g, seguido por el T2 con 126.35 g. Los resultados obtenidos concuerdan con VAAST et al. (2004) quienes mencionan que las temperaturas presentes en altas elevaciones, favorece al alargamiento del proceso de maduración, mejorando el llenado del grano, un mayor peso de estos y una mejor calidad de bebida, y esto es notorio en los resultados dado que el sitio de investigación, posee una altura de 1400 msnm, sumándole esto a la fertilización que permitió que los granos obtuvieran un mayor peso respecto al testigo, aunque la fertilización edáfica fue quien obtuvo el mayor peso.

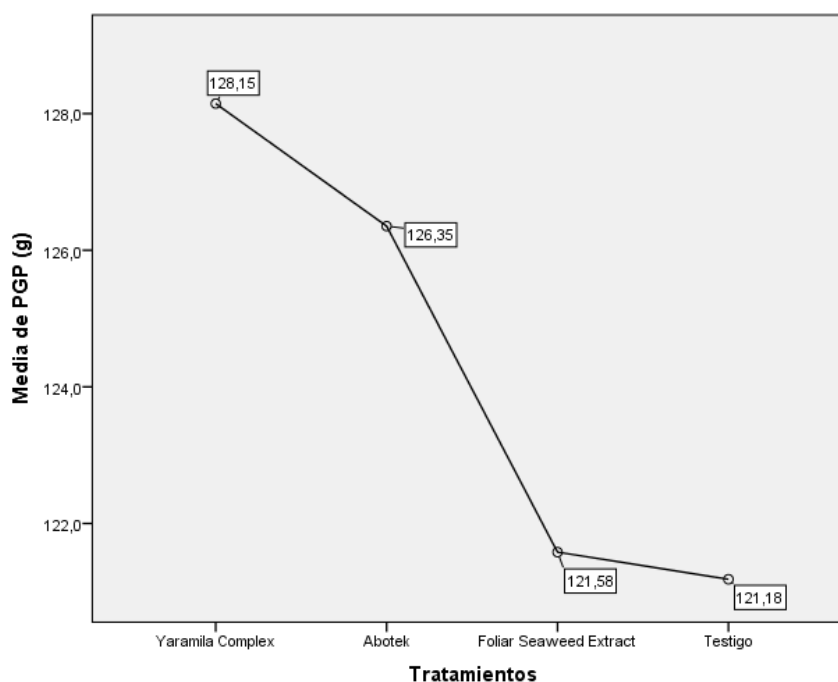


Gráfico 3. Media del peso de 100 granos pelados (g).

4.4. PESO DE CÁSCARA (g)

Para esta variable según el análisis de ANOVA (Tabla 3), el valor de la significancia fue mayor al p-valor (0,05) lo que indica que no existen diferencias significativas en el peso de cáscara entre los tratamientos. En la prueba de Tukey del (Anexo 6) se formó un único subconjunto al no existir diferencias significativas entre los tratamientos.

En el Gráfico 4 se muestra que el valor más alto es el T3 (200 ml Seaweed Extract) concordando con lo expresó Silva et al. (2020) que la fertilización foliar contribuye a un aumento significativo en la materia seca siendo este el más alto valor en el peso de cáscara con 60.85 g, seguido del T4 (Testigo) con 59.85 g, el T1 (60g Yaramila Complex) y el tratamiento T2 (100 g Abotek) obtuvo el menor peso de la cáscara con 56.35g.

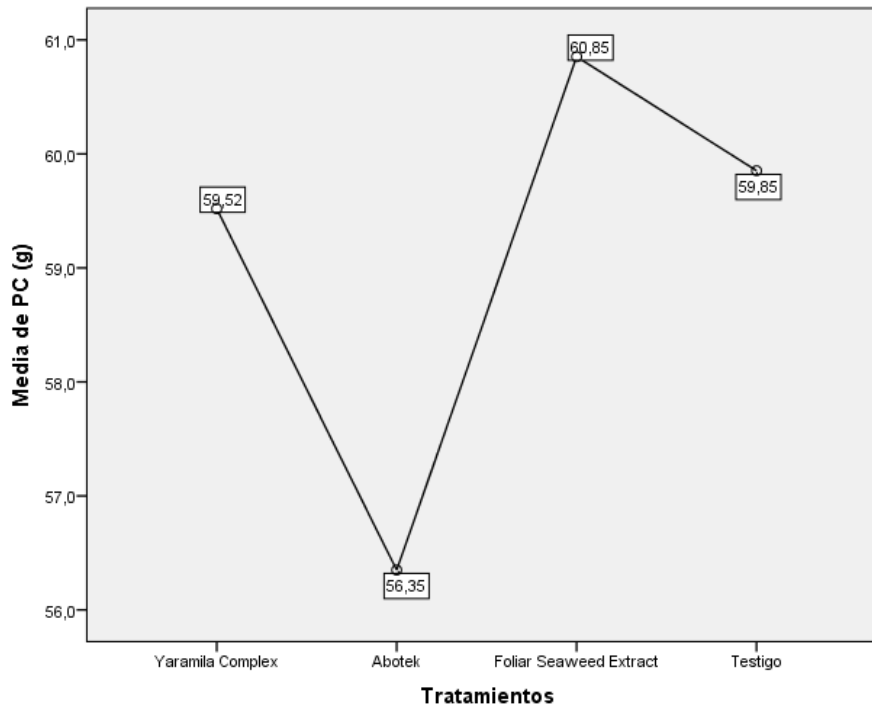


Gráfico 4. Medias del peso de cáscara (g).

4.5. GRADOS BRIX

En el análisis ANOVA (Tabla 3) se obtuvo un nivel de significancia menor al p-valor de 0,05 por lo que existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a los grados brix. En el (Anexo 7) de la prueba Tukey se formaron dos subconjuntos estadísticamente no significativos, pero en ellos destaca el subconjunto formado por el T2 Y T1 como los de mayor valor.

De acuerdo al Gráfico 6 los grado brix de las muestras del T2 (100 g Abotek) obtuvo la mayor media con un valor de 19.34 esto se le atribuye porque el fertilizante Abotek posee un mayor porcentaje de potasio en su composición, demostrando lo que dice Sancho et al. (2019) que mientras más alto el valor del potasio se tiene más azúcares porque este induce al aumento de azúcares en el grano, ubicándose muy por encima del resto de los tratamientos, el T1 (60 g Abotek) obtuvo un 19.19, el T4 (Testigo) con 18.61 y el grado brix más bajo lo obtuvo el T3 (Seaweed Extract) con 18.56.

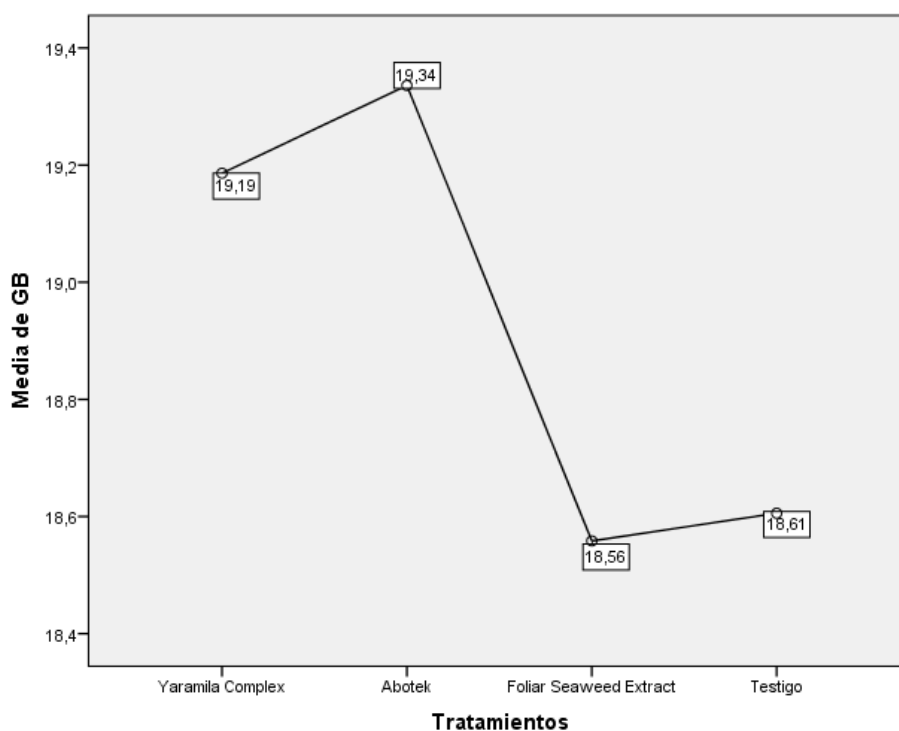


Gráfico 5. Medias de los grados brix.

4.6. VARIABLE CUALITATIVAS

4.6.1. Atributos del café

Los valores obtenidos para cada atributo se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de los atributos de los tratamientos edáfico y foliar.

Atributos	T. E	T. E	T. F	T. F
Color de la crema	4	4	3	3
Textura de la crema	2	2	2	2
Persistencia de la crema	3	3	2	1
Color	3	2	3	2
Brillo	3	3	3	4
Densidad	3	3	3	3

Cada uno de los atributos del café fue diferente demostrando que la fertilización aporta características sensoriales únicas, según Lara (2005) una fertilización edáfica ofrece una

mayor disponibilidad de los nutrientes y optimiza levemente las características sensoriales en calidad de taza, y esto se comprueba ya que en el color de la crema entre los dos tratamientos es diferenciado, en el tratamiento edáfico el color de la crema era marrón y el tratamiento foliar marrón claro. En la textura de la crema en ambos tratamientos su textura fue poco densa. En la persistencia el tratamiento edáfico mostró persistencia, pero el tratamiento foliar mostró poca persistencia. En el color las dos fertilizaciones variaron entre marrón poco oscuro y marrón oscuro. En cuanto al brillo el edáfico se mostró poco brillante y el foliar brillante. En la densidad la bebida en ambos tratamientos fue poca densa.

4.6.2. Aromas

4.6.2.1. Aromas de fragancia

Como se muestra en el Gráfico 6 los aromas en el tratamientos edáfico y foliar más sobresalientes en ambos fue el aroma a tierra y cítricos, pero difieren en dos fragancias en el edáfico se detectó el olor a grosella, madera y en el foliar el olor a roca y geranio, esta gran variedad de aromas y bien pronunciados, aparte de la fertilización Puerta (1999) menciona que quien influye en los aromas, es el beneficio húmedo a que son sometidos, la influencia de la fermentación del mucilago, lavado y secado del grano.

El aroma a madera fue quien predominó en el tratamiento edáfico con una intensidad de 4 (Intenso) seguido de los aromas cítricos y tierra con una intensidad 3 (fuerte) y en el tratamiento foliar el aroma a tierra y cítricos con una intensidad de 3 (fuerte).

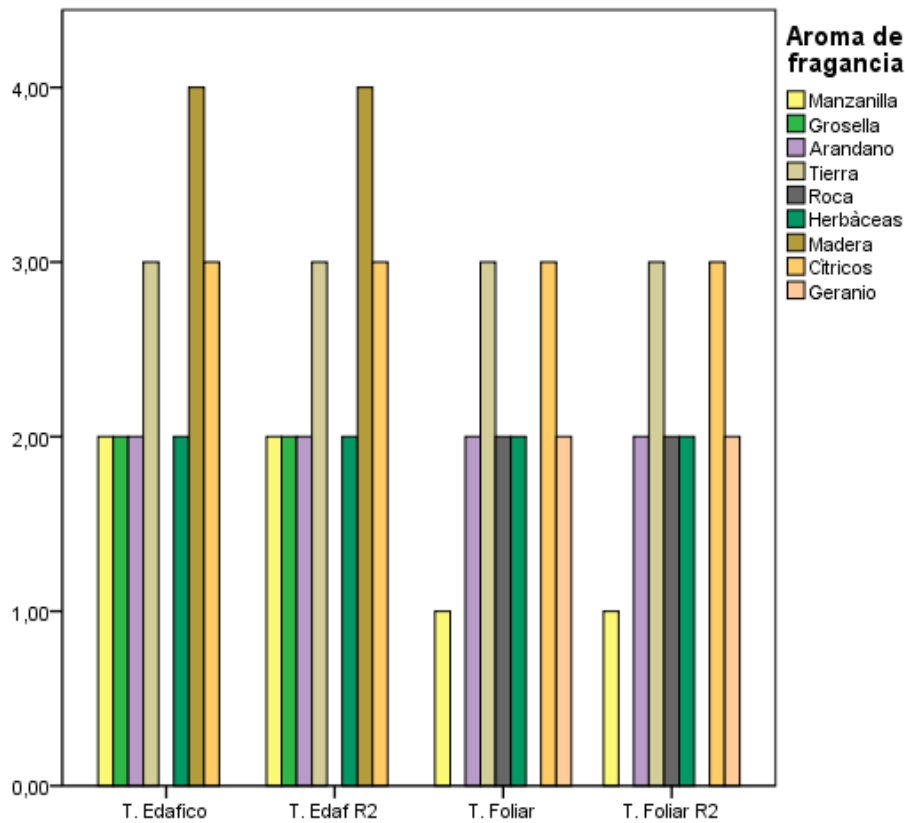


Gráfico 6. Aromas de la fragancia.

4.6.2.2. Aromas de tostado

El tostado busca potenciar el olor y el sabor para así generar una calidad organoléptica particular para la bebida, por ejemplo Puerta (2011), menciona que estos olores son muy volátiles y no son fáciles de describir, pero las notas aromáticas que se han identificado en un buen tostado son aroma caramelo, almendra, ahumado, frutal, chocolate, tierra, avellana, floral, madera, cereal, nuez, etc. Y estos olores fueron encontrados en los dos tratamientos, pero en diferentes intensidades.

En el Gráfico 7 se puede observar las fragancias encontradas en los dos tratamientos, sin embargo, en el tratamiento edáfico predominaron los olores de chocolate, cacao y nueces con una intensidad de 2 (suave) y en el tratamiento foliar con una intensidad 2 (suave) se encontró el aroma a almendras. Cabe recalcar que en el momento del tostado estos olores en los granos eran bajos, pero estos se volvieron intensos después de dos días de reposo.

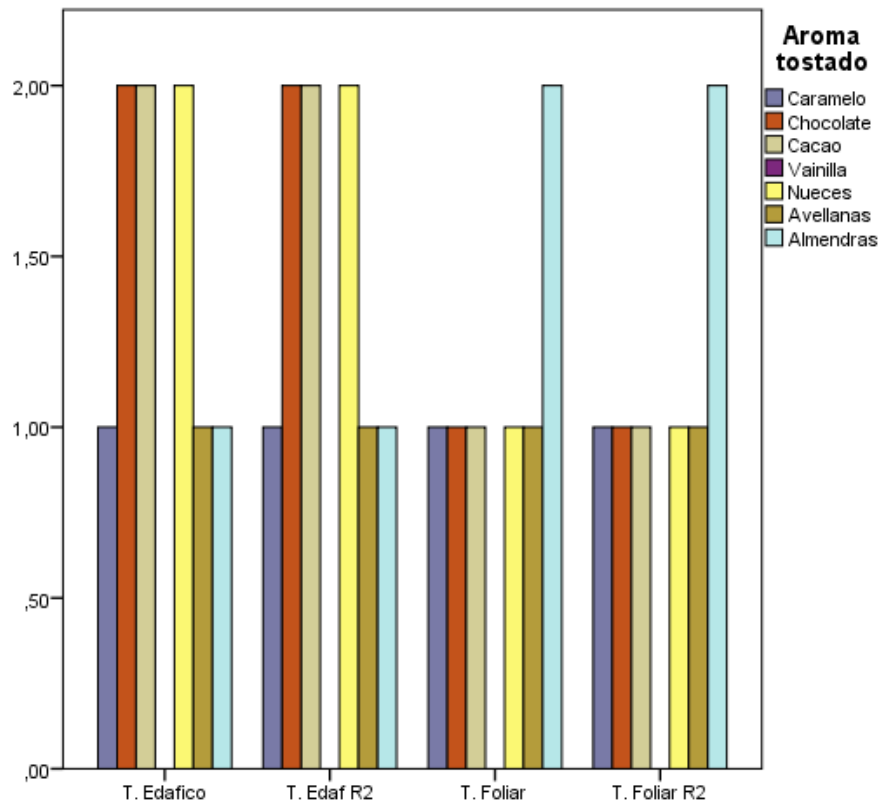


Gráfico 7. Aromas del tostado.

4.6.2.3. Aromas de destilación

En el Gráfico 8 se aprecia que en los edáficos los aromas a terpenos y nuez moscada tienen una intensidad de 2 (suave) y en los tratamientos foliares los tres aromas terpenos, nuez moscada y mango presentaron una intensidad de 1 (casi inapreciable). Al tener los dos tratamientos aromas a terpenos característica de los aromas cítrico indicativo que demuestra la calidad de la taza y como menciona Suarez et al. (2015) estos atributos son influenciados por la altitud y el manejo de sombra y se alcanzó esta calidad porque el cultivo se encuentra a 1400 msnm y bajo sombra.

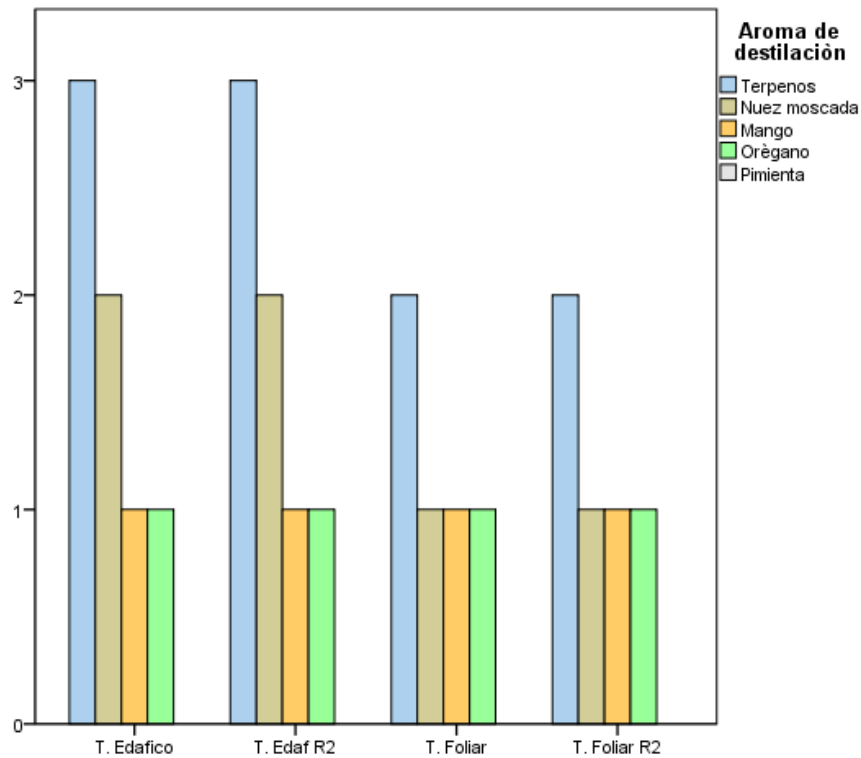


Gráfico 8. Aromas de destilación de la taza.

4.6.2.4. Aromas retronasales

En el Gráfico 9 se muestra que los aromas retronasales en el tratamiento edáfico, los olores con una mayor presencia fueron los aromas a chocolate y caramelo por otro lado el foliar presentó una intensidad fuerte de aromas a chocolate y canela, el hecho de que el aroma caramelo el de más alta intensidad se debe a que como menciona D´Areny (2016) a que los azúcares del grano han sido caramelizados y al degradarse propulsan los aromas y sabores.

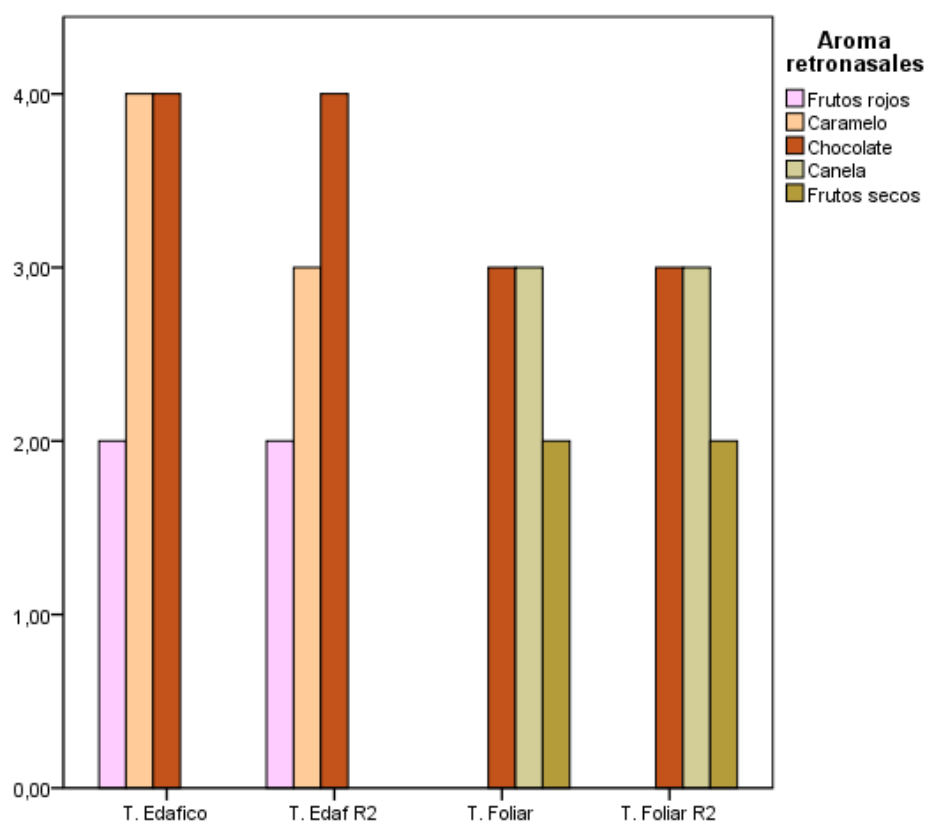


Gráfico 9. Aromas retronasales.

4.6.2 Sabores

Los valores de las características organolépticas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Intensidad de los sabores.

Atributos	T. E	T. E	T. F	T. F
Sabor dulce	2	2	2	2
Sabor salado	1	1	1	2
Sabor ácido	2	2	2	2
Sabor amargo	3	3	2	3
Cuerpo	4	3	2	3
Astringencia	4	3	2	3
Complejidad	3	3	3	3
Equilibrio	4	3	2	3
Posgusto	2	2	2	2

Dentro de las características organolépticas las dos fertilizaciones aportaron características que clasifican al café como un buen café, a pesar de ello la fertilización edáfica al poseer una mayor concentración de potasio potenció los sabores de este tal y como lo indica YARA (2016) el incremento del potasio mejora la actividad de polyfenoloxidasas y el contenido de azúcares, aumentando la calidad de la bebida. Como se muestra en la Tabla 5 los sabores dulces en ambos tratamientos fueron suaves, los sabores salados en ambos tratamientos fueron inapreciables, sabores ácidos en ambos tratamientos fueron suaves, los sabores amargos variaron en el tratamiento edáfico eran fuertes y en el foliar fue suave.

El cuerpo de la bebida en el tratamiento edáfico obtuvo 3-4 indicando que tiene bastante cuerpo y el tratamiento foliar un 2-3 con cuerpo, en la astringencia el edáfico tuvo una fuerte astringencia y el foliar una suave, la complejidad en ambos tratamientos fue compleja, en equilibrio el edáfico mostró bastante equilibrio y el foliar poco equilibrio y en el posgusto ambos tratamientos fueron astringentes.

4.6.3. Contenido de fenoles

Tabla 6. Valores obtenidos de fenoles.

Muestras	Absorbancia	Mg GAE/ g PSECO
1- T. E	0.760	9.452
2 -T. E	0.700	8.675
3- T. E	0.720	8.934
4 -T. E	0.970	12.221
5 -T. E	0.980	12.585
6 -T. E	0.780	9.750
1 -T. F	0.492	5.986
2 -T. F	0.613	7.556
3 -T. F	0.653	8.074
4 -T. F	0.705	8.740
5 -T. F	0.745	9.258
6 -T. F	0.850	10.618

Los valores en el contenido de fenoles como lo menciona Lazcano et al. (2015) son precursores de la calidad de la bebida, la formación de aromas y sabores y es el tostado quien incide directamente en la presencia de los compuestos fenólicos dado que altas temperaturas los degradan. Y esto se demuestra por que el tiempo de tostado al que fueron sometidas las muestras fue de 12 minutos a temperaturas medias y los valores obtenidos fueron altos, agregándole un nuevo factor al incremento de estos, la fertilización ya que las diferencias entre el edáfico y foliar fueron notables, al ser el tratamiento edáfico quien obtuvo el mayor compuesto fenólico con (12,585 mg GAE/g PS) y en el foliar el más bajo con (5,986 mg GAE/g PS).

Los resultados demuestran que la actividad antioxidante está estrechamente relacionada con el contenido de fenoles de tal manera que al disminuir los antioxidantes los compuestos fenólicos aumentan y por ello el tratamiento edáfico obtuvo mayores fenoles.

4.6.4. Actividad antioxidante

Tabla 7. Valores obtenidos para antioxidantes.

Muestras	Absorbancia	Mg TE g/ PS
1- T. E	0.478	168.809
2 -T. E	0.506	152.662
3- T. E	0.500	156.122
4 -T. E	0.462	178.915
5 -T. E	0.466	176.915
6 -T. E	0.465	177.177
1 -T. F	0.450	185.320
2 -T. F	0.448	186.476
3 -T. F	0.440	192.254
4 -T. F	0.438	190.911
5 -T. F	0.440	192.065
6 -T. F	0.438	182.756

La actividad antioxidante en ambos tratamientos fue bien diferenciada, siendo el tratamiento foliar el de mayor actividad, concordando con Clemente et al. (2018) que aclara que la fertilización foliar está asociada con algunos atributos de calidad en el grano, especialmente en su composición química, como en el contenido de cafeína, sucrosa, glucosa, actividad acida, entre otros, y esto es lo que permite que la fertilización foliar obtenga el valor más alto con (192.254 mg TE g/ PS), mientras que en el edáfico su valor más alto fue de (178.915 mg TE g/ PS).

Estos resultados demuestran que la actividad antioxidante con la fertilización foliar, es potenciada a nivel químico en el grano, evitando que el tueste degrade estos compuestos antioxidantes aumenten, pero los fenoles disminuyen.

4. CONCLUSIONES

El café criollo en las condiciones de la comuna Suipira se determinó que la fertilización no influye en el rendimiento, aunque este mostro efectos positivos con la fertilización edáficos y foliar con respecto al testigo, los tratamientos edáficos si se diferenciaron en el peso del grano y en los grados brix en donde el T1 con Yaramila obtuvo el mayor peso de granos pelados, pero el T2 de Abotek destaco al obtener un mayor grado de azúcares en el grano. Esto demuestra que la fertilización foliar T3 no influye en gran manera en la producción y en las características agronómicas.

El efecto de los tratamientos edáficos fue notable al obtener un mayor número de frutos y estos frutos cosechados en los dos tratamientos tuvieron un mayor peso y la cereza era notablemente más grande respecto a los otros tratamientos, el T1 (Yaramila) mejoro bastante las características agronómicas obteniendo con él un mayor peso en el grano y el T2 (Abotek) el contenido de azucares los cuales potencian la calidad de la bebida. En taza mejoro los atributos de color de la crema, textura, persistencia, densidad, generando fragancias más intensas y variadas en sólido, tostado, destilación y aromas retronasales, potencio los sabores y genero un alto contenido de fenoles los cuales impulsan la calidad del café.

La respuesta del café al abono foliar fue baja puesto que el número de frutos y el peso de estos granos fue bajo en comparación a los edáficos, pero con su aplicación se obtuvo una mayor biomasa, además influyo bastante en composición química del grano. En la calidad de taza mejoro el color de la bebida, brillo y una mayor actividad antioxidante.

Al comparar los resultados de ambas fertilizaciones en las características agronómicas y en calidad de debida, cada uno aporto beneficios que elevaron la calidad del café, el tratamiento edáfico se concentró en la mejora de las características productivas, en los atributos del café en taza y en el contenido de fenoles potenciando los aromas y sabores, pero la fertilización al concentrarse en la parte química mejoro los atributos visuales y la actividad antioxidante.

5. RECOMENDACIONES

En el momento de la cosecha solo recoger los frutos maduros, recolectar frutos aun verdes perjudican la calidad de la bebida.

Utilizar la fertilización foliar en las épocas de poca disponibilidad de agua y utilizarlo como complemento de la fertilización edáfica, dado que esta corrige las deficiencias y repone los elementos que la planta no pudo tomar del suelo.

Profundizar en la influencia de las cualidades organolépticas y químicas del grano en la calidad de la bebida.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D. (2017). *Adaptación de dos variedades de café robusta (Coffea canephora) con fuentes diferentes de fertilizantes en el primer año del cultivo*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11805/1/T-UCE-0004-24-2017.pdf>
- Alulima, M. (2012). *Alternativas agroecológicas para el manejo del café (Coffea arabica)*.
- Alvarado, H. (2017). *COMPARATIVO DE TRES ABONOS FOLIARES CONVENCIONALES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTACIONES DE CAFE (Coffea arabica), USANDO LA VARIEDAD CATIMOR BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL DISTRITO DE SHUNTÈ, PROVINCIA DE TOCACHE*. [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2765/AGRONOMIA - Hugo Estelistu Avila Benites.pdf?sequence=1](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2765/AGRONOMIA-HugoEstelistuAvilaBenites.pdf?sequence=1)
- Anacafé. (2019). *GUIA DE VARIEDADES DE CAFÉ (Segunda)*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Guía-de-variedades-Anacafé.pdf>
- Arcila, J. (2001). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. In *Sistemas de producción de café en Colombia*. (pp. 21–60). <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>
- Bedoya, M., & Salazar, R. (2018). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 1433–1439. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1099>
- Bermeo, B., & Reyes, J. (2013). *Comportamiento Agronómico en el segundo año de mantenimiento de clones de café robusta (Coffea canephora) en la comuna Río Verde*. <https://1library.co/document/y4wn71kq-comportamiento-agronomico-segundo-mantenimiento-robusta-coffee-canephora-canton.html>
- Blanco, M., Hagggar, J., Moraga, P., Madriz, J., & Pavón, G. (2003). Morfología del café (Coffea arabica L.) en lotes comerciales. *Revista Agronómica Mesoamericana*, 14(1), 97–103. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43714114.pdf>
- Caporal, F. R. (2012). *El Ámbito De La Agricultura Familiar Del Estado De Espírito*

Santo , Brasil.

Cárdenas, J., & Pardo, J. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CAFÉ LA PRIMAVERA*. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/CARACTERIZACIÓN-DE-LAS-ETAPAS-DE-FERMENTACIÓN-Y-SECADO-DEL-CAFÉ-LA-PRIMAVERA-1.pdf>

CATAST. (2013). *LA CATA DE CAFE*. <http://www.catast.com/Documentos/Guiesdetast/Guiatastcafe.pdf>

Chacón, Y., Chacón, A., Vargas, M., Cerda, J., & Hernández, R. (2020). INFLUENCIA DE UN NUEVO BIOESTIMULANTE SOBRE LA FLORACIÓN, FRUCTIFICACIÓN Y RENDIMIENTO EN CAFE (*Coffea arabica* L.). *Revista ESPAMCIENCIA Para El Agro*, 12(1), 33–40. http://revistasepam.esпам.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/226/252

Chaves, V. (1999). *Manejo de la Fertilización en café*. http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_163.pdf

Clemente, J. M., Martinez, H. E. P., Pedrosa, A. W., Poltronieri Neves, Y., Cecon, P. R., & Jifon, J. L. (2018). Boron, copper, and zinc affect the productivity, cup quality, and chemical compounds in coffee beans. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7960231>

Cofenac. (2013). *SITUACIÓN DEL SECTOR CAFETALERO ECUATORIANO*. <https://www.yumpu.com/es/document/read/31064219/situacion-sector-cafe-ecu-2013-consejo-cafetale-ro-nacional-/69>

Coffee IQ. (2019). *CAFÈ ARABICA, CARACTERISTICAS*. <https://www.coffeeiq.co/cafe-arabica-caracteristicas/>

D´Areny, A. (2016). Los aromas del café. *Revista Fórum Café*, 1(9), 22–25.

Duicela, L. A., Andrade, J., Farfán Talledo, D. S., & Velásquez Cedeño, S. R. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y clutivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 240–253.

- Ecuanoctias. (2021). *Seaweed Extract* ®. 5.
http://ecuanoticias.com.ec/pdf_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf
- Espinosa, J., Uresti, J., Vélez, A., Moctezuma, G., Uresti, D., Góngora, S., & Inurreta, H. (2016). Productividad y rentabilidad potencial del café (*Coffea arabica* L.) en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 2011–2024.
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263149505018.pdf>
- FAO. (2021). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Fernández, Y., Sotto, K., & Vargas, L. (2020). IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN SUSTANTABLE DE LOS RESIDUOS GENERADOS. *Revista Producción + Limpia*, 15(1), 93–110.
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/2333/210210509>
- GADC-PALTAS. (2019). *Plan de Desarrollo y ordenamiento Territorial del GADC PALTAS*.
- Gotteland, M., & Saturnino de Pablo, V. (2007). ALGUNAS VERDADES SOBRE EL CAFÈ. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(2), 105–115.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Gutierrez, M. (2017). *Análisis sensorial del Café*.
<http://gastrolaboratorio.es/blog/2017/12/02/1216/>
- Holder, V., Liena, V., & Pérez, J. (2021). Evaluación del rendimiento industrial y propiedades organolépticas en variedades de *Coffea arabica* L. en Guantánamo, Cuba. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(1), 112–121.
<http://www.ciencia.gtmo.inf.cu/index.php/http/article/view/1128/1866>
- Jaime, A., Fernando, F., Argemiro, M., Luis Fernando, S., & Edgar, H. (2007). *SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN COLOMBIA* (Primera). Cenicafé.
https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf
- Lara, L. (2005). Efecto de la altura, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (*Coffea arabica* L. var Caturra) producido en sistemas agroforestales de la zona cafetalera norcentral de Nicaragua. *Revista CATIE*, 1(3), 92.

- Lazcano, E., Trejo, A., Vargas, G., & Pacual, S. (2015). CONTENIDO DE FENOLES, CAFEINA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE GRANOS DE CAFÈ VERDES Y TOSTADOS DE DIFERENTES ESTADOS DE MÈXICO. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(2), 293–298. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176021.pdf>
- López, F., Escamilla, E., Zamarripa, A., & Cruz, G. (2016). PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN VERACRUZ, MEXICO. *Revista Fitotec*, 39(3), 297–304. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61046936015.pdf>
- López, P. (2003). *MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CAFÉ DE LA EMPRESA DE CAFÉ S.A.* <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2781/paulaandrealopezcarmona.2003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marín, T., Gómez, F., Aguilar, N., Murguía, J., Trejo, L., Pastelín, M., & Castañeda, O. (2018). Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual. *Revista Fitotec*, 41(4), 365–372. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802018000400365&script=sci_arttext
- Marín, T., Gómez, F., Trejo, L., Pastelín, M., & Castañeda, O. (2020). POTENCIAL FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICO DE HOJAS DE CAFÉ INJERTADO (*Coffea* spp.) DURANTE UN CICLO ANUAL. *Revista Agrociencia*, 54(4), 459–469. <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/2044/1999>
- Martín Gordo, D. A. (2018). Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 81–104. <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
- Martin, P. (2009). Café: un gran antioxidante. *Revista Positively Coffe*, 23(1).
- Molina, E. (2001). MANEJO DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN DE CAFÉ. In *Fertilidad de suelos y Manejo de la Nutrición de cultivos en Costa Rica* (pp. 76–88). <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria Curso Fertilidad de Suelos.pdf>
- Naranjo, C. (1997). La primera modernización de la caficultura costarricense. *Diálogos*. https://www.researchgate.net/publication/28120224_La_primera_modernizacion_de_la_caficultura_costarricense_1890-1950

- Nuñez, P., Pimental, A., Almonte, I., Sotomayor, D., Martínez, N., Pérez, A., & Céspedes, C. (2011). SOIL FERTILITY EVALUATION OF COFFEE (*Coffea* spp.) PRODUCTION SYSTEMS AND MANAGEMENT RECOMMENDATIONS FOR THE BARAHONA PROVINCE, DOMINICAN REPUBLIC. *J. Soil Sci. Plant Nutr*, *11*(1), 127–140. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jssp/v11n1/art10.pdf>
- Ochoa, M., Bustamante, C., & Rodríguez, M. (2000). LA FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA DEL *Coffea arabica* L. EN SUELO FERRÍTICO ROJO OSCURO. *Revista Cultivos Tropicales*, *21*(1), 73–79. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232232014.pdf>
- Ordoñez, F., Bernal, M., Vidal, N., & Moreno, A. (2019). EFECTOS ANTIOXIDANTES DE MORINGA OLEIFERA LAM EN VITROPLANTAS DE BANANO CLON WILLIAMS ENRAIZADAS EN SISTEMAS DE INMERSIÓN TEMPORAL RITA. *Revista Científica Agrosistemas*, *7*(3), 57–63. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/317/334>
- Ormaza, A., Díaz, F., & Rojano, B. (2018). Efecto del añejamiento del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre la composición de fenoles totales, flavonoides, ácido clorogénico y la actividad antioxidante. *Revista IDESIA*, *29*(3). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642018000300187&script=sci_arttext&tlng=en
- Puerta, G. (1999). INFLUENCIA DEL PROCESO DE BENEFICIO EN LA CALIDAD DEL CAFÉ. *Cenicafé*, *50*(1), 78–88. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/58/1/arc050%2801%29078-088.pdf>
- Puerta, G. (2000). INFLUENCIA DE LOS GRANOS DE CAFÉ COSECHADOS VERDES, EN LA CALIDAD FÍSICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA BEBIDA. *Cenicafé*, *51*(2), 136–150. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/65/1/arc051%2802%29136-150.pdf>
- Puerta, G. (2011). COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA TAZA DE CAFÉ. *Cenicafé*, *4*(14), 1–12.
- Ramiro, M. (2010). *DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ (Coffea arabica L.) EN SAN JUAN*.
- Rendón, J., Arcila, J., & Montoya, E. (2008). ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE

- CAFÉ CON BASE EN LOS REGISTROS DE FLORACIÓN. *Revista Cenicafé*, 59(3), 238–259. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/108/1/arc059%2803%29238-259.pdf>
- Salazar, L., & Hincapié, É. (2005). ARVENSES DE MAYOR INTERFERENCIA EN LOS CAFETALES. In *Cenicafé*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/406/1/avt0333.PDF>
- Sánchez, J., Anaya, I., Vizcarra, M., Gutiérrez, G., & Santiago, T. (n.d.). ESTUDIO DE LA HIDRODINÁMICA DEL CAFÉ TOSTADO. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(2), 185–192. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62060207>
- Sancho, E., Espinoza, D., & Aguirre, D. (2019). El efecto de la fertilización mineral, orgánica y mineral-orgánica sobre las características agroproductivas en plantas de café y de la calidad de taza. *Revista Universidad En Diálogo*, 9(2), 175–185. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/12757/17785>
- Santiana, G. (2013). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA CREACIÓN DE UNA MICROEMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CAFÉ MOLIDO LOJANO EN LA CIUDAD QUITO. Tesis de INGENIERO COMERCIAL. UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO*. 1–49.
- Santos, S. A. (2018). Análisis de la previsión de los precios del café arábica en brasil. *Revista Observatoria de La Economía Latinoamericana*, 6(1), 1–15.
- Silva, S., Amaro, R., Rodrigues, H., Alvino, A., Amaro, R., Candido, A., Rodrigues, W., Freitas, S., & Souza, T. (2020). Foliar fertilization in the propagation of conilon coffee in alternative substrates. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(1), 58–68. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijanr/v47n1/2452-5731-ijanr-47-01-0058.pdf>
- Sotomayor, I. (1993). Manual del cultivo del café. In *Estación Experimental Tropical Pichilingue*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1619>
- Sotomayor, I., & Duicela, L. (1995). *Control Integrado de las principales enfermedades foliares del cafeto en el Ecuador*. [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1617/1/Control de enfermedades cafeto.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1617/1/Control%20de%20enfermedades%20cafeto.pdf)

- Suarez, J., Rodriguez, E., & Duran, E. (2015). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L) en taza. *Acta Agronómica*, 64(4), 342–348. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n4/v64n4a09.pdf>
- TECNICAFÉ. (2019). Nuevos procesos de fermentación del café. *Revista Fórum Café*, 26(3), 37–39. <https://static1.squarespace.com/static/5c88fb9ab2cf792069ddcb46/t/5fbfb112e6d49a06bb91381d/1606398248333/NUEVOS+PROCESOS+FERMENTACIÓN+CAFÉ.pdf>
- Teixeira, A., Oliviera, R., Saldanha, L., Oliviera, M., & Broetto, F. (2019). EFFET OF SEAWEED EXTRACT FORMALATION ON COFFEE PLANTAS AT DIFERENT IRRIGATION LEVELS. *Asian Academic RRsearch Journal of Multidiciplinary*, 6(5), 60–74.
- Unigarro, C. A., Flórez, C. P., Oliveros, C. E., & Cañón, M. (2018). Efecto de cuatro inhibidores de etileno en la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L.) durante precosecha. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 500–507. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7667>
- VAAST, P., KANTEN, R., SILES, P., DZIB, B., FRANCK, N., HARMAND, J., & GENARD, M. (2004). *Shade: A Key Factor for Coffee Sustainability and Quality*. https://www.researchgate.net/publication/309078543_Shade_A_key_factor_for_coffee_sustainability_and_quality
- Valencia, G. (2000). Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. *International Plant Nutrition Institute*, 1(1), 1–10.
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Recimundo*, 2(2), 72–91. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.72-91](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91)
- YARA. (2016). *Mejorar la calidad del café a nivel taza*. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cafe/mejorar-calidad-del-cafe-nivel-taza/>
- YARA. (2018). *YaraMila COMPLEX*. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/productos/yaramila/yaramila-complex/>

YARA. (2019). *ABOTEK*. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/productos/otros-productos/abotek/>

YARA. (2020). *INCREMENTAR FLORACIÓN Y CUAJO EN CAFÉ*. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cafe/incrementar-floracion-y-cuajado-en-cafe/>

Anexo 2. Composición química de los fertilizantes

Yaramila	N	P2O5	K2O	MgO	S	SO3	B	Fe	Mn	Zn
Complex	12%	11%	18%	2.7%	8%	20%	0.015%	0.2%	0.02%	0.02%

Abotek	N	P2O5	K2O	MgO	S	B	Zn
	15%	4%	23%	4%	2%	0.1%	0.1%

Seaweed	N	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn
Extract	1%	0.2%	1.8%	2.6%	0.2%	2%	0.2%	0.88%	0.02%

Anexo 3. Prueba Tukey para variable rendimiento kg/pl.

RPG

Tratamiento		Subconjunto para alfa = 0.05	
		N	1
HSD	Testigo		
Tukey ^a		36	.27586
	Foliar Seaweed Extract	36	.31081
	Abotek	36	.31697
	Yaramila Complex	36	.32792
	Sig.		,125

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 36,000.

Anexo 4. Prueba Tukey para variable peso de 100 granos (g).

P100G

Tratamiento	Subconjunto para alfa = 0.05
-------------	------------------------------

		N	1
HSD	Testigo		
Tukey ^a		36	181,283
	Foliar Seaweed Extract	36	182,597
	Abotek	36	184,392
	Yaramila Complex	36	188,508
	Sig.		,148

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 36,000.

Anexo 5. Prueba Tukey para variable peso de granos pelados (g).

PGP

Tratamiento		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	Testigo	36	121,183		
Tukey ^a					
	Foliar Seaweed Extract	36	121,581	121,581	
	Abotek	36		126,353	126,353
	Yaramila Complex	36			128,147
	Sig.		,997	,062	,781

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 36,000.

Anexo 6. Prueba Tukey para variable peso de cáscara (g).

		PC	
Tratamiento		Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
		N	
HSD	Abotek		
Tukey ^a		36	56,350
	Yaramila Complex	36	59,519
	Testigo	36	59,853
	Foliar Seaweed Extract	36	60,853
	Sig.		,067

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 36,000.

Anexo 7. Prueba de Tukey para la variable grados brix.

		GB		
Tratamiento		Subconjunto para alfa = 0.05		
		N	1	2
HSD	Foliar Seaweed Extract	36	18,558	
Tukey ^a	Testigo	36		
	Yaramila Complex	36	19,186	
	Abotek	36	19,336	
	Sig.		,996	,889

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 36,000.

Anexo 8. Plantación de café criollo.



Anexo 9. Plantas a muestrear.



Anexo 10. Tabla de CATAST.

Anexo 11. Tablas de Excel para fenoles y antioxidantes.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
13					fecha									
14														
15		Accesion	TIPO EXTRAC	REPLICA	Peso seco (gramos)	Volumen extracción ML	volumen final	Volumen enrasado	Absorbancia a 760nm	[GAE] mg/ml	mg/g PSECO	mg/g PSECO		
16		1. E	Café	1	0.1008	3.0	2.50	5.0	0.760	0.191	9.452480	9.020682		
17				2	0.1008	3.0	2.50	5.0	0.700	0.175	8.675244			
18				3	0.1008	3.0	2.50	5.0	0.720	0.180	8.934323			
19		1.E	Café	1	0.1004	3.0	2.70	5.0	0.970	0.245	12.221302	11.519003		
20				2	0.1004	3.0	2.70	5.0	0.998	0.253	12.585457			
21				3	0.1004	3.0	2.70	5.0	0.780	0.196	9.750250			
22		2. F	Café	1	0.1007	3.0	2.60	5.0	0.492	0.121	5.986767	7.205645		
23				2	0.1007	3.0	2.60	5.0	0.613	0.152	7.555749			
24				3	0.1007	3.0	2.60	5.0	0.653	0.163	8.074420			
25		2. F	Café	1	0.1008	3.0	2.60	5.0	0.705	0.176	8.740014	9.538840		
26				2	0.1008	3.0	2.60	5.0	0.745	0.187	9.258171			
27				3	0.1008	3.0	2.60	5.0	0.850	0.214	10.618333			

Actividad_antioxidante_mani - Excel

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celdas Insertar Eliminar Formato Celdas

Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

S10

Accesion	Extracto	Combinación	MUESTRAS PESO GRAMOS	DPH AJUSTADO CERCANIA	ABSORVANCIA	REDUCCION DPH	µM lL Muestra diluida	µM lL Muestra extracto	µmol TEG Peso Seco	mg TEG PS
T.E	Café	1	0.1009	0.770	0.478	37.32	281.188	5623.753	674.455	168.809
T.E	Café	2	0.1009	0.770	0.506	34.29	254.291	5085.629	609.942	152.662
T.E	Café	3	0.1009	0.770	0.500	35.06	260.055	5201.098	623.766	156.122
T.E	Café	1	0.1004	0.770	0.462	40.00	296.557	5931.138	714.832	178.915
T.E	Café	2	0.1004	0.770	0.466	39.48	292.715	5854.291	705.570	176.597
T.E	Café	3	0.1004	0.770	0.465	39.61	293.675	5873.503	707.686	177.177
T.F	Café	1	0.1007	0.770	0.450	41.56	308.084	6161.676	740.423	185.320
T.F	Café	2	0.1007	0.770	0.448	41.82	310.005	6200.099	745.040	186.476
T.F	Café	3	0.1007	0.770	0.438	43.12	319.611	6392.215	768.126	192.254
T.F	Café	1	0.1008	0.770	0.440	42.96	317.690	6353.792	762.758	190.911
T.F	Café	2	0.1008	0.770	0.438	43.12	319.611	6392.215	767.370	192.065
T.F	Café	3	0.1008	0.770	0.442	42.90	315.768	6315.369	759.145	189.756

Anexo 12. Análisis de suelos al finalizar la investigación.



NEMALAB S.A.

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: nemalab@lapavic.com.ec

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184

22/09/2021

Pág: 1 / 1

Ciente: JIMENEZ RAMIREZ TATIANA DEL CISNE

Remitente: SRTA. TATIANA JIMENEZ R.

Propiedad: N/D

Localización: SUIPIRA

PALTAS

LOJA

Cultivo: CAFE

Documento No: 00056129

Fecha de Muestreo: 29/08/2021

Fecha de Ingreso: 30/08/2021

Fecha de Salida: 21/09/2021

Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO BASICO

Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.							meq / 100g			Relaciones			
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	
48175	CAFE	6.4 LAc	54A	8M	3.7M	1.8M	27.4 M	23.5 A	0.34M	17.25 A	7.23 A	2.39	50.74	21.26	72.00	

Interpretación:

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5	B: Bajo	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5)
LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4	M: Medio	S. B: Fosfato de Calcio
PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5	A: Alto	P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado
LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0		NH4: K Cl: Espectrofotometría
Al: Alcalino > 8.1		Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado
		B: Curcumina
		CE: En Extracto de Pasta Saturada
		M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

BIOQ. MARTHA MOREIRA I.
Jefe de Laboratorio



ING. NANCY PINTADO
Secretaría

* Esta Hoja debe ser firmada y sellada con firma y sello en original.
Laboratorio de referencia

F01001B